

Πανεπιστήμιο Αιγαίου  
Τμήμα Μηχανικών Σχεδίασης Προϊόντων και Συστημάτων

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών (Π.Μ.Σ.)  
Σχεδίαση Διαδραστικών και Βιομηχανικών Προϊόντων και Συστημάτων

---

# Έξυπνη Συσκευασία

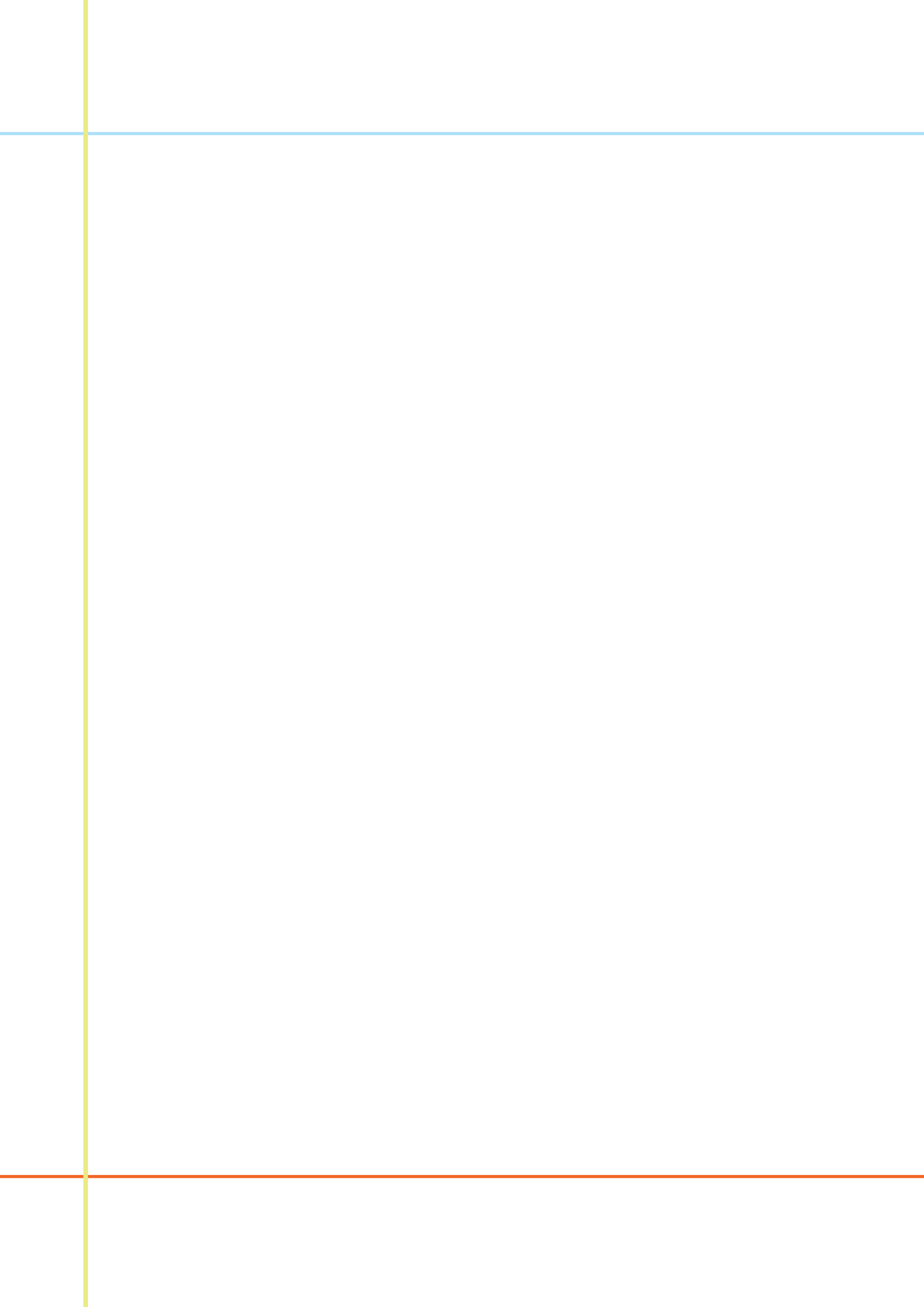
Επισκόπηση Αναγκών, Εφαρμογών, Τεχνολογιών και  
Παράδειγμα Σχεδίασης  
στην Οικιακή Ιατροφαρμακευτική Περίθαλψη



Πνευματικού Γεωργία  
Επιβλέπων Καθηγητής: Κουτσαμπάσης Παναγιώτης

---

Σύρος 2008



Πανεπιστήμιο Αιγαίου  
Τμήμα Μηχανικών Σχεδίασης Προϊόντων και Συστημάτων

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών (Π.Μ.Σ.)  
Σχεδίαση Διαδραστικών και Βιομηχανικών Προϊόντων και Συστημάτων

Διπλωματική Εργασία με τίτλο  
**Έξυπνη Συσκευασία**

Επισκόπηση Αναγκών, Εφαρμογών, Τεχνολογιών και Παράδειγμα  
Σχεδίασης στην Οικιακή Ιατροφαρμακευτική Περίθαλψη

Πνευματικού Γεωργία  
Α.Μ.: dpsdm05021

Επιβλέπων Καθηγητής: Κουτσαμπάσης Παναγιώτης  
Μέλη : Ναθαναήλ Δημήτριος  
Λέκκας Ιωάννης

## Περίληψη

---

Η έξυπνη συσκευασία αποτελεί ένα ευρύ πεδίο έρευνας και ανάπτυξης για το οποίο παρουσιάζεται έντονο ενδιαφέρον από τη βιομηχανία για πολλές και διαφορετικές εφαρμογές που αναφέρονται σχεδόν σε κάθε στάδιο του κύκλου ζωής του προϊόντος. Οι στόχοι της διπλωματικής εργασίας είναι (α) η κριτική επισκόπηση αναγκών, εφαρμογών και τεχνολογιών έξυπνης συσκευασίας και (β) η ανάπτυξη ενός πρωτοτύπου που να επιδεικνύει τις νέες δυνατότητες στο χώρο της οικιακής ιατροφαρμακευτικής περίθαλψης. Η κριτική επισκόπηση είναι αναγκαία για να παρουσιαστεί το εύρος της έρευνας και ανάπτυξης στο χώρο με τρόπο που να επιτρέπει την ευρύτερη κατανόηση αλλά και την αναγνώριση επιμέρους ζητημάτων που να παρουσιάζουν ενδιαφέρον για τη σχεδίαση νέων προϊόντων και συστημάτων. Το παράδειγμα της σχεδίασης διαδραστικού συστήματος στο χώρο της ιατροφαρμακευτικής περίθαλψης δίνει μια οπτική των νέων δυνατοτήτων που δημιουργούνται από την τεχνολογία έξυπνης συσκευασίας για τους τελικούς χρήστες: αυτήν της σχεδίασης νέων εφαρμογών που να απευθύνονται σε όλους.

Η καινοτομία είναι το κύριο χαρακτηριστικό που αφορά τον σχεδιασμό τέτοιων συσκευασιών, σε συνδυασμό με τις αρχές λειτουργίας του προϊόντος και τις διαθέσιμες τεχνολογίες. Με την ενσωμάτωση χαρακτηριστικών υψηλής τεχνολογίας σε συσκευασίες, προστατεύονται τα προϊόντα από ανεπιθύμητες ενέργειες, όπως είναι η πλαστογραφία και η ανάκληση προϊόντων, ενώ ταυτόχρονα, διαφυλάσσεται η ποιότητά τους, ενθαρρύνοντας την εμπιστοσύνη και αξιοπιστία των καταναλωτών προς τα προϊόντα αυτά. Με την βαθμιαία υιοθέτηση των «πανταχού» παρόντων υπολογιστών, οι καθημερινές διεργασίες και συναλλαγές των πολιτών αλλάζουν και εξελίσσονται, σε διάφορα επίπεδα. Ο τρόπος χρήσης και διακίνησης των προϊόντων οφείλει να ακολουθήσει αυτήν την αλλαγή, μέσω των συσκευασιών που τα περικλείουν.

Κατά καιρούς, οι συσκευασίες εξελίσσονται και διαμορφώνονται ανάλογα με τις ανάγκες των καταναλωτών αλλά και των κατασκευαστών. Αρχικά, αντιμετωπίστηκαν ανάγκες, όπως η προστασία του προϊόντος από τις διάφορες καιρικές συνθήκες, η ασφαλέστερη μεταφορά του και η ευκολία στη χρήση του. Έπειτα, η συσκευασία βοήθησε στην εμπορική εκμετάλλευση και προώθηση ενός προϊόντος. Ακόμα και σήμερα, η εξωτερική εμφάνιση και εικόνα συμβάλει ενεργά στην διαφοροποίηση της μάρκας τού από ανταγωνιστικά προϊόντα. Έτσι, έχουν εξελιχθεί αρκετά τα υλικά από τα οποία αποτελούνται οι συσκευασίες, η σχεδίαση και τα γραφικά τους. Η έξυπνη συσκευασία

έχει ως στόχο να προσθέσει επιπλέον λειτουργίες και χαρακτηριστικά στα προϊόντα, καλύπτοντας τις συνεχώς αυξανόμενες ανάγκες των καταναλωτών. Ο καινούριος τρόπος ζωής διάφορων ομάδων ανθρώπων, αλλά και οι συνεχείς εξελίξεις στον τομέα της τεχνολογίας, αυξάνουν όλο και περισσότερο την απαίτηση για νέου τύπου συσκευασίες, πιο φιλικές και εύχρηστες προς το χρήστη. Η συσκευασία δεν θα απορριφτεί μετά την αγορά του προϊόντος. Βασική αρχή λειτουργίας μιας έξυπνης συσκευασίας αποτελεί το γεγονός ότι η συσκευασία γίνεται αναπόσπαστο κομμάτι του προϊόντος και συμμετέχει ενεργά στην χρήση του σε όλη τη διάρκεια ζωής του. Από μεριάς βιομηχανιών, υπάρχει η ανάγκη για την πρόληψη λαθών, την αυτοματοποίηση διαδικασιών και την αύξηση των πωλήσεων.

Μια συσκευασία θεωρείται έξυπνη όταν, μεταξύ άλλων, ενσωματώνει κάποια μορφή τεχνολογίας πληροφοριακού συστήματος (Information Technology). Η βασική τεχνολογία που χρησιμοποιείται είναι το σύστημα εντοπισμού ραδιοσυχνοτήτων ή αλλιώς RFID (Radio Frequency Identification). Η τεχνολογία αυτή, αρχικά, χρησιμοποιήθηκε για τον εντοπισμό αντικειμένων και τον έλεγχο πρόσβασης σε διάφορους χώρους. Σήμερα, οι εφαρμογές της έχουν εξαπλωθεί σε διάφορους τομείς. Μερικοί από αυτούς είναι στα αεροδρόμια, μέθοδοι χρηματικών συναλλαγών, συστήματα ακύρωσης εισιτηρίων σε δημόσια μέσα μεταφοράς, το γνωστό e-pass και στον τομέα της συσκευασίας, όπου έχουν αναπτυχθεί διάφορες εφαρμογές. Τα δίκτυα αισθητήρων είναι άλλη μία τεχνολογία που συμβάλει στην επέκταση των εφαρμογών, ιδιαίτερα όταν οι κόμβοι των δικτύων αυτών συνεργάζονται με τους αναμεταδότες RFID. Επίσης, έξυπνες συσκευασίες διαμορφώνονται με τη χρήση έξυπνων υλικών, όπως είναι τα πιεζοηλεκτρικά και τα φωτοχρωμικά μελάνια, αλλά και με τη χρήση δεικτών ένδειξης φρεσκάδας, χρόνου – θερμοκρασίας και ακεραιότητας. Ο συνδυασμός των κατάλληλων τεχνολογιών και η αρχή λειτουργίας ενός προϊόντος, συνθέτουν τις απαραίτητες προδιαγραφές για την ανάπτυξη και σχεδιασμό μιας έξυπνης συσκευασίας.

Η χρήση νέων τεχνολογιών και η εφαρμογή καινοτομιών έχει θετικές και αρνητικές επιπτώσεις προς τους καταναλωτές και τις βιομηχανίες, οι οποίες ενθαρρύνουν και αποθαρρύνουν την ανάπτυξή τους. Σύμφωνα με τις εφαρμογές που έχουν αναπτυχθεί, η έξυπνη συσκευασία, σε συνδυασμό με τις τεχνολογίες που την αποτελούν, συμβάλει στην αναγνώριση της μάρκας των προϊόντων, ιδιαίτερα σε τομείς όπου υφίσταται μεγάλος ανταγωνισμός, όπως τα τρόφιμα. Επίσης, αποτρέπονται φαινόμενα πλαστογραφίας, που κάνουν όλο και πιο συχνά την εμφάνιση τους και προκαλούν οικονομικά προβλήματα, αλλά και κίνδυνο για τη δημόσια υγεία. Τέλος, διασφαλίζεται η ποιότητα των προϊόντων με την παρακολούθηση, καταγραφή και την άμεση παροχή πληροφοριών από τις σχετικές ενδείξεις που υπάρχουν πάνω στις συσκευασίες.

Υπάρχουν και ανασταλτικοί παράγοντες που αφορούν τη χρήση νέων τεχνολογιών. Ένας από αυτούς τους παράγοντες είναι το υψηλό κόστος παραγωγής, εγκατάστασης και χρήσης τους. Πιστεύεται ότι το κόστος θα μειωθεί με την ευρεία χρήση των τεχνολογιών και με την ανάπτυξη νέων τρόπων παραγωγής τους. Τέλος, η τεχνολογία RFID θεωρείται ως ένα μέσω παρακολούθησης, οπότε

υπάρχει ο φόβος διαρροής προσωπικών δεδομένων, καθώς θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν από αναρμόδιους φορείς εν αγνοία των πολιτών. Διάφορες λύσεις έχουν προταθεί που βασίζονται σε διάφορες τεχνικές μεθόδους και νομοθετικές ρυθμίσεις προστασίας του ιδιωτικού απορρήτου.

Η δομή της εργασίας είναι η εξής:

Στο 1ο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στην έξυπνη συσκευασία, απαντώντας σε ερωτήματα όπως τι είναι, ποιες ανάγκες καλύπτει, ποιους σκοπούς εξυπηρετεί, που χρησιμοποιείται σήμερα και τι προβλέπεται για το μέλλον. Έπειτα, γίνεται επισκόπηση στις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για την διαμόρφωση έξυπνων συσκευασιών, όπως είναι το RFID, τα δίκτυα αισθητήρων, τα έξυπνα υλικά και οι δείκτες.

Στο 2ο κεφάλαιο περιγράφεται εκτενέστερα η τεχνολογία RFID, σαν μέσο διαμόρφωσης έξυπνων συσκευασιών. Γίνεται αναφορά στα τεχνικά χαρακτηριστικά της, όπως είναι ο εξοπλισμός και επεξήγηση του τρόπου λειτουργίας και σύνδεσης των εξαρτημάτων που την αποτελούν. Παρουσιάζονται γενικές εφαρμογές της τεχνολογίας, σε διάφορους τομείς και εξετάζονται τα προβλήματα που παρουσιάζονται κατά την χρήση της.

Στο 3ο κεφάλαιο αναφέρονται εφαρμογές έξυπνων συσκευασιών που αφορούν την εφοδιαστική αλυσίδα, τις συσκευασίες τροφίμων και τις συσκευασίες φαρμάκων. Στην εφοδιαστική αλυσίδα, η χρήση έξυπνων ετικετών RFID αφορά πολλά είδη προϊόντων, συμπεριλαμβανομένου τα φάρμακα και τα τρόφιμα. Γενικότερα, περιγράφεται ο τρόπος που χρησιμοποιούνται οι νέες τεχνολογίες διαμόρφωσης έξυπνων συσκευασιών, σε αυτούς τους τομείς εφαρμογής. Γίνεται αναφορά σε συγκεκριμένα παραδείγματα.

Στο 4ο κεφάλαιο γίνεται η εισαγωγή για την περιγραφή της διαδικασίας ανάπτυξης πρωτοτύπου, καθώς γίνεται διερεύνηση των αναγκών και των προβλημάτων που έχουν ασθενείς, οι οποίοι καταναλώνουν φάρμακα. Σύμφωνα με την έρευνα αυτή προέκυψε το συμπέρασμα ότι τα βασικά προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι ασθενείς διαφόρων ηλικιών είναι η δυσκολία αναγνώρισης φαρμάκων και η έλλειψη ενθύμησης της δοσολογίας.

Στο 5ο κεφάλαιο περιγράφεται η διαδικασία ανάπτυξης του πρωτοτύπου, που αποτελεί παράδειγμα για την οικιακή ιατροφαρμακευτική περίθαλψη και έχει ως στόχο την κάλυψη των αναγκών των ασθενών, που αναφέρθηκαν προηγουμένως. Γίνεται αναφορά στα τεχνικά χαρακτηριστικά και παρουσίαση του εξοπλισμού λειτουργίας, όπως και περιγραφή του τρόπου επικοινωνίας του χρήστη με το σύστημα.

Στο 6ο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στην αξιολόγηση του πρωτοτύπου, που περιγράφηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο. Για την διαδικασία αυτή επιλέχθηκαν οι ενδεχόμενοι μελλοντικοί χρήστες του συστήματος, στους οποίους δόθηκαν να εκτελεστούν συγκεκριμένα σενάρια χρήσης. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της αξιολόγησης προέκυψαν συμπεράσματα για την αποτελεσματικότητα του συστήματος.

Το 7ο κεφάλαιο αποτελεί τον επίλογο της εργασίας όπου συνοψίζονται οι βασικές έννοιες και τα χαρακτηριστικά με τα οποία διαμορφώνονται οι έξυπνες συσκευασίες, όπως είναι η τεχνολογία RFID. Δίνεται έμφαση στις φαρμακευτικές συσκευασίες και γίνεται αναφορά στην συμβολή των παραπάνω στοιχείων, στην διαμόρφωση του προτεινόμενου συστήματος εφαρμογής που περιγράφηκε.

Με βάση τις πληροφορίες που συλλέχθηκαν και παρουσιάζονται, έπειτα από την έρευνα γύρω από την έξυπνη συσκευασία, προκύπτει το συμπέρασμα ότι οι νέες τεχνολογίες μπορούν να προσφέρουν ευκολία και ευελιξία στην καθημερινή ζωή των ανθρώπων. Η ανάπτυξη συστημάτων που βασίζονται στην λειτουργία των πανταχού παρόντων υπολογιστών κάνουν την εμφάνισή τους όλο και πιο συχνά. Η σχεδίαση τέτοιων συστημάτων οφείλει να πραγματοποιείται με βάση τις ανάγκες των καταναλωτών. Οι αλλαγές στον τρόπο ζωής αλλά και η υιοθέτηση καινούριων τεχνολογιών, δίνουν το ερέθισμα για περισσότερες εφαρμογές και καινοτομίες. Σε ότι αφορά την συσκευασία, ενδέχεται να σημειωθούν αξιοσημείωτες αλλαγές που θα επηρεάσουν την χρήση και τον ρόλο τους μέχρι σήμερα. Η συσκευασία αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι προϊόντων, η χρήση της οποίας επεκτείνεται σε πολλούς τομείς, όπως η προστασία προϊόντων, αποθήκευση, προώθηση μάρκας και άλλα. Οι νέες τεχνολογίες προσθέτουν και άλλες λειτουργίες, αρχικά σε επίπεδο μεταφοράς και αποθήκευσης προϊόντων, όπως ο έλεγχος ασφάλειας, η αποτροπή πλαστογραφίας και ανάκλησης, αλλά και σε επίπεδο μεμονωμένων προϊόντων.

Σε αυτήν την εργασία περιγράφεται διαδικασία κατασκευής πρωτοτύπου, όπου χρησιμοποιούνται τα μέσα διαμόρφωσης έξυπνων συσκευασιών, όπως το RFID. Μέσα από αυτήν την προσπάθεια παρουσιάζονται οι ανάγκες και τα προβλήματα των καταναλωτών, για μια συγκεκριμένη περίπτωση εφαρμογής που είναι η κατανάλωση φαρμάκων, και παρουσιάζεται ο τρόπος με τον οποίο μπορούν οι νέες τεχνολογίες να συμβάλλουν στην λύση τους. Προτείνονται λύσεις που δεν είναι ακόμα εφικτό να υλοποιηθούν κατασκευαστικά, παρόλα αυτά αποτελούν ενδεχόμενα σενάρια χρήσης έξυπνων φαρμακευτικών συσκευασιών.

# Περιεχόμενα

	<b>Ευρετήριο Εικόνων - Πινάκων</b>	<b>10</b>
<b>1</b>	<b>Εισαγωγή</b>	<b>15</b>
1.1	Βασικοί ορισμοί για την έξυπνη συσκευασία	16
1.2	Επισκόπηση αναγκών και στόχων για την έξυπνη συσκευασία	17
1.2.1	Απαιτήσεις καταναλωτών	18
1.2.2	Απαιτήσεις κατασκευαστών	20
1.3	Τεχνολογίες έξυπνης συσκευασίας	22
1.3.1	RFID	23
1.3.2	Ασύρματα Δίκτυα αισθητήρων	27
1.3.3	Έξυπνα υλικά και δείκτες	31
1.4	Τομείς εφαρμογής τεχνολογιών και διαμόρφωσης έξυπνων συσκευασιών	37
1.5	Συμπεράσματα & σύνοψη	39
<b>2</b>	<b>Η τεχνολογία RFID</b>	<b>41</b>
2.1	Τεχνικά χαρακτηριστικά του RFID	43
2.1.1	Αναμεταδότες (tags)	43
2.1.2	Συσκευές ανάγνωσης (readers)	47
2.1.3	Εύρος συχνοτήτων	48
2.1.4	Επικοινωνία αναμεταδότη - συσκευή ανάγνωσης	49
2.1.5	Τυποποίηση - Πρότυπα	51
2.2	Ευρύτερες εφαρμογές της τεχνολογίας RFID	52
2.3	Προβλήματα που παρουσιάζονται κατά τη χρήση της τεχνολογίας RFID	56
2.3.1	Τεχνικές δυσλειτουργίες	56
2.3.2	Υψηλό κόστος παραγωγής	58
2.3.3	Προστασία ιδιωτικού απορρήτου	61
2.4	Συμπεράσματα & σύνοψη	67
<b>3</b>	<b>Εφαρμογές έξυπνων συσκευασιών</b>	<b>69</b>
3.1	Εφοδιαστική αλυσίδα και διαχείριση αποθεμάτων	71
3.1.1	Τι είναι η εφοδιαστική αλυσίδα	72
3.1.2	Που επεμβαίνει η τεχνολογία RFID	73
3.1.3	Εφαρμογές - Μελέτες περίπτωσης	76
3.1.4	Επιπλέον απαιτήσεις για καλύτερη προσαρμογή της τεχνολογίας στην εφοδιαστική αλυσίδα	80



3.2	Συσκευασίες τροφίμων	81
3.2.1	Βασικά χαρακτηριστικά - Υλικά	82
3.2.2	Ευφυής συσκευασία (Intelligent packaging)	83
3.2.3	Άλλα είδη συσκευασιών τροφίμων	87
3.3	Συσκευασίες φαρμάκων	89
3.3.1	Βασικά χαρακτηριστικά - Υλικά	90
3.3.2	Εφαρμογές έξυπνων φαρμακευτικών συσκευασιών	91
3.3.4	Προβληματικοί τομείς	108
3.4	Συμπεράσματα & Σύνοψη	110
<b>4</b>	<b>Ανάλυση σχεδίασης πρωτοτύπου έξυπνης φαρμακευτικής συσκευασίας</b>	<b>113</b>
4.1	Προβλήματα και ανάγκες κατά την υγειονομική περίθαλψη	115
4.1.1	Φαρμακευτικά λάθη και ασφάλεια ασθενή	115
4.1.2	Πλαστογράφιση φαρμακευτικών προϊόντων	116
4.1.3	Συμμόρφωση ασθενή	117
4.2	Ανασκόπηση και συσχέτιση εφαρμογών	119
4.3	Σύντομη περιγραφή της σχεδίασης γενικού πλαισίου	121
4.5	Περιγραφή συστήματος - Μοντέλα δουλειάς	125
4.5.1	Οι εμπλεκόμενοι του συστήματος	125
4.5.2	Ροές επικοινωνίας των εμπλεκόμενων του συστήματος	127
4.6	Συγκέντρωση - Όραμα	136
4.7	Συμπεράσματα - σύνοψη	139
<b>5</b>	<b>Ανάπτυξη πρωτοτύπου έξυπνης φαρμακευτικής συσκευασίας</b>	<b>141</b>
5.1	Αρχικές προτάσεις διαμόρφωσης του συστήματος	142
5.2	Αρχιτεκτονική συστήματος	145
5.2.1	Συστατικά που απαιτούνται για τη λειτουργία του συστήματος	146
5.2.2	Βασικά συστατικά του πρωτοτύπου	149
5.3	Χρήση του συστήματος από τους εμπλεκόμενους	150
5.4	Περιγραφή της διεπαφής επικοινωνίας χρήστη	152
5.5	Συμπεράσματα - σύνοψη	164
<b>6</b>	<b>Αξιολόγηση πρωτοτύπου</b>	<b>165</b>
6.1	Επιλογή χρηστών	166
6.2	Σενάρια εργασίας - ερωτηματολόγιο	168
6.3	Αποτελέσματα αξιολόγησης	169
6.4	Συμπεράσματα - σύνοψη	176
<b>7</b>	<b>Επίλογος</b>	<b>177</b>
7.1	Σύνοψη	178
7.2	Συμβολή	180
7.3	Μελλοντική δουλειά	181
<b>8</b>	<b>Αναφορές</b>	<b>183</b>
	<b>Παράρτημα</b>	<b>192</b>

## Ευρετήριο Εικόνων

Εικ 1	Όταν το προϊόν είναι ανοικτό υπάρχει ειδικός δείκτης που προειδοποιεί με σχετική ένδειξη.	34 σελ.
Εικ 2	Φαρμακευτική συσκευασία με χρωματικό δείκτη χρόνου θερμοκρασίας.	35 σελ.
Εικ 3	Αναμεταδότης RFID.	43 σελ.
Εικ 4	Δείγμα Ηλεκτρονικού Κώδικα Προϊόντος - αριθμός EPC.	50 σελ.
Εικ 5.	Το σύστημα e-pass	53 σελ.
Εικ 6	Ο επισκέπτης κρατάει μία κάρτα RFID (δεξιά) που επικοινωνεί με μία συσκευή ανάγνωσης (αριστερά) κατά την περιήγησή του στο μουσείο.	54 σελ.
Εικ 7 & 8	Πιστωτικές κάρτες με τις συσκευές ανάγνωσης.	55 σελ.
Εικ 9	Προβλήματα προσανατολισμού.	57 σελ.
Εικ 10	Στο πάνω μέρος της εικόνας φαίνεται υπόδειγμα λειτουργίας της κεραίας αναμεταδότη, που δεν εμποδίζεται από κανένα αντικείμενο. Στο κάτω μέρος φαίνεται υπόδειγμα λειτουργίας της κεραίας που εμποδίζεται από το υλικό του προϊόντος στο οποίο επισυνάπτεται.	57 σελ.
Εικ 11	Το Cosmetic skin patch της Estee Lauder.	61 σελ.
Εικ. 12	Διαμαρτυρίες για τη χρήση του RFID.	62 σελ.
Εικ. 13	Η ροή των προϊόντων στην εφοδιαστική αλυσίδα.	72 σελ.
Εικ. 14	Η εταιρεία λιανικού εμπορίου Wal-Mart είναι από τις πρώτες που χρησιμοποίησε την τεχνολογία RFID στην εφοδιαστική της αλυσίδα.	75 σελ.
Εικ. 15	Το κατάστημα του μέλλοντος	76 σελ.
Εικ. 16	Δείγμα προσαρμοσμένης οθόνης στο έξυπνο καρότσι αγοράς	77 σελ.
Εικ. 17	Κωδικοποίηση σε επίπεδο μεμονωμένων προϊόντων.	78 σελ.
Εικ. 18	Κωδικοποίηση σε επίπεδο παλετών, όπου περιέχονται κουτιά με προϊόντα.	78 σελ.
Εικ. 19	Σχηματική αναπαράσταση ενός τυπικού συστήματος κωδικοποίησης.	78 σελ.
Εικ. 20.	Ετικέτα που τοποθετείται σε φαρμακευτική συσκευασία στην Ελλάδα. Διαστάσεις: 30x22 mm. Στο αριστερό μέρος αναγράφεται ο κωδικός του αυτοκόλλητου, το οποίο παραμένει μόνιμα στη συσκευασία. Στο δεξί μέρος αναγράφεται ο αριθμός του αυτοκόλλητου, ο κωδικός του γραμμωτού κώδικά, το όνομα της εταιρείας και του φαρμάκου. Το κομμάτι αυτό αποσπάται από τον φαρμακοποιό και τοποθετείται στην ιατρική συνταγή.	79 σελ.
Εικ. 21	2D Data Matrix γραμμωτός κώδικας.	79 σελ.
Εικ. 22	Δείκτες αλλαγής χρώματος που ελέγχουν την φρεσκάδα του τροφίμου. Το κέντρο της ετικέτας γίνεται μαύρο μετά το πέρασμα χρόνου και μέτρησης της θερμοκρασίας, δηλώνοντας τον προτεινόμενο χρόνο ζωής του προϊόντος.	84 σελ.
Εικ. 23	Η τοποθέτηση αισθητήρων RFID μέτρησης θερμοκρασίας στο ψυγείο.	86 σελ.
Εικ. 24	Η ανάγνωση δεδομένων από τους αισθητήρες RFID.	86 σελ.

Εικ. 25.	α) φυσιολογική μέτρηση για το γάλα, β) άνοιγμα πόρτας με μεγάλη συχνότητα, γ) βλάβη λειτουργίας του ψυγείου, δ) προειδοποίηση ότι η θερμοκρασία του φαγητού είναι σε πολύ υψηλά επίπεδα.	86 σελ.
Εικ. 26	Η ανταπόκριση των αισθητήρων, με την αλλαγή χρώματος, κατά την αλλοίωση δείγματος.	87 σελ.
Εικ. 27	Η ανταπόκριση των αισθητήρων κατά την αλλοίωση δείγματος ψαριού. Αριστερά: το προϊόν είναι φρέσκο. Δεξιά: το προϊόν έχει αλλοιωθεί και δεν είναι κατάλληλο προς κατανάλωση.	87 σελ.
Εικ. 28	Δείγμα κύριας διαφανής συσκευασίας (blister).	90 σελ.
Εικ. 29	Πρότυπο σύστημα παρακολούθησης διαχείρισης φαρμάκων.	92 σελ.
Εικ. 30.	Γραφικό περιβάλλον επικοινωνίας χρήστη.	93 σελ.
Εικ. 31	Συσκευασία με το σύστημα Med-ic ECM.	94 σελ.
Εικ. 32	Γραφικό περιβάλλον επικοινωνίας χρήστη.	95 σελ.
Εικ. 33	Έξυπνο ερμάριο αποθήκευσης φαρμάκων τύπου MED.IC.	96 σελ.
Εικ. 34	Εκτυπωτής έξυπνων βραχιο-λιών με ενσωματωμένους αναμεταδότες RFID.	97 σελ.
Εικ. 35	RFID Pocket PC.	97 σελ.
Εικ. 36.	RFID Tablet PC.	97 σελ.
Εικ. 37	Επικοινωνία αναμετα-δότη με συσκευή ανάγνωσης.	98 σελ.
Εικ. 38	Γραφικό περιβάλλον επικοινωνίας χρήστη.	98 σελ.
Εικ. 39 & 40.	Γραφικό περιβάλλον επικοινωνίας χρήστη.	99 σελ.
Εικ. 41.	Σύστημα επικοινωνίας της ePro. Ο σχεδιαστής διαμορφώνει τις προδιαγραφές του συστήματος, οι ασθενείς επικοινωνούν μέσω του LogPad και οι ειδικοί μέσω του StudyPad. Τα δεδομένα μεταφέρονται κρυπτογραφημένα σε βάση δεδομένων και μέσω του λογισμικού StudyWorks χρησιμοποιούνται από τους αρμόδιους φορείς. Διατηρείται αρχείο σε CD ή DVD-ROM.	101 σελ.
Εικ. 42.	Η φορητή συσκευή LogPad.	101 σελ.
Εικ. 43.	Παράδειγμα από γραφικό περιβάλλον χρήστη του LogPad.	102 σελ.
Εικ. 44.	Για μεγαλύτερη ασφάλεια χρησιμοποιείται κωδικός πρόσβασης του χρήστη.	102 σελ.
Εικ. 45	Χρησιμοποιούνται ερωτήσεις με απαντήσεις 'Ναι' ή 'Όχι' για λόγους ευχρηστίας.	102 σελ.
Εικ. 46	Χρησιμοποιείται οπτική αναλογική κλίμακα για την μέτρηση πόνου. Ο χρήστης δείχνει το σημείο έντασης του πόνου που έχει, κατά μήκος της γραμμής και οι τιμές καταγράφονται αυτόματα.	102 σελ.
Εικ. 47	Οι χρήστες δεν μπορούν να συνεχίσουν την επικοινωνία τους με το σύστημα σε περίπτωση που δεν έχουν επιλέξει κάποια επιτρεπτή απάντηση. Δεν υπάρχει επιλογή συνέχειας.	102 σελ.
Εικ. 48	Το σύστημα επιβεβαιώνει την σωστή εισαγωγή δεδομένων.	102 σελ.
Εικ. 49 & 50.	Ειδική απεικόνιση όπου ο χρήστης δείχνει συγκεκριμένο σημείο του σώματος, όπου υπάρχει πρόβλημα.	103 σελ.
Εικ. 51.	Υπάρχει η δυνατότητα επικοινωνίας σε διάφορες γλώσσες.	103 σελ.
Εικ. 52.	Η αναφορά υπογράφεται από τον χρήστη για να επιβεβαιωθεί ότι ανταποκρίθηκε στο σύστημα.	103 σελ.
Εικ. 53.	Τα δεδομένα κρυπτογραφούνται και στέλνονται στον υπολογιστή διαχείρισης δικτύου μέσω ασύρματης επικοινωνίας.	103 σελ.
Εικ. 54.	Εισαγωγή δεδομένων με ακρίβεια από συσκευές με αισθητήρες, όπως όργανο μέτρησης της αναπνοής. Με αυτόν τον τρόπο επιβεβαιώνεται ότι οι χρήστες χρησιμοποιούν τις συσκευές σωστά.	103 σελ.

Εικ. 55	Τα δεδομένα του LogPad μπορούν να αναγνωστούν και μέσω διαδικτύου, από το StudyWorks.	104 σελ.
Εικ. 56	Το Intelligent Pharmaceutical Packaging της Cypak.	104 σελ.
Εικ. 57.	Τα στάδια κατασκευής του Intelligent Pharmaceutical Packaging της Cypak.	105 σελ.
Εικ. 58	<b>Η ροή δεδομένων.</b>	105 σελ.
Εικ. 59	Σχηματική απεικόνιση του συστήματος.	106 σελ.
Εικ. 60	Φαρμακευτική συσκευασία όπου είναι εμφανείς οι σημειώσεις του φαρμακοποιού «1 το μεσημέρι».	130 σελ.
Εικ. 61.	Χώρος αποθήκευσης φαρμάκων όπου οι συσκευασίες είναι άτακτα τοποθετημένες. Όπως φαίνεται και στην εικόνα, δεν είναι ευδιάκριτα τα ονόματα ορισμένων φαρμάκων και μεγαλύτερες σε μέγεθος συσκευασίες βρίσκονται πάνω από μικρότερες.	132 σελ.
Εικ. 62	Φάρμακο Ενιολ του οποίου η συσκευασία έχει πράσινο χρώμα.	134 σελ.
Εικ. 63	Φάρμακο Ενιολ Α του οποίου η συσκευασία έχει πράσινες και άσπρες ρίγες. Είναι εμφανές ότι ξεχωρίζει από το Ενιολ.	134 σελ.
Εικ. 64	<i>1η πρόταση:</i> Η έξυπνη συσκευασία επικοινωνεί με ειδικά διαμορφωμένη οθόνη.	143 σελ.
Εικ. 65 α	<i>2η πρόταση:</i> Η έξυπνη συσκευασία με ενσωματωμένη οθόνη.	143 σελ.
Εικ. 65 β	Δείγμα εύκαμπτης οθόνης που μπορεί να τοποθετηθεί σε μια τέτοιου τύπου συσκευασία από την εταιρεία Plastic Logic.	143 σελ.
Εικ. 66	<i>3η πρόταση:</i> Η έξυπνη συσκευασία συνδέεται με ηλεκτρονικό υπολογιστή. Στην εικόνα φαίνονται τα εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται για την υλοποίηση αυτού του συστήματος, ο ηλεκτρονικός υπολογιστής και η συσκευή ανάγνωσης.	145 σελ.
Εικ. 67	Διάφοροι τύποι αναμεταδοτών. Στην πρώτη περίπτωση ο αναμεταδότης είναι υπό μορφή κάρτας, από πλαστικό PVC, εκτυπώσιμος και με επανεγγράφιμη ενσωματωμένη μνήμη. Στην δεύτερη περίπτωση, οι αναμεταδότες είναι διαθέσιμοι υπό μορφή ρολού, αλλά χρησιμοποιούνται περισσότερο για συχνότητα επικοινωνίας UHF. Στην τρίτη εικόνα ο παθητικός αναμεταδότης είναι στρογγυλός, μικρού μεγέθους από πολυαιθυλένιο και πολυεστέρα. Στην τελευταία εικόνα υπάρχει ένα άλλο δείγμα από μία ειδική κατηγορία αναμεταδοτών που κατασκευάζονται από γυαλί. Οι αναμεταδότες αυτοί είναι μικροί σε μέγεθος, έχουν μεγάλη αντοχή στην υγρασία και τις υψηλές θερμοκρασίες, οπότε είναι η ιδανική επιλογή για βιομηχανικές εφαρμογές.	146 σελ.
Εικ. 68	Η συσκευή ανάγνωσης QC - 6600.	147 σελ.
Εικ. 69	Η συσκευή ανάγνωσης Flash Memory Stick USB.	148 σελ.
Εικ. 70	Προσχέδιο προτεινόμενης συσκευής ανάγνωσης.	148 σελ.
Εικ. 71	<b>Πίνακας ιστοριών 1.</b> Η φαρμακευτική συσκευασία εισέρχεται το πεδίο εκπομπής ραδιοκυμάτων της συσκευής ανάγνωσης. Ο αναμεταδότης ενεργοποιείται και στην οθόνη του ηλεκτρονικού υπολογιστή εμφανίζεται ενημερωτικό μήνυμα εντοπισμού του. Όταν ο χρήστης επιλέξει «προβολή», εμφανίζεται η γραφική διεπαφή (πίνακας ιστοριών 2). Εάν ο χρήστης επιλέξει «X» δεν εμφανίζεται η εφαρμογή και κλείνει το προειδοποιητικό μήνυμα.	151 σελ.
Εικ. 72	<b>Πίνακας ιστοριών 2.</b> Η αρχική σελίδα της γραφικής διεπαφής επικοινωνίας χρήστη, όπου χρησιμοποιείται ως παράδειγμα το φάρμακο Deron..	152 σελ.
Εικ. 73	Η εικόνα αυτή ενημερώνει το χρήστη για τα φάρμακα που πρέπει να καταναλώσει στις 6:00 το απόγευμα. Πατώντας το κουμπί έξοδος ο χρήστης επιστρέφει στην προηγούμενη οθόνη που αναφέρεται στο σχέδιο 2	155 σελ.
Εικ. 74	Δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη να ρυθμίσει την δοσολογία, δηλαδή την ποσότητα των χαπιών που καταναλώνει ανά ημέρα ή εβδομάδα.	157 σελ.

Εικ. 75	Πεδία συμπλήρωσης ημερομηνίας και ώρας έναρξης της θεραπείας .	158 σελ.
Εικ. 76	Πεδίο συμπλήρωσης διάρκειας της θεραπείας. Έτσι, γίνεται αντιληπτό από το σύστημα πότε ολοκληρώνεται η θεραπεία.	158 σελ.
Εικ. 77	Μήνυμα ειδοποίησης μετά την αποθήκευση των νέων στοιχείων.	158 σελ.
Εικ. 78	Πληροφορίες για τη σύνθεση φαρμάκου.	161 σελ.
Εικ. 79	Πληροφορίες για την ορθολογική χρήση φαρμάκων.	161 σελ.
Εικ. 80	Η επόμενη δόση που εμφανίζεται τον χρήστη.	163 σελ.
Εικ. 81.	Ενημερωτικό μήνυμα επιβεβαίωσης ότι ο χρήστης θέλει να παραλείψει μία δόση.	163 σελ.
Εικ. 82	Ενημερωτικό μήνυμα.	163 σελ.
Εικ. 83.	Στην οθόνη όπου εμφανίζονται οι πληροφορίες για την σύνθεση φαρμάκου, υπάρχει κουμπί που παραπέμπει το χρήστη στη δοσολογία.	171 σελ.
Εικ. 84	Στο κάτω αριστερά μέρος της οθόνης βρίσκεται το κουμπί που παραπέμπει στην αρχική οθόνη και κάτω δεξιά το κουμπί «Έξοδος».	171 σελ.
Εικ. 85	Σύνδεσμος που βρίσκεται στο πάνω μέρος της οθόνης «Προσθήκη νέου φαρμάκου».	171 σελ.
Εικ 86.	Όταν το προϊόν είναι ανοικτό υπάρχει ειδικός δείκτης που προειδοποιεί με σχετική ένδειξη.	172 σελ.
Εικ. 87	Αν ο χρήστης επιλέξει το κουμπί «Δοσολογία», εμφανίζεται στην οθόνη του η παραπάνω οθόνη. Σε αυτήν την περίπτωση, ο όρος δοσολογία χρησιμοποιείται ως τίτλος, για να παρουσιάσει στο χρήστη πότε πρέπει να λάβει την επόμενη δόση από το συγκεκριμένο φάρμακο.	172 σελ.
Εικ. 88.	Επιλέγοντας «Αποθήκευση» στην οθόνη αλλαγής στοιχείων, εμφανίζονται οι οδηγίες θεραπείας με τα καινούρια δεδομένα.	173 σελ.
Εικ. 89.	Οθόνη ένδειξης της ενθύμησης. Τα κουμπιά που υπάρχουν στο δεξί μέρος της οθόνης χρησιμεύουν για την διαχείριση της ειδοποίησης από τον χρήστη.	173 σελ.

## Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 1	Οι διαφορές ανάμεσα στους παθητικούς και τους ενεργούς αναμεταδότες.	45 σελ.
Πίνακας 2	Οι τιμές συχνότητων που χρησιμοποιούνται σε διάφορες χώρες.	58 σελ.
Πίνακας 3	Κατανομή χρηστών ανά ηλικία.	167 σελ.



# Κεφάλαιο 1 - Εισαγωγή

---

# Εισαγωγή

---

Αρχικά, στο κεφάλαιο αυτό γίνεται αναφορά στην έννοια της έξυπνης συσκευασίας και στον λόγο σχεδίασης και ανάπτυξης έξυπνων συσκευασιών, μέσω της ανάλυσης των αναγκών που οι συσκευασίες αυτές καλύπτουν και τους σκοπούς που εξυπηρετούν. Σκοπός της ανάλυσης είναι να γίνει κατανοητό τι είναι η έξυπνη συσκευασία, από τι αποτελείται, πως διαμορφώνεται, ποιοι οι στόχοι και ο σκοπός ανάπτυξής της. Η ανάλυση αυτή γίνεται από την σκοπιά του καταναλωτή και του κατασκευαστή. Ο τρόπος διαμόρφωσης έξυπνων συσκευασιών οφείλει να εξυπηρετεί και τις δύο αυτές κατηγορίες χρηστών, που έρχονται σε άμεση επαφή με τα προϊόντα. Από την πλευρά των καταναλωτών, η έξυπνη συσκευασία σκοπεύει να δημιουργήσει συσκευασίες πιο φιλικές και εύχρηστες, που προσαρμόζονται στις απαιτήσεις τους και στις αλλαγές του τρόπου ζωής τους. Από την πλευρά των κατασκευαστών, η έξυπνη συσκευασία σκοπεύει να μειώσει τα προβλήματα που υπάρχουν κατά την παραγωγή και μεταφορά των προϊόντων στα σημεία πώλησης. Έπειτα, γίνεται αναφορά στις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για την διαμόρφωση έξυπνων συσκευασιών. Οι τεχνολογίες αυτές είναι το RFID (Radio Frequency Identification), τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων, τα έξυπνα υλικά και οι δείκτες. Στο εισαγωγικό αυτό κεφάλαιο παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά, οι λειτουργίες και οι εφαρμογές των τεχνολογιών αυτών. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην τεχνολογία RFID, καθώς αποτελεί το βασικό μέσο διαμόρφωσης έξυπνων συσκευασιών και οι λειτουργίες της αναλύονται στο επόμενο κεφάλαιο. Τέλος, παρουσιάζονται οι τομείς εφαρμογής των έξυπνων συσκευασιών που είναι η εφοδιαστική αλυσίδα, οι συσκευασίες τροφίμων και ο τομέας της υγείας.

## 1.1 Βασικοί ορισμοί για την έξυπνη συσκευασία

Ο όρος έξυπνη συσκευασία αναφέρεται στην διαδικασία προσθήκης επιπλέον ιδιοτήτων και χαρακτηριστικών σε μια τυπική συσκευασία. Γενικότερα, οι τυπικές συσκευασίες έχουν ως στόχο να μεταφέρουν ένα προϊόν, να το προστατεύσουν από τις διάφορες καιρικές συνθήκες αλλά και από φθορές, κατά τη μεταφορά του, να το προωθήσουν στα σημεία πώλησης, σε ότι αφορά τη μάρκα του και διάφορες άλλες διεργασίες γνωστές μέχρι σήμερα. Η έξυπνη συσκευασία έχει ως στόχο να προσθέσει επιπλέον λειτουργίες σε μια τυπική συσκευασία, που σκοπεύουν να μετατρέψουν το προϊόν σε ένα αντικείμενο που λειτουργεί δυναμικά και ενεργά απέναντι στα ερεθίσματα που δέχεται, είτε προστατεύοντας το περιεχόμενό του, είτε για να επικοινωνήσει με άλλα περιβάλλοντα λειτουργίας.



Οι βασικότερες επεξηγήσεις του όρου «έξυπνης συσκευασίας» είναι οι εξής:

1. «Η έξυπνη συσκευασία διαμορφώνεται με την προσθήκη σε μια τυπική συσκευασία επιπλέον ιδιοτήτων και χαρακτηριστικών. Τα χαρακτηριστικά αυτά διαχωρίζονται ανάλογα με την λειτουργία σε ηλεκτρονικά, μηχανικά, χημικά ή και συνδυασμούς τους» (Harrop P., 2004, IDTechEx).
2. «Οι συσκευασίες στο μέλλον θα είναι έξυπνες και θα έχουν την δυνατότητα αίσθησης, παρακολούθησης της κατάστασης του προϊόντος και ένδειξης» (Csiro, 2005).

«Ο όρος έξυπνη συσκευασία αναφέρεται σε συσκευασίες που είναι αρκετά λειτουργικές και εύχρηστες. Περιλαμβάνει τη χρήση τεχνολογιών που προσθέτουν χαρακτηριστικά, τα οποία καθιστούν ικανή την συσκευασία να χρησιμοποιείται σαν αναπόσπαστο κομμάτι του προϊόντος. Τέτοιες συσκευασίες εκτελούν επιπλέον λειτουργίες, ανταποκρίνονται σε ερεθίσματα που δέχονται από το περιβάλλον, κάνουν το προϊόν πιο εύχρηστο για τον καταναλωτή ή δίνουν την δυνατότητα να καθορίζεται η θέση του στην εφοδιαστική αλυσίδα. Η έξυπνη συσκευασία βασίζεται στην χρήση χημικών, ηλεκτρονικών, ηλεκτρικών και μηχανικών τεχνολογιών, ή οποιοδήποτε συνδυασμό αυτών. Μια συσκευασία θεωρείται έξυπνη όταν ενσωματώνει κάποια μορφή τεχνολογίας πληροφοριακού συστήματος, όπως είναι το RFID. Μπορεί όμως η λειτουργία της να πηγαίνει ένα βήμα παραπέρα με την ενσωμάτωση και άλλων τεχνολογιών που ποικίλουν, όπως αυτές που προσδίδουν ιδιότητες αυτό-θέρμανσης, που υποδηλώνουν την φρεσκάδα ενός προϊόντος, που παρέχουν οδηγίες χρήσης και άλλα» (NanoMarkets, 2006).

## **1.2 Επισκόπηση αναγκών και στόχων για την έξυπνη συσκευασία**

Η ανάπτυξη και σχεδίαση έξυπνων συσκευασιών σκοπεύει να καλύψει τις συνεχώς αυξανόμενες απαιτήσεις για ασφαλείς και εύκολες στη χρήση συσκευασίες και προϊόντα, από την πλευρά των καταναλωτών αλλά και των κατασκευαστών. Καθώς η διαμόρφωση και ο τρόπος χρήσης των προϊόντων συνεχώς εξελίσσεται, η συσκευασία που τα περικλείει οφείλει να ακολουθεί την εφαρμογή νέων τεχνολογιών στην καθημερινή ζωή των καταναλωτών. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν εφαρμογές όπου παρατηρείται συνεργασία έξυπνων συσκευασιών και έξυπνων ηλεκτρικών συσκευών, όπως η επικοινωνία κινητού τηλεφώνου με έξυπνες ετικέτες προϊόντων, μέσω της τεχνολογίας RFID. Οι συσκευασίες σήμερα οφείλουν να είναι δυναμικές και ικανές να εκτελούν πολλές λειτουργίες, καθώς επίσης, να συμμορφώνονται στις απαιτήσεις ευχρηστίας, προστασίας των προϊόντων και πρόληψης από λάθη, αύξησης πωλήσεων, μείωσης του κόστους και τέλος, να προσαρμόζονται στον τρόπο ζωής και τις συνήθειες των καταναλωτών. Η έξυπνη συσκευασία έχει ως στόχο να εξυπηρετήσει τους παρακάτω σκοπούς των καταναλωτών και των κατασκευαστών.

## 1.2.1 Απαιτήσεις καταναλωτών

Στην ενότητα αυτή αναφέρονται οι παράγοντες που συμβάλουν στην διαμόρφωση έξυπνων συσκευασιών και ενθαρρύνουν τη χρήση τους (RFID Journal 2005, IDTechEX, 2005, NanoMarkets, 2006). Η αναφορά γίνεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις και τον τρόπο ζωής των καταναλωτών, αλλά και χρήσης των προϊόντων από αυτούς. Οι παράγοντες αυτοί είναι η σχεδίαση φιλικών συσκευασιών προς το χρήστη, η διασφάλιση της ποιότητας των προϊόντων, η αλλαγή του τρόπου ζωής και ο βαθμός εξοικείωσης των χρηστών με τις νέες τεχνολογίες.

### • Συσσκευασίες φιλικές προς το χρήστη

Οι συσκευασίες οφείλουν να σχεδιάζονται με βάση τα λειτουργικά χαρακτηριστικά του προϊόντος για το οποίο προορίζονται και τον τρόπο χρήσης του από τον καταναλωτή, έτσι ώστε να εκπληρώνουν το σκοπό τους. Για παράδειγμα, οι συσκευασίες εύθραυστων αντικειμένων οφείλουν να είναι έτσι σχεδιασμένες ώστε να προστατεύεται το περιεχόμενό τους. Προϊόντα όπως τα τρόφιμα είναι αρκετά ευπαθή και οφείλουν να προστατεύονται από αλλοιώσεις, που μπορεί να προκληθούν από την έκθεσή τους σε ακατάλληλες συνθήκες περιβάλλοντος, μέσω της συσκευασίας τους. Επίσης, σημαντικός παράγοντας κατά την σχεδίαση είναι το βάρος, προϊόντα με αυξημένο βάρος χρειάζονται ενισχυμένη αντοχή στη συσκευασία τους, ιδιαίτερα κατά τη μεταφορά τους. Οι φιλικές συσκευασίες σχεδιάζονται με βάση τις δύο αυτές αρχές, ταυτόχρονα όμως πρέπει να συνυπολογιστούν και άλλες παράμετροι όπως το υλικό από το οποίο αποτελείται αυτή η συσκευασία, αλλά και από τον τρόπο ανοίγματος, κρατήματος, αποθήκευσης και άλλα στοιχεία που αφορούν την χρήση του προϊόντος.

Με άλλα λόγια, οι συσκευασίες οφείλουν να είναι εύχρηστες, καθώς αποτελούν μέσο επικοινωνίας του προϊόντος με τον καταναλωτή. Όταν ο καταναλωτής δυσκολεύεται να χειριστεί μία συσκευασία, αποστρέφεται και από την αγορά του συγκεκριμένου προϊόντος. Η ευχρηστία δεν περιορίζεται στα υλικά και τις ενδείξεις που χαρακτηρίζουν μια συσκευασία, αλλά επεκτείνεται και στον τρόπο επικοινωνίας και χρήσης της συσκευασίας κατά την κατανάλωση του προϊόντος. Στους τομείς εφαρμογής που αναπτύσσονται, η έξυπνη συσκευασία αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι του προϊόντος και λειτουργεί σε όλη την διάρκεια ζωής του. Ενσωματώνονται καινούρια συστήματα και λειτουργίες που μετατρέπουν την συσκευασία σε έξυπνη, προσθέτοντας επιπλέον ιδιότητες και χαρακτηριστικά, τα οποία έχουν ως στόχο την καλύτερη εξυπηρέτηση των καταναλωτών με ακριβείς ενδείξεις λειτουργίας.

### • Ενημέρωση και διασφάλιση ποιότητας

Οι καταναλωτές σήμερα είναι αρκετά συνειδητοποιημένοι για τις αγορές τους, αφού έχουν την δυνατότητα να ενημερώνονται για τις διαδικασίες παραγωγής, μεταφοράς και αποθήκευσης των προϊόντων πριν αγοραστούν. Οι καταναλωτές απαιτούν την διαφύλαξη της ποιότητας των προϊόντων σε κάθε τομέα, είτε αφορά τρόφιμα είτε φαρμακευτικά προϊόντα. Επιπλέον, επιθυμούν να γνωρίζουν την προέλευση των προϊόντων και τυχόν αλλοιώσεις τους, οι οποίες πολλές φορές δεν είναι άμεσα

ορατές. Η δυνατότητα αυτή προσφέρεται μέσω των νέων τεχνολογιών που αναπτύσσονται, όπως είναι το RFID, τα δίκτυα αισθητήρων και ειδικότερα για προϊόντα όπως τα τρόφιμα, χρησιμοποιούνται ειδικές τεχνικές ένδειξης φρεσκάδας όπως είναι οι δείκτες χρόνου και θερμοκρασίας. Οι έξυπνες συσκευασίες παρέχουν ενημέρωση μέσω κατάλληλων ενδείξεων για την κατάσταση του προϊόντος, οπότε τα προϊόντα που περιέχονται σε αυτές κερδίζουν την εμπιστοσύνη των καταναλωτών.

### • **Αποδοχή νέων τεχνολογιών και εξοικείωση με τη χρήση τους**

Όλο και περισσότεροι καταναλωτές επωφελούνται και συνειδητοποιούν τα πλεονεκτήματα χρήσης νέων τεχνολογιών, ως μέσα επικοινωνίας και διεκπεραίωσης διαφόρων συναλλαγών. Όλο και περισσότεροι χρήστες αγοράζουν προϊόντα μέσω διαδικτύου, χρησιμοποιούν το κινητό τους τηλέφωνο ή άλλες φορητές συσκευές, σαν μέσα χρηματικών συναλλαγών και άλλες παρόμοιες εφαρμογές χρήσης πληροφοριακών συστημάτων. Γενικότερα, αρκετοί καταναλωτές συμμετέχουν στην τεχνολογική αυτή ανάπτυξη και ενδιαφέρονται για την γρήγορη και χωρίς προβλήματα εξυπηρέτησή τους. Από την άλλη υπάρχει ο φόβος διαρροής προσωπικών δεδομένων και εξαπάτησης. Παρόλα αυτά, αναπτύσσονται συνεχώς τεχνικές προστασίας των καταναλωτών, είτε με τεχνικά, είτε με νομικά μέσα.

Οι έξυπνες συσκευασίες συνεργάζονται με ήδη υπάρχουσες εφαρμογές, αλλά και με άλλες παράλληλα εξελισσόμενες, όπως για παράδειγμα οι έξυπνες φορητές συσκευές, όπως τα κινητά τηλέφωνα και άλλα. Εφόσον άλλοι τομείς εφαρμογής παρόμοιων τεχνολογιών εξελίσσονται, οι συσκευασίες προϊόντων δεν μπορούν να μείνουν αμέτοχες. Με την ενσωμάτωση έξυπνων ετικετών προσαρμόζονται στα νέα δεδομένα των πανταχού παρόντων υπολογιστών και συμβάλλουν στην παραπέρα ανάπτυξη νέων εφαρμογών.

### • **Αλλαγή του τρόπου ζωής**

Η αλλαγή στον τρόπο ζωής των καταναλωτών και οι εξελίξεις που καταγράφονται στα δημογραφικά στοιχεία των ανεπτυγμένων χωρών, όπως οι χώρες της ευρωπαϊκής ένωσης, συμβάλουν στην διαμόρφωση και τον τρόπο λειτουργίας των έξυπνων συσκευασιών (Barnes, 2006, [www.in-pharmatechnologist.com](http://www.in-pharmatechnologist.com)). Οι παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη, για την αποτελεσματική ανάπτυξη και σχεδιάσή τους, είναι ο συνεχώς αυξανόμενος πληθυσμός ατόμων ηλικίας άνω των 65 ετών και η βελτίωση του βιοτικού επιπέδου (Eurostat, 2005). Το γεγονός αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να αλλάζουν οι ανάγκες και οι καθημερινές συνήθειες των ατόμων αυτών. Τα στοιχεία υποδηλώνουν μακροβιότητα και καλή ποιότητα ζωής. Οπότε, η κατηγορία αυτή των ανθρώπων αποτελεί ανερχόμενη και πολλά υποσχόμενη κατηγορία καταναλωτών, με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά. Μερικά από αυτά είναι οι περιορισμένες και συγκεκριμένες διατροφικές συνήθειες, η κατανάλωση φαρμάκων σε ημερήσια βάση, ο ελεύθερος χρόνος για την ανάπτυξη δραστηριοτήτων και άλλα. Πλέον οι ηλικιωμένοι άνθρωποι χρησιμοποιούν συσκευές νέας τεχνολογίας με ευκολία και μπορούν να ανταποκριθούν στις ανάγκες χρήσης των λειτουργικών τους συστημάτων με μεγαλύτερη ευελιξία.

Εκτός από τα ηλικιωμένα άτομα, ξεχωριστή κατηγορία και συνεχώς αυξανόμενη σε αριθμό, αποτε-

λούν και τα άτομα που κατοικούν μόνα τους, τα οποία έχουν ξεχωριστές συνήθειες και τρόπο ζωής. Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν κυρίως άνθρωποι νεαροί σε ηλικία, οι οποίοι τις περισσότερες ώρες της ημέρας εργάζονται. Τα άτομα αυτά έχουν ξεχωριστές συνήθειες από μια οικογένεια, για παράδειγμα, σπάνια μαγειρεύουν, οπότε επιλέγουν προϊόντα φαγητού για τα οποία δεν απαιτείται ιδιαίτερη προετοιμασία μέχρι να καταναλωθούν και ο τρόπος συσκευασίας τους προβλέπει την εύκολη χρήση τους. Όπως γίνεται αντιληπτό, οι συσκευασίες των προϊόντων πρέπει να προσαρμόζονται στον τρόπο ζωής και τις συνήθειες των καταναλωτών. Ο σύγχρονος τρόπος ζωής διακρίνεται από μια διαρκή εξέλιξη, την οποία πρέπει να ακολουθήσει και η διαμόρφωση των έξυπνων συσκευασιών για να είναι αποτελεσματική η χρήση των προϊόντων και να ανταποκρίνεται στις ανάγκες των χρηστών.

## 1.2.2 Απαιτήσεις κατασκευαστών

Στην ενότητα αυτή γίνεται αναφορά στις απαιτήσεις για την χρήση νέων συστημάτων στα προϊόντα και τις συσκευασίες, από μεριάς κατασκευαστών. Οι κατασκευαστές επιβαρύνονται με το κόστος υιοθέτησης και εγκατάστασης των νέων συστημάτων, όμως επωφελούνται από άλλους παράγοντες, όπως είναι η προστασία των προϊόντων τους, ο έλεγχος διαχείρισης τους, οι αυτοματοποίηση διαδικασιών και άλλα που αναφέρονται παρακάτω.

### • Πρόληψη λαθών

Οι νέες συσκευασίες έχουν ως στόχο να εξυπηρετήσουν τους κατασκευαστές προϊόντων μειώνοντας λάθη και επιλύοντας προβλήματα που παρουσιάζονται κυρίως κατά την διαχείριση τους, από το σημείο παραγωγής τους μέχρι την άφιξη τους στο κατάστημα λιανικής πώλησης. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η χρήση της τεχνολογίας RFID στην διαδικασία της εφοδιαστικής αλυσίδας. Με την εφαρμογή αυτή, στόχος είναι η πρόληψη και σωστή διαχείριση προβληματικών καταστάσεων, όπως οι λάθος παραλαβές, φαινόμενα πλαστογραφίας, ανακλήσεις προϊόντων και άλλα (Ομάδα Εργασίας ΟΕ Ζ2, 2004). Τα φαινόμενα αυτά εμφανίζονται αρκετά συχνά και προκαλούν μεγάλα προβλήματα σε κατασκευαστές και εταιρείες διανομής προϊόντων. Με την χρήση τεχνολογιών έξυπνων συσκευασιών, σε όλη την διαδικασία της εφοδιαστικής αλυσίδας, τα προϊόντα ελέγχονται και παρέχουν ενδείξεις και πληροφορίες για όλη τη διάρκεια ζωής τους που ξεκινάει από την διαδικασία παραγωγής τους, συνεχίζει κατά τη μεταφορά τους και αποθήκευσή τους στα σημεία πώλησης. Οι πληροφορίες αυτές αφορούν την ημερομηνία παραγωγής και λήξης, τη θερμοκρασία προϊόντος, κάποια σχετική ένδειξη σε περίπτωση που έχουν υποστεί κάποια αλλοίωση και άλλα. Συγκεκριμένα, κατά τη διάρκεια της εφοδιαστικής αλυσίδας, ανά πάσα στιγμή μπορεί να ελεγχθεί που βρίσκεται κάποιο προϊόν, για πόσο χρονικό διάστημα θα παραμείνει εκεί και που θα δρομολογηθεί στη συνέχεια. Επίσης, παρέχονται πληροφορίες που αφορούν το περιεχόμενο μιας παλέτας συσκευασμένων προϊόντων, ώστε να γίνεται πιο εύκολα ο έλεγχος διανομής και παραλαβής εμπορευμάτων. Αναλυτικά τα οφέλη από αυτήν την εφαρμογή αναφέρονται στο σχετικό κεφάλαιο.

## • Προώθηση της μάρκας

Διάφορες τεχνικές μάρκετινγκ και προώθησης προϊόντων, σε συνδυασμό με τα γραφικά που διαμορφώνουν την εμφάνιση των συσκευασιών, βοηθούν στην διαφοροποίηση των προϊόντων από άλλα παρόμοιου είδους. Η αγορά σήμερα είναι αρκετά ανταγωνιστική για πολλά προϊόντα, ειδικότερα στον τομέα των τροφίμων και των φαρμάκων. Κατά καιρούς, έχουν χρησιμοποιηθεί διάφορα τεχνάσματα προώθησης των προϊόντων. Η τεχνική που ακολουθείται σε κάθε περίπτωση εξαρτάται από το κοινό στο οποίο απευθύνεται το προϊόν και το είδος του. Έτσι, η κάθε εταιρεία χρησιμοποιεί διαφορετικές τεχνικές, ώστε να διαφοροποιηθεί και να ξεχωρίσει στην αγορά από τα ανταγωνιστικά προϊόντα. Μία από τις τεχνικές αυτές είναι η έμφαση στην χρήση νέων τεχνολογιών σε ένα προϊόν, που προσφέρει πλεονεκτήματα σε τομείς όπως η ευχρηστία, η διάρκεια ζωής του, η διασφάλιση της ποιότητάς του και άλλα. Η χρήση νέων τεχνολογιών δίνει επιπλέον χαρακτηριστικά και λειτουργίες στα προϊόντα και χρησιμοποιούνται ως μέσα για την προώθηση της μάρκας τους.

Στόχος της διαδικασίας αυτής είναι η αναγνώριση του προϊόντος και η αύξηση των πωλήσεων του. Οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται εξαρτώνται από το είδος και την λειτουργία του προϊόντος. Για παράδειγμα, στα τρόφιμα δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην ποιότητα και την διάρκεια ζωής. Έτσι, η εφαρμογή της τεχνολογίας RFID και οποιοδήποτε άλλη σε αυτόν τον τομέα, στοχεύει στην διαφύλαξη της ποιότητας. Οπότε, η προώθηση του προϊόντος γίνεται με επιπρόσθετη αναφορά σαν αξία, την χρήση προηγμένων τεχνολογιών που στοχεύουν στην διατήρηση της ποιότητας του (ElAmin, 2006). Πέρα από την ποιότητα, υπάρχουν και άλλα παραδείγματα χρήσης έξυπνων συσκευασιών για την προώθηση προϊόντων, τα οποία στοχεύουν στην αντιστοίχιση του ονόματος μιας εταιρείας με την χρήση υψηλής τεχνολογίας.

## • Αυτοματοποίηση διαδικασιών

Διαδικασίες όπως η απογραφή εμπορευμάτων και ο έλεγχος των παραγγελιών, κατά την διάρκεια μεταφοράς προϊόντων και διαχείρισης αποθεμάτων, αυτοματοποιούνται με την εφαρμογή νέων τεχνολογιών, όπως το RFID στις συσκευασίες. Στόχος είναι να μειωθούν οι καθυστερήσεις και τα λάθη που παρατηρούνται κατά την διεξαγωγή αυτών των διαδικασιών, αλλά και να διευκολυνθεί ο τρόπος που γίνονταν αυτές οι εργασίες. Η αυτοματοποίηση τέτοιων διαδικασιών βοηθάει στην μείωση του χρόνου δρομολόγησης των προϊόντων και συμβάλλει στην εξάλειψη των λαθών, οπότε μειώνεται το κόστος παραγωγής για τους κατασκευαστές και γίνεται πιο γρήγορα η εξυπηρέτηση των καταναλωτών (Ομάδα Εργασίας ΟΕ Ζ2, 2004).

Είναι αρκετά σημαντική η συμβολή της τεχνολογίας RFID στην διαδικασία της εφοδιαστικής αλυσίδας. Η τεχνολογία που χρησιμοποιείται ευρέως μέχρι σήμερα είναι ο γραμμωτός κώδικας. Η τεχνολογία αυτή υπάρχει εδώ και αρκετά χρόνια και έχει βελτιωθεί αρκετά ως προς τις δυνατότητες που μπορεί να προσφέρει. Από την άλλη, η τεχνολογία RFID είναι μία νέα προσέγγιση λειτουργίας της εφοδιαστικής αλυσίδας, πολλά υποσχόμενη. Η κάθε μία από αυτές προσφέρει τα δικά της πλεονεκτήματα

και μειονεκτήματα. Παρόλα αυτά, και στις δύο περιπτώσεις χρησιμοποιούνται ειδικές ετικέτες που προσαρμόζονται πάνω στα προϊόντα. Με την ενσωμάτωση έξυπνων ετικετών στις συσκευασίες των προϊόντων, ο έλεγχος του περιεχομένου τους γίνεται με την ανάγνωση της ετικέτας από την κατάλληλη συσκευή ανάγνωσης. Έτσι, ενημερώνεται ο υπεύθυνος παραλαβής των προϊόντων ότι έλαβε σωστά την παραγγελία. Επίσης, έμμεσα αυτοματοποιούνται και άλλες διαδικασίες, όπως ο έλεγχος αποθέματος στα ράφια των καταστημάτων, ο άμεσος εφοδιασμός τους και άλλες, που συμβάλλουν στην καλύτερη εξυπηρέτηση του καταναλωτή και μείωση του κόστους.

- **Αύξηση πωλήσεων και μείωση του κόστους παραγωγής**

Βασικός στόχος υιοθέτησης των νέων τεχνολογιών, που διαμορφώνουν έξυπνες συσκευασίες, είναι η αύξηση των πωλήσεων των προϊόντων και επομένως, αύξηση των κερδών για τους κατασκευαστές και από την άλλη, για τους καταναλωτές τα οφέλη είναι η καλύτερη εξυπηρέτηση, η μείωση φαινομένων εξαπάτησης και ο έλεγχος ποιότητας. Συγκεκριμένα, η αυτοματοποίηση της διαδικασίας διαχείρισης των προϊόντων και της εφοδιαστικής αλυσίδας μειώνει το κόστος παραγωγής τους, οπότε υπάρχει το οικονομικό περιθώριο για τις εταιρείες κατασκευής να στραφούν στην βελτίωση των προϊόντων τους μέσα από την υιοθέτηση της τεχνολογίας RFID και ανάπτυξη περαιτέρω εφαρμογών. Από την άλλη, ο τρόπος προώθησης ενός προϊόντος, από πλευράς μάρκετινγκ και η ευκολία λειτουργίας και χρήσης του με την ενσωμάτωση νέων τεχνολογιών, βοηθούν στην αύξηση των πωλήσεων των προϊόντων που περιέχονται σε έξυπνες συσκευασίες. Η αύξηση των πωλήσεων έχει ως αποτέλεσμα το κέρδος για τους κατασκευαστές.

### **1.3 Τεχνολογίες έξυπνης συσκευασίας**

Όπως αναφέρεται και στον ορισμό, οι έξυπνες συσκευασίες διαθέτουν επιπλέον λειτουργίες και χαρακτηριστικά από τις τυπικές συσκευασίες. Η διαμόρφωσή τους βασίζεται στην χρήση έξυπνων υλικών, αλλά και στην ενσωμάτωση ειδικών τεχνολογιών, που τις καθιστούν ικανές να συνδέονται με πληροφοριακά συστήματα. Οι βασικές τεχνολογίες είναι το RFID και τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων. Η χρήση της τεχνολογίας RFID είναι ένας ανερχόμενος τομέας λειτουργίας που αναπτύσσεται σε διάφορες εφαρμογές, που σχετίζονται με την παρακολούθηση, δρομολόγηση και ανίχνευση προϊόντων. Στο μέλλον ενδέχεται να αντικαταστήσει τον γραμμωτό κώδικα, που υπάρχει στα εμπορικά προϊόντα και θεωρείται προαγωγός της πανταχού παρούσας λειτουργίας των υπολογιστών. Στην εργασία αυτή δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην τεχνολογία RFID, της οποίας η λειτουργία και τα χαρακτηριστικά αναλύονται περισσότερο στο ομώνυμο κεφάλαιο. Στην ενότητα αυτή γίνεται μια σύντομη αναφορά και περιγραφή της λειτουργίας της. Τα δίκτυα αισθητήρων, είναι επίσης μία ανερχόμενη τεχνολογία, τις οποίας οι ιδιότητες και ο τρόπος λειτουργίας περιγράφονται σε αυτήν την ενότητα και δίνεται έμφαση στις εφαρμογές τους στον τομέα της συσκευασίας, ιδιαίτερα σε αυτές που διαμορφώνουν δίκτυα λειτουργίας σε συνεργασία με την τεχνολογία RFID. Έπειτα, γίνεται σύντομη



αναφορά στα έξυπνα υλικά, που συμβάλουν και αυτά με τη σειρά τους στην διαμόρφωση έξυπνων συσκευασιών.

### 1.3.1 RFID

Η τεχνολογία Radio Frequency Identification (RFID) είναι μία ασύρματη τεχνολογία επικοινωνίας, η οποία βασίζεται στην ανταλλαγή δεδομένων με την εκπομπή ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων (Domdouzis, 2006). Υποστηρίζεται ότι η τεχνολογία αυτή είναι η επόμενη γενιά εφαρμογής γραμμωτού κώδικα στα εμπορικά προϊόντα, αλλά και άλλου τύπου αντικείμενα καθημερινής χρήσης, κάνοντας πιο αποδοτικό τον τρόπο διαχείρισής και ανίχνευσής τους. Από την άλλη, υπάρχουν έντονες ανησυχίες για την εφαρμογή της τεχνολογίας αυτής σε τομείς που σχετίζονται με την παρακολούθηση όχι μόνο αντικειμένων αλλά και ανθρώπων, συλλέγοντας προσωπικά δεδομένα, καθώς υπάρχει ο κίνδυνος διαρροής των δεδομένων αυτών ή πρόσβαση σε αυτά από αναρμόδιους φορείς (McGinity, 2004).

#### • Περιγραφή λειτουργίας

Ένα τυπικό σύστημα RFID αποτελείται από δύο βασικά στοιχεία, μία συσκευή ανάγνωσης (reader) και έναν αναμεταδότη (tag). Η επικοινωνία ανάμεσα σε αυτά τα δύο εξαρτήματα πραγματοποιείται με τη χρήση κεραίας. Συγκεκριμένα, ο αναμεταδότης είναι εξάρτημα το οποίο τοποθετείται στα αντικείμενα που προορίζονται για ανίχνευση, και η συσκευή ανάγνωσης εκπέμπει τα ραδιοκύματα. Τα ραδιοκύματα αυτά εντοπίζονται από την κεραία του αναμεταδότη, όταν εισέρχεται στο πεδίο εκπομπής τους. Ο αναμεταδότης RFID αποτελείται από δύο στοιχεία, ένα ενσωματωμένο ηλεκτρονικό κύκλωμα και μία κεραία. Το κύκλωμα αυτό με την σειρά του, αποτελείται από τον μικροεπεξεργαστή και τη μνήμη αποθήκευσης των δεδομένων. Τα δύο αυτά εξαρτήματα, αναμεταδότης και συσκευή ανάγνωσης, πρέπει να βρίσκονται στο ίδιο πεδίο εκπομπής ραδιοκυμάτων της ίδιας ζώνης συχνοτήτων για να επικοινωνούν. Στη συνέχεια, το μικροσίπ του αναμεταδότη επεξεργάζεται και διαμορφώνει κατάλληλα τα δεδομένα που υπάρχουν αποθηκευμένα στη μνήμη του, τα οποία με τη βοήθεια της κεραίας του, μεταδίδονται στην συσκευή ανάγνωσης. Η συσκευή ανάγνωσης μετατρέπει τα δεδομένα σε ψηφιακή πληροφορία, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί και να επεξεργαστεί από έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή. Η αναγνώριση των αναμεταδοτών πραγματοποιείται μέσω ενός αριθμού, του Ηλεκτρονικού Κώδικα Προϊόντος (Electronic Product Code) ή αριθμού EPC, ο οποίος είναι μοναδικός για κάθε ετικέτα RFID, οπότε και για κάθε προϊόν και παρέχει τις βασικές πληροφορίες για αυτό. Η συσκευή ανάγνωσης συλλέγει δεδομένα από τους αναμεταδότες, πέρα από τον αριθμό αναγνώρισης. Τα δεδομένα αυτά μπορεί να είναι είτε κρυπτογραφημένα, είτε σε οποιαδήποτε άλλη μορφή.

Υπάρχουν διάφοροι τύποι αναμεταδοτών οι οποίοι διαχωρίζονται με βάση τον τρόπο που λαμβάνουν ενέργεια λειτουργίας. Έτσι, υπάρχουν οι παθητικοί και οι ενεργοί αναμεταδότες. Οι πρώτοι δεν έχουν μπαταρία ως πηγή ενέργειας, για να λειτουργήσουν, αλλά παίρνουν ενέργεια από τα ραδιοκύματα που τους εκπέμπουν οι συσκευές ανάγνωσης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να είναι χαμηλό το κόστος

τους, ενώ παράλληλα μειονεκτούν σε άλλα χαρακτηριστικά, όπως η χωρητικότητα μνήμης και η εμβέλεια σήματος επικοινωνίας με τις συσκευές ανάγνωσης. Οι ενεργοί αναμεταδότες έχουν ενσωματωμένη μπαταρία, επομένως είναι αυτόνομοι σε ότι αφορά τη λειτουργία τους, ενώ το κόστος τους είναι αυξημένο σε σύγκριση με τους παθητικούς. Η κάθε κατηγορία έχει τα δικά της χαρακτηριστικά και λειτουργίες, γεγονός που κάνει ένα σύστημα RFID να είναι πολύπλευρο και να προσαρμόζεται εύκολα στις απαιτήσεις της κάθε εφαρμογής.

Οι συσκευές ανάγνωσης διαθέτουν, επίσης, κεραία μέσω της οποίας στέλνουν ραδιοκύματα στους αναμεταδότες. Σημαντικό στοιχείο στη λειτουργία τους αποτελεί ο τρόπος διαμόρφωσης του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου, μέσω του οποίου επικοινωνούν με τους αναμεταδότες. Έτσι, διαχωρίζονται στις κυκλικές και τις γραμμικές συσκευές ανάγνωσης. Σε ορισμένες εφαρμογές οι συσκευές αυτές δυσκολεύονται να εντοπίσουν όλους τους αναμεταδότες που υπάρχουν σε ένα χώρο, δημιουργώντας προβλήματα και μειώνοντας την απόδοση του συστήματος. Τέτοια προβλήματα επιλύονται με την επιλογή της κατάλληλης συχνότητας και εξοπλισμού που αρμόζει σε κάθε εφαρμογή.

Η τιμή στην συχνότητα που επιλέγεται για την επικοινωνία αναμεταδότη και συσκευή ανάγνωσης καθορίζει παραμέτρους όπως είναι η ταχύτητα ανταλλαγής δεδομένων και η ικανότητα διείσδυσης των ραδιοκυμάτων στην επιφάνεια του προϊόντος, ανάλογα με το υλικό από το οποίο αποτελείται. Οι τιμές συχνότητας που χρησιμοποιούνται στα συστήματα RFID είναι η ζώνη χαμηλής συχνότητας, υψηλής συχνότητας, υπέρ-υψηλής και μικροκυμάτων. Τα χαρακτηριστικά για κάθε κατηγορία από αυτές αναλύονται στο επόμενο κεφάλαιο. Υπάρχουν διαφορετικές επιτρεπτές τιμές συχνότητας για κάθε χώρα, γεγονός που επιβραδύνει την υιοθέτηση του RFID σε περισσότερες εφαρμογές.

Ο τρόπος λειτουργίας της τεχνολογίας RFID καθορίζεται από προδιαγραφές και πρότυπα λειτουργίας. Τα πρότυπα αυτά διαμορφώνονται από τις αρχές τυποποίησης. Ο οργανισμός που καθοδηγεί την ανάπτυξη των αρχών αυτών είναι ο EPCglobal, ο οποίος μαζί με τον Διεθνή Οργανισμό Προτυποποίησης (ISO) αναπτύσσουν τις απαραίτητες αρχές προτυποποίησης και υποστήριξης της τεχνολογίας RFID. Έτσι, έχουν αναπτυχθεί αρκετά πρότυπα, το πιο διαδεδομένο από αυτά είναι η σειρά από διεθνή πρότυπα ISO 18000 Generation 2, τα οποία περιέχουν τους κανόνες επικοινωνίας των αναμεταδοτών με τις συσκευές ανάγνωσης και χρησιμοποιούνται για την τοποθέτηση αναμεταδοτών σε προϊόντα κυρίως στην εφοδιαστική αλυσίδα (Hassan 2006).

## • Εφαρμογές

Η τεχνολογία RFID έχει εφαρμοστεί με επιτυχία σε διάφορους τεχνικούς και επιστημονικούς τομείς, όπως είναι η ιατρική και η μηχανική. Στην ιατρική, η χρήση του RFID έχει αρχίσει να εξαπλώνεται σε αρκετές εφαρμογές. Χρησιμοποιείται για την ιχνηλασιμότητα αντικειμένων, όπως φάρμακα και ιατρικό εξοπλισμό, αλλά και σε διαδικασίες που σχετίζονται με την μετάγγιση αίματος, ανάλυση και άλλα. Οι περισσότερες εφαρμογές βασίζονται στην χρήση ενός ειδικού βραχιολιού που φοράει ο ασθενής και έχει ενσωματωμένο έναν αναμεταδότη RFID. Στην μνήμη του αναμεταδότη είναι αποθηκευμένες



πληροφορίες που αφορούν τον ασθενή, όπως όνομα, ηλικία, ομάδα αίματος, ασθένεια, θερμοκρασία, αρτηριακή πίεση και άλλα. Η συσκευή ανάγνωσης επικοινωνεί με τον αναμεταδότη και τα στοιχεία που είναι αποθηκευμένα σε αυτόν εμφανίζονται στην οθόνη φορητής συσκευής του αρμόδιου ιατρικού προσωπικού. Έπειτα, οποιαδήποτε διαδικασία θεραπείας εξελίσσεται με βάση αυτά τα στοιχεία. Ένα τέτοιο σύστημα έχει ως στόχο την αποφυγή ιατρικών λαθών, που σχετίζονται με την λάθος αναγνώριση των ασθενών αλλά και άλλων προβλημάτων. Ο συνδυασμός του συστήματος αυτού με την ενσωμάτωση αναμεταδοτών σε συσκευασίες φαρμάκων και άλλα εξαρτήματα, διαμορφώνουν ένα ολοκληρωμένο σύστημα λειτουργίας νοσοκομειακών μονάδων. Σε αυτό το σύστημα συμμετέχουν και οι έξυπνες φαρμακευτικές συσκευασίες διευκολύνοντας την διακίνηση τους στα νοσοκομεία και την χορήγηση τους στους ασθενείς.

Άλλες εφαρμογές επεκτείνονται γενικότερα στην εφοδιαστική αλυσίδα προϊόντων διαφόρων κατηγοριών. Η διαδικασία της εφοδιαστικής αλυσίδας περιγράφει τη διαδρομή που ακολουθεί ένα προϊόν, η οποία ξεκινάει από το σημείο κατασκευής του και καταλήγει στο ράφι του καταστήματος λιανικής πώλησης. Τα ενδιάμεσα στάδια είναι η περιοχή αποθήκευσης των προϊόντων στο χώρο του κατασκευαστή, η περιοχή δρομολόγησης, όπου παλέτες με προϊόντα τοποθετούνται στα μέσα μεταφοράς, η άφιξή τους στο κέντρο διανομής και τέλος, η τοποθέτησή τους στις αποθήκες του κέντρου διανομής, ή αλλιώς κατάσταση λιανικής πώλησης. Σε αυτόν τον τομέα εφαρμογής η τεχνολογία RFID έχει αναπτύξει αξιόλογο ρόλο, καθώς έχει βοηθήσει αρκετά στην περαιτέρω αυτοματοποίηση της όλης διαδικασίας. Επίσης, έχει χρησιμοποιηθεί και εδραιωθεί από μεγάλες εταιρείες του λιανικού εμπορίου, όπως η Wal-Mart. Το γεγονός αυτό έχει επηρεάσει την ευρεία υιοθέτηση του RFID, γενικά, στον τομέα του λιανικού εμπορίου, δίνοντας έναυσμα για την ανάπτυξη περισσότερων εφαρμογών. Επόμενο παράδειγμα εφαρμογής αποτελεί η γερμανική αλυσίδα πολυκαστημάτων Metro Group, η οποία κατασκεύασε ένα κατάστημα στη Γερμανία όπου κεντρικό ρόλο παίζει η τεχνολογία RFID, όχι μόνο σε ότι αφορά την εφοδιαστική αλυσίδα, αλλά και την εξυπηρέτηση των πελατών μέσα στους χώρους του καταστήματος. Όλο και περισσότερες εταιρείες εφαρμόζουν την τεχνολογία RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα, εξετάζοντας μελέτες για περαιτέρω εφαρμογές.

Γενικά, η τεχνολογία RFID βρίσκει αρκετές εφαρμογές σε τομείς όπου πραγματοποιούνται διαφόρων ειδών συναλλαγές. Αυτοί οι τομείς είναι τα λιμάνια και τα αεροδρόμια, όπου καθημερινά μεταφέρονται εμπορεύματα και αποσκευές, σε βιβλιοθήκες, για τον δανεισμό βιβλίων, σε μουσεία, κατά την περιήγηση των επισκεπτών, σε στρατιωτικές βάσεις, όπου ελέγχεται η διακίνηση εξοπλισμού. Άλλου τύπου εφαρμογές διαμορφώνονται με την ενσωμάτωση των αναμεταδοτών σε διάφορα υποστρώματα διαμορφώνοντας τις έξυπνες κάρτες. Τέτοιου είδους κάρτες χρησιμοποιούνται για την πρόσβαση σε διάφορους χώρους, αλλά και ως εισιτήρια για τα μέσα μαζικής μεταφοράς. Επίσης, αναμεταδότες ενσωματώνονται και σε πιστωτικές κάρτες, προσφέροντας επιπλέον διάρκεια χρήσης και λειτουργίες. Ειδικού τύπου αναμεταδότες χρησιμοποιούνται ως εμφυτεύματα στο ανθρώπινο σώμα, όπου χρησιμοποιούνται κυρίως για ιατρικούς σκοπούς, και σε ζώα για να γίνεται εύκολα ο εντοπισμός τους σε περίπτωση που χαθούν.

Οι παραπάνω εφαρμογές είναι οι βασικότερες που έχουν αναπτυχθεί μέχρι σήμερα για την τεχνολογία RFID. Λεπτομερείς διαδικασίες και τρόποι χρήσης της τεχνολογίας αυτής αναφέρονται στα επόμενα κεφάλαια. Καθώς η τεχνολογία αυτή εξελίσσεται συνεχώς διαμορφώνονται όλο και περισσότερες εφαρμογές. Οι περισσότερες από αυτές σχετίζονται με τον παρακολούθηση κυκλοφορίας αντικειμένων, έλεγχο πρόσβασης και απογραφής. Ειδικότερα στη συσκευασία, κοινό χαρακτηριστικό είναι η ενσωμάτωση αναμεταδοτών σε συσκευασίες, όπου παρέχονται πληροφορίες για την κυκλοφορία και τοποθεσία των προϊόντων, αλλά και η διαφύλαξη της ποιότητάς τους. Παρόλη την μεγάλη και αναπτυσσόμενη ποικιλία εφαρμογών, η χρήση της τεχνολογίας RFID παρουσιάζει προβλήματα.

## • Προβλήματα

Τα προβλήματα που προκύπτουν κατά τη χρήση της τεχνολογίας RFID αφορούν κάποιες τεχνικές δυσκολίες που υπάρχουν, αλλά και προβλήματα που προκύπτουν ως συνέπεια χρήσης του συστήματος. Οι τεχνικές δυσκολίες αφορούν κυρίως δυσλειτουργίες στην επικοινωνία του αναμεταδότη με τη συσκευή ανάγνωσης. Η επικοινωνία αυτή επηρεάζεται από το περιβάλλον λειτουργίας του συστήματος, για παράδειγμα, το ποσοστό υγρασίας, η θερμοκρασία, η παρεμβολή μεταλλικών αντικειμένων μπορεί να θέσουν εκτός λειτουργίας το σύστημα. Επίσης, υπάρχουν προβλήματα όταν λειτουργούν πολλές συσκευές ανάγνωσης στον ίδιο χώρο ταυτόχρονα και όταν η φορά μετάδοσης των ραδιοκυμάτων δεν ανταποκρίνεται στον τρόπο που είναι τοποθετημένοι οι αναμεταδότες.

Ένας από τους ανασταλτικούς παράγοντες υιοθέτησης της τεχνολογίας από πληθώρα εταιριών, παρόλα τα πλεονεκτήματα που προσφέρει, είναι το αυξημένο κόστος χρήσης και εγκατάστασης του εξοπλισμού. Γίνονται αρκετές προσπάθειες για την μείωση του κόστους, ώστε το RFID να είναι ανταγωνίσιμη τεχνολογία σε σύγκριση με τις ήδη υπάρχουσες. Εφαρμογές, όπως η εφοδιαστική αλυσίδα, διαθέτουν άλλα συστήματα με τα οποία λειτουργούν, όπως είναι ο γραμμωτός κώδικας. Το κόστος χρήσης του συστήματος αυτού είναι αρκετά χαμηλό σε σύγκριση με το RFID. Από την άλλη όμως δεν προσφέρει τις ίδιες δυνατότητες λειτουργίας. Γίνονται προσπάθειες μείωσης του κόστους χρήσης της τεχνολογίας RFID με διάφορους τρόπους. Ένας τρόπος είναι η εκτύπωση του κυκλώματος, το οποίο διαθέτει ο αναμεταδότης. Η μέθοδος αυτή δημιουργίας αναμεταδοτών βασίζεται στην ηλεκτρονική εκτύπωση κυκλωμάτων (printed electronics), που μπορεί να εφαρμοστεί σε αρκετά υποστρώματα συσκευασιών ή καρτών, όπως είναι το χαρτί και τα πολυμερή. Η συνεχής ανάπτυξη των εφαρμογών και η ευρεία υιοθέτηση της τεχνολογίας, ειδικότερα σε εφαρμογές που αφορούν μεμονωμένα προϊόντα, ενδέχεται να μειώσει το κόστος χρήσης του RFID.

Από μεριάς καταναλωτών υπάρχει η ανησυχία χρήσης των προσωπικών δεδομένων που συλλέγονται από την επικοινωνία αναμεταδότη και συσκευή ανάγνωσης, από αναρμόδιους φορείς. Σε μερικές από τις εφαρμογές ανταλλάσσονται δεδομένα που είναι προσωπικά, όπως στην περίπτωση ιατρικών εφαρμογών και χρηματικών συναλλαγών. Τα δεδομένα αυτά πρέπει να προστατεύονται μέσω τεχνικών και νομοθετικών διαδικασιών. Υπάρχουν διάφορες τεχνικές διαχείρισης των αναμεταδοτών από τους χρήστες, όπως είναι η καταστροφή τους, η απενεργοποίησή τους, η δημιουρ-

γία φραγμών ανάγνωσης και άλλα. Επίσης, υπάρχουν τεχνικές κρυπτογράφησης των δεδομένων, που προστατεύουν από την διαρροή τους, κατά την μετάδοση από τον αναμεταδότη στην συσκευή ανάγνωσης και την προώθησή τους στις βάσεις δεδομένων. Ταυτόχρονα, χρειάζεται και η θέσπιση ειδικών νομοθετικών ρυθμίσεων που θα διασφαλίζει σε μεγαλύτερο βαθμό την προστασία των καταναλωτών.

### 1.3.2 Ασύρματα Δίκτυα αισθητήρων

Σε ότι αφορά τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων (Wireless Sensor Networks – WSN), το ενδιαφέρον εστιάζεται στην χρήση τους σε συνδυασμό με την τεχνολογία RFID. Στην έξυπνη συσκευασία, οι εφαρμογές της τεχνολογίας αυτής βασίζονται κυρίως στην παρακολούθηση των προϊόντων και την διαφύλαξη της ποιότητάς τους. Παράλληλα, με την χρήση αισθητήρων προεκτείνεται η εμβέλεια του δικτύου επικοινωνίας RFID. Τα δίκτυα αισθητήρων είναι ένα μεγάλο βήμα προς το ονομαζόμενο “proactive computing”. Σε αυτήν την ενότητα περιγράφεται ο τρόπος λειτουργίας των ασύρματων δικτύων αισθητήρων, δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στη συνεργασία τους με την τεχνολογία RFID, μέσα από τις εφαρμογές που αναπτύσσονται από αυτή.

#### • Περιγραφή των ασύρματων δικτύων αισθητήρων

Γενικά, ένα δίκτυο αισθητήρων αποτελείται από κόμβους, οι οποίοι συνδέονται και επικοινωνούν μεταξύ τους. Ανάλογα με την κάθε εφαρμογή, για την οποία είναι σχεδιασμένο ένα δίκτυο έχει και διαφορετικά χαρακτηριστικά και λειτουργίες. Μέσω των αισθητήρων παρακολουθούνται και καταγράφονται κινήσεις σε ένα σύστημα και ελέγχονται καταστάσεις, όπως η θερμοκρασία και άλλα. Οι αισθητήρες έχουν την δυνατότητα να τοποθετούνται σε δύσκολα και απομακρυσμένα σημεία, ενώ ανταποκρίνονται δυναμικά στα ερεθίσματα που δέχονται. Έτσι, συλλέγονται δεδομένα από τους αισθητήρες των επιμέρους κόμβων, τα οποία συγκεντρώνονται σε έναν κεντρικό κόμβο και προωθούνται στα κατάλληλα συστήματα διαχείρισης των πληροφοριών για τα οποία προορίζονται, όπως είναι ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής.

Συγκεκριμένα, ο κόμβος ενός δικτύου αισθητήρων ονομάζεται *node* ή *mote*. Ο κόμβος αυτός αρχικά αποτελείται από έναν αισθητήρα, ο οποίος διαβάζει και ανιχνεύει διάφορα στοιχεία, όπως ένταση φωτός ή ήχου, θερμοκρασία, πίεση και άλλα. Έπειτα, υπάρχει ένας μικροεπεξεργαστής που διαχειρίζεται κάποιες ειδικές διαδικασίες, οι οποίες δίνουν την ικανότητα στον κόμβο να επικοινωνεί ασύρματα με άλλους κόμβους. Τέλος, υπάρχει ο πομποδέκτης ραδιοσυχνοτήτων που συνδέει τον κόμβο με το υπόλοιπο δίκτυο. Το όλο σύστημα λειτουργεί με την παροχή ενέργειας που δίνεται μέσω κάποιας μπαταρίας. Η μπαταρία αυτή δεν αντικαθίσταται και γι' αυτό, κατά την λειτουργία των κόμβων καταναλώνεται η λιγότερη δυνατή ενέργεια. Στην συνέχεια, τα δεδομένα που συλλέγονται από τους κόμβους αυτούς διαβιβάζονται σε έναν κεντρικό κόμβο που ονομάζεται *sink node*. Από εκεί, προωθούνται σε κεντρική μονάδα επεξεργασίας, όπου τα δεδομένα είναι προσβάσιμα πλέον από το χρήστη, μέσω μίας βάσης δεδομένων. Ένα από τα χαρακτηριστικά που διακρίνει τους κόμβους είναι

η πηγή ενέργειάς τους. Ενώ παράμετροι όπως το μέγεθος και ο τύπος του κόμβου, καθορίζονται σύμφωνα με τις απαιτήσεις της κάθε εφαρμογής, η διατήρηση της ενέργειάς είναι απαραίτητη για την εκτέλεση οποιαδήποτε λειτουργίας. Κάθε φορά που γίνεται ανάγνωση των δεδομένων του κόμβου και κάθε ψηφίο που μεταδίδεται καταναλώνει αρκετή από την συνολική του ενέργεια. Οπότε, οι κόμβοι όταν δεν λειτουργούν πρέπει να είναι σε χαμηλή ισχύ και να διεγείρονται μόνο όταν πρόκειται να λειτουργήσουν.

Το λειτουργικό σύστημα των δικτύων αυτών διαχειρίζεται όλη την λειτουργία του λογισμικού και των εξαρτημάτων. Όμως, τα εμπορικά λειτουργικά συστήματα, όπως τα Windows και Unix, χρειάζονται αρκετή ενέργεια επεξεργασίας για να λειτουργήσουν και αρκετό αποθηκευτικό χώρο από αυτόν που ένας κόμβος μπορεί να προσφέρει. Έχει σχεδιαστεί ένα λειτουργικό σύστημα ειδικά για αυτά τα δίκτυα αυτά, που ονομάζεται TinyOS και είναι γραμμένο στην γλώσσα προγραμματισμού nesC, η οποία αναπτύχθηκε από την Intel Research και UC Berkeley (Intel, 2004).

Χαρακτηριστικά παραδείγματα εφαρμογών αισθητήρων είναι η μέτρηση των κραδασμών μηχανών για την ανίχνευση δυσλειτουργιών, ο έλεγχος κυκλοφορίας οχημάτων και ενημέρωση των οδηγών για την κίνηση στους δρόμους μέσω ηλεκτρονικών πινάκων ανακοίνωσης, η ενσωμάτωση αισθητήρων σε τοίχους κτηρίων για την μέτρηση της σταθερότητας τους μετά από σεισμό, η τοποθέτηση αισθητήρων σε διάφορα σημεία για την καταγραφή περιβαλλοντικών μεταβολών και την συμπεριφορά ζωντανών οργανισμών και άλλα.

Ο συνδυασμός δικτύων αισθητήρων και πανταχού παρόντων υπολογιστών έχει ως στόχο να βελτιώσει την παραγωγικότητα και να αυξήσει την ασφάλεια, την συνειδητοποίηση και την επάρκεια σε κοινωνική κλίμακα. Από την άλλη, εμφανίζονται και αρκετά εμπόδια στην ανάπτυξη τέτοιων εφαρμογών, ιδιαίτερα σε ότι αφορά τον τεχνολογικό εξοπλισμό και τις πηγές ενέργειας. Τα συστήματα αισθητήρων έχουν συγκεκριμένο χρόνο ζωής, περιορισμένο αποθηκευτικό χώρο και χαμηλή ταχύτητα επεξεργασίας δεδομένων. Όλοι αυτοί οι περιορισμοί απαιτούν περαιτέρω ανάπτυξη σε διαδικασίες όπως είναι η σχεδίαση του εξοπλισμού, οι νέες εφαρμογές λογισμικού και η επανασχεδίαση της αρχιτεκτονικής ενός τέτοιου δικτύου, όπου θα αυξάνονται οι ικανότητες και η απόδοση του συστήματος. Το κόστος πρέπει να παραμένει σταθερό σε ότι αφορά την εφαρμογή και διατήρησή τέτοιων συστημάτων.

- **Η συνεργασία αισθητήρων με την τεχνολογία RFID**  
**Ευρύτερες εφαρμογές**

Ένα σύστημα RFID μπορεί να συνδεθεί με ένα δίκτυο αισθητήρων, με διάφορους τρόπους, διαμορφώνοντας αρκετές εφαρμογές. Τα δύο αυτά συστήματα έχουν την ιδιότητα να γεφυρώνουν τον φυσικό με τον εικονικό κόσμο. Σκοπός συνεργασίας της τεχνολογίας RFID και των ασύρματων δικτύων αισθητήρων είναι η ενίσχυση και η διευκόλυνση λειτουργίας του RFID, αλλά και η επέκταση των τομέων εφαρμογής και των δύο τεχνολογιών, όπως επίσης και η επίλυση αρκετών προβλημάτων που αναπτύσσονται. Ένας τρόπος ενίσχυσης της συνεργασίας αυτής είναι η επέκταση στην εμβέ-

λεια λειτουργίας ενός απλού συστήματος RFID, καθιστώντας ικανούς αναμεταδότες και συσκευές ανάγνωσης να επικοινωνούν και να ανταλλάσσουν δεδομένα από ακόμα μεγαλύτερες αποστάσεις και να συλλέγουν πληροφορίες που συνεχώς ανανεώνονται και ενημερώνονται μέσω του δικτύου αισθητήρων. Επίσης, ενισχύονται τομείς όπως η απόδοση του συστήματος, κατά την παρακολούθηση των προϊόντων και η διαφύλαξη της ποιότητάς τους, η βελτίωση τεχνικών δυσλειτουργιών, όπως ο προσανατολισμός και η διακοπή εκπομπής ραδιοκυμάτων από ορισμένα υλικά.

Ο συνδυασμός αυτός, RFID και δίκτυα αισθητήρων, γίνεται με πολλούς τρόπους και εξαρτάται από τον τρόπο λειτουργίας της εφαρμογής. Οι αισθητήρες προσαρμόζονται είτε στους αναμεταδότες, είτε στις συσκευές ανάγνωσης. Ένας τρόπος διαμόρφωσης πρότυπου συστήματος πραγματοποιείται όταν η τεχνολογία RFID ενσωματώνεται σε ένα ασύρματο δίκτυο αισθητήρων, συνθέτοντας ένα ετερογενές δίκτυο, όπου αναμεταδότες και κόμβοι λειτουργούν ξεχωριστά. Έτσι, δημιουργείται ένας έξυπνος κεντρικός σταθμός, όπου συνδυάζονται οι λειτουργίες των συσκευών ανάγνωσης RFID και των βασικών κόμβων του δικτύου αισθητήρων, δηλαδή συντονίζεται η λειτουργία των αναμεταδοτών με τους κόμβους, ώστε να λειτουργούν σωστά (Zhang, Wang, 2006). Τέτοια συστήματα προβλέπεται να χρησιμοποιηθούν αρκετά στην βιομηχανία, ειδικότερα σε εργασίες που αφορούν την συντήρηση και την ασφάλεια.

Μία ολοκληρωμένη εφαρμογή, όπου συνδυάζεται η λειτουργία αισθητήρων και το RFID, προτείνεται από τους Chen et al. (2007), οι οποίοι σχεδίασαν ένα σύστημα ξενάγησης τουριστών σε αρχαιολογικό χώρο. Σε αυτό το σύστημα οι αισθητήρες χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση και τον εντοπισμό θέσης των μελών της ομάδας τουριστών που ξεναγείται, με τη χρήση ακουστικών σημάτων. Η κάθε ομάδα τουριστών έχει έναν αρχηγό, ο οποίος διαθέτει ειδικό έμβλημα, που εκπέμπει ακουστικά σήματα. Τα μέλη έχουν ένα ειδικό εισιτήριο, με ενσωματωμένο έναν παθητικό αναμεταδότη RFID. Οι κόμβοι αισθητήρων είναι τοποθετημένοι σε συγκεκριμένα σημεία, στους χώρους περιήγησης και ξενάγησης των τουριστών, που λειτουργούν και σαν «κέντρα βοήθειας». Καθένα από τα σημεία αυτά διαθέτει μία συσκευή ανάγνωσης RFID και έναν φορητό υπολογιστή, που μπορεί να παρέχει ειδικευμένες υπηρεσίες καθοδήγησης στους επισκέπτες. Μία από τις υπηρεσίες που προσφέρονται από ένα τέτοιο σύστημα είναι η παρακολούθηση και ο εντοπισμός της θέσης των αρχηγών από τα μέλη της ομάδας, σε περίπτωση που χάσουν τον προσανατολισμό τους, αλλά και το αντίθετο, δηλαδή το κάλεσμα ή ειδοποίηση των μελών της ομάδας από τον αρχηγό, με το πάτημα ενός κουμπιού του εμβλήματος που αυτός διαθέτει. Κατά περιόδους κάθε έμβλημα που διαθέτει ο οδηγός εκπέμπει σήματα στους αισθητήρες, που είναι τοποθετημένοι κατά μήκος της διαδρομής και καθώς οι αισθητήρες επικοινωνούν μεταξύ τους και με τους αναμεταδότες RFID, οι επισκέπτες εντοπίζουν την θέση των αρχηγών. Επίσης, παρέχεται υπηρεσία βοήθειας. Όταν κάποιο μέλος χαθεί μπορεί να πάει στο πιο κοντινό κέντρο βοήθειας και σκανάροντας το εισιτήριό του από την συσκευή ανάγνωσης RFID, του παρουσιάζονται οδηγίες καθοδήγησης στην οθόνη του υπολογιστή.

Στον τομέα της υγείας, η τεχνολογία RFID εφαρμόζεται σε αρκετούς τομείς και εκτός συσκευασίας,

όπου τα δίκτυα αισθητήρων συμβάλλουν με τη σειρά τους στην επέκταση τέτοιων εφαρμογών (Wu, 2006). Πιο αναλυτικά, έχει σχεδιαστεί σύστημα παρατήρησης του τρόπου με τον οποίο λαμβάνουν οι ασθενείς τα φάρμακά τους στον ιδιωτικό τους χώρο, όπως το σπίτι ή το χώρο εργασίας, βασισμένο στην χρήση αναμεταδοτών RFID και αισθητήρων. Ακόμα, εφαρμογές αναπτύσσονται σε νοσοκομειακές μονάδες, όπου ενώ η τεχνολογία RFID χρησιμοποιείται για να εντοπίζει την τοποθεσία των ασθενών, οι αισθητήρες συλλέγουν στοιχεία μέτρησης ζωτικών οργάνων, όπως ο σφυγμός του ασθενούς, η θερμοκρασία και άλλα (Teaw, 2005). Οι μετρήσεις αυτές μεταδίδονται σε κεντρικούς αισθητήρες, οι οποίοι με τη σειρά τους προωθούν τα δεδομένα σε ηλεκτρονικούς υπολογιστές, όπου συγκεντρώνονται πληροφορίες για τους ασθενείς σε βάσεις δεδομένων. Οι εφαρμογές αυτές αναπτύσσονται αναλυτικά στο σχετικό κεφάλαιο των εφαρμογών.

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, οι κόμβοι ενός δικτύου αισθητήρων μπορούν να τοποθετηθούν σε σημεία και περιβάλλοντα χρήσης όπου οι αναμεταδότες RFID δεν μπορούν να τοποθετηθούν λόγω τεχνικών περιορισμών. Μία τέτοια περίπτωση μελέτης εφαρμογής έγινε από τους Mason et al. (2007) όπου παρουσιάζεται ένα δίκτυο επικοινωνίας, του οποίου οι κόμβοι λειτουργούν τοποθετημένοι σε μεταλλικά αντικείμενα, περιοχή όπου οι αναμεταδότες RFID λειτουργούν με δυσκολία ή καθόλου. Αντίθετα, το δίκτυο αισθητήρων είναι αρκετά αξιόπιστο, παρόλο που σε πραγματικές εφαρμογές ενδέχεται να παρουσιαστούν προβλήματα στην ακρίβεια των δεδομένων που συλλέγονται.

### • Η χρήση των δικτύων αισθητήρων στην έξυπνη συσκευασία

Στην έξυπνη συσκευασία ένα δίκτυο αισθητήρων χρησιμοποιείται σε εφαρμογές που απαιτείται εμπέλεια επικοινωνίας ανάμεσα στους αναμεταδότες και την συσκευή ανάγνωσης, για την καταγραφή και συλλογή δεδομένων. Έτσι, δημιουργούνται δίκτυα που καλύπτουν μεγαλύτερες αποστάσεις, τα οποία διευκολύνουν αρκετά την διεξαγωγή διαδικασιών. Χαρακτηριστικές εφαρμογές, όπου η τεχνολογία RFID συνδυάζεται με τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων, συνδέονται με την καταγραφή συγκεκριμένων χαρακτηριστικών ποιότητας του προϊόντος. Επίσης, δίκτυα αισθητήρων χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές όπως οι συσκευασίες τροφίμων, που εξετάζεται η αποσύνθεση των τροφών και η αλλοίωσή τους κατά την μεταφορά και αποθήκευσή τους, αλλά και σε εφαρμογές που αφορούν τον ιατρικό τομέα και κατ' επέκταση τις φαρμακευτικές συσκευασίες. Τα συστήματα αυτά, συμβάλλουν με τη σειρά τους, στην διαμόρφωση των έξυπνων συσκευασιών.

Αρκετές εφαρμογές σχετίζονται με την παρακολούθηση και δρομολόγηση προϊόντων. Ένα σύστημα υποστήριξης τέτοιων εφαρμογών έχει αναπτυχθεί από τον Lee et al. (2007), όπου χρησιμοποιείται η τεχνολογία RFID σε συνεργασία με οπτικούς αισθητήρες. Κατά την διαδικασία παρακολούθησης αντικειμένων χρησιμοποιείται το RFID, όπου οι συσκευές ανάγνωσης εντοπίζουν αντικείμενα που έχουν ενσωματωμένους τους οπτικούς αισθητήρες. Αυτό το σύστημα δίνει λύση στην δυσκολία εντοπισμού αντικειμένων που είναι τοποθετημένα άτακτα, που παρουσιάζεται κατά τη χρήση απλών αναμεταδοτών. Οι οπτικοί αισθητήρες δίνουν επιπλέον πληροφορίες, αρκετά αξιόπιστες για τον εντοπισμό των αντικειμένων, λύνοντας τέτοιου τύπου προβλήματα. Από την άλλη, οι Hsu et al. (2007) υποστηρί-



ζουν ότι η χρήση αισθητήρων, για την επέκταση εφαρμογών στην εφοδιαστική αλυσίδα είναι αρκετά δύσκολη και απαιτείται ακόμα χρόνος για την ανάπτυξη τέτοιων ολοκληρωμένων συστημάτων. Οι ίδιοι εξετάζουν το ενδεχόμενο χρήσης αισθητήρων κατά μήκος λεωφόρων, όπου θα ανταλλάσουν δεδομένα με τα οχήματα που διέρχονται από τις συγκεκριμένες λεωφόρους. Υποστηρίζεται ότι αυτή η εφαρμογή συνδέεται με συστήματα διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας, στο στάδιο μεταφοράς προϊόντων, για τους μεταφορείς ή ιδιοκτήτες φορτίων.

Στον τομέα συσκευασίας τροφίμων χρησιμοποιούνται αισθητήρες για την καταγραφή της ποιότητας του προϊόντος, μέχρι να φτάσουν στο τραπέζι του καταναλωτή, δηλαδή κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας και κατά την παραμονή τους στα σημεία πώλησης. Χαρακτηριστικά χρησιμοποιούνται αισθητήρες οξυγόνου, αερίων και άλλοι, που η λειτουργία τους βασίζεται στον εντοπισμό ακατάλληλων ουσιών στα τρόφιμα προς κατανάλωση. Χρησιμοποιούνται διάφοροι τρόποι ένδειξης της κατάστασης των τροφίμων προς τους καταναλωτές και τους ιδιοκτήτες καταστημάτων, όπως είναι η αλλαγή χρώματος ειδικών ετικετών. Επίσης, οι αισθητήρες χρησιμοποιούνται διαμορφώνοντας έξυπνες λειτουργίες συσκευασιών για τα τρόφιμα χωρίς την υποστήριξη από την τεχνολογία RFID. Αναλυτικά οι εφαρμογές αναφέρονται στο σχετικό κεφάλαιο εφαρμογών.

Συνοψίζοντας, τα δίκτυα αισθητήρων είναι μία τεχνολογία που αφορά την συλλογή δεδομένων και μετρήσεων από αισθητήρες και χρησιμοποιούνται σε πολλές εφαρμογές όπως, για παράδειγμα η ανίχνευση και ο έλεγχος των κλιματικών συνθηκών ενός δωματίου. Αποτελούν συμπληρωματικό εξοπλισμό για την τεχνολογία RFID, προσθέτοντας λειτουργίες και βελτιώνοντας τεχνικά προβλήματα. Αρκετές εφαρμογές έχουν ήδη αναπτυχθεί και συνεχίζουν να εφαρμόζονται σε διάφορους τομείς στις βιομηχανίες όπως η διαδικασία απογραφής, η παρακολούθηση κατά την μετακίνηση ή μεταφορά προϊόντων και άλλες εφαρμογές που αφορούν την διασκέδαση, όπως η παρουσίαση οδηγιών κατά την ξενάγηση ομάδας τουριστών. Τα δίκτυα αυτά συμβάλλουν αρκετά στις εφαρμογές των έξυπνων συσκευασιών, προσθέτοντας λειτουργικά χαρακτηριστικά και επιπλέον ιδιότητες. Είναι μία ανερχόμενη τεχνολογία, όπως και το RFID. Η συγκεκριμένη εργασία εστιάζεται περισσότερο στην λειτουργία και τις εφαρμογές της τεχνολογίας RFID. Παρόλα αυτά, γίνεται η σύντομη αυτή αναφορά στα δίκτυα αισθητήρων, καθώς σε αρκετές περιπτώσεις οι δύο τεχνολογίες αυτές συνδυάζονται ως προς τη λειτουργία τους και τους τομείς εφαρμογών τους. Στο σχετικό κεφάλαιο των εφαρμογών αναφέρονται αναλυτικά εφαρμογές της έξυπνης συσκευασίας που λειτουργούν με βάση την τεχνολογία RFID, καθώς και με την χρήση αισθητήρων, σε όλους τους τομείς όπως οι συσκευασίες που μεταφέρονται στην εφοδιαστική αλυσίδα τροφίμων και φαρμάκων.

### **1.3.3 Έξυπνα υλικά και δείκτες**

Εκτός από τις παραπάνω τεχνολογίες που διαμορφώνουν έξυπνες συσκευασίες, υπάρχει και άλλος τρόπος, μέσω του οποίου προσφέρονται σε μια συσκευασία επιπλέον ιδιότητες και χαρακτηριστικά. Ο τρόπος αυτός βασίζεται στην χρήση έξυπνων υλικών, από τα οποία αποτελείται η συσκευασία,

όπως επίσης και η χρήση πρόσθετων εξαρτημάτων που ονομάζονται δείκτες. Τα έξυπνα υλικά που χρησιμοποιούνται στις συσκευασίες είναι τα πιεζοηλεκτρικά υλικά, τα θερμοχρωμικά μελάνια και τα υλικά με την ονομασία shape memory alloys. Επιπλέον χαρακτηριστικά δίνουν στις συσκευασίες ειδικό δείκτη, που έχουν διάφορες ιδιότητες όπως, για παράδειγμα, η μέτρηση θερμοκρασίας του προϊόντος σε συνάρτηση με το χρόνο, παρέχοντας στον καταναλωτή σχετική ένδειξη σε ότι αφορά την ποιότητά του. Οι δείκτες, συνήθως, ενσωματώνονται στις συσκευασίες με τη μορφή ετικετών. Στην ενότητα αυτή γίνεται σύντομη αναφορά στις λειτουργίες, τα χαρακτηριστικά και τις εφαρμογές των υλικών αυτών. Ο βασικός τομέας εφαρμογής τους είναι οι συσκευασίες τροφίμων.

### • Τι είναι τα έξυπνα υλικά;

Τα έξυπνα υλικά έχουν την ικανότητα να ανταποκρίνονται σε ερεθίσματα που δέχονται από το περιβάλλον τους. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μηχανισμοί κίνησης και αίσθησης. Αυτά τα υλικά προσφέρουν καινούριες και ενδιαφέρουσες δυνατότητες στις συσκευασίες, που οδηγούν σε καινοτομίες, αυξάνοντας την απόδοση των προϊόντων (Van Schoor, 2007). Τα έξυπνα υλικά, είναι όρος που χρησιμοποιείται για υλικά τα οποία αντιπροσωπεύουν μια τεχνολογία, που έχει μεγάλη ποικιλία εφαρμογών σε τομείς όπως οι κατασκευές, τα μεταφορικά μέσα, τη γεωργία, τα τρόφιμα και τη συσκευασία, την ενέργεια και το περιβάλλον. Τα έξυπνα υλικά, είναι υλικά τα οποία έχουν την ικανότητα να αισθάνονται το περιβάλλον τους και να ανταποκρίνονται στα ερεθίσματα που δέχονται από αυτό (Dti, 2004).

Όπως αναφέρθηκε στους παραπάνω ορισμούς, τα έξυπνα υλικά ανταποκρίνονται σε ερεθίσματα, όπως είναι η θερμοκρασία, η υγρασία, η αλλαγή του pH ή η είσοδος τους σε ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν απευθείας για να διαμορφώσουν έξυπνα συστήματα ή δομές ή να ενσωματωθούν σε συστήματα των οποίων οι πρωτογενείς ιδιότητες μπορούν να αλλάξουν και να ικανοποιήσουν ανάγκες υψηλών προδιαγραφών. Η χρήση έξυπνων υλικών μπορεί να επηρεάσει σημαντικά πολλούς τομείς της αγοράς. Στην βιομηχανία τροφίμων, οι έξυπνες ετικέτες σε συνεργασία με αναμεταδότες RFID μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την υλοποίηση ειδικών μηχανισμών, ώστε να διασφαλίζεται η ποιότητα του φαγητού και η ασφάλεια των προϊόντων. Με την χρήση έξυπνων υλικών οι λειτουργίες αυτές αναπτύσσονται ακόμα περισσότερο, προσφέροντας περισσότερη ασφάλεια στον καταναλωτή και λειτουργίες με καλύτερη απόδοση. Πιο αναλυτικά, τα έξυπνα υλικά που διαμορφώνουν έξυπνες συσκευασίες είναι τα εξής:

#### ο Πιεζοηλεκτρικά υλικά (piezoelectric materials)

Τα υλικά αυτά έχουν την ικανότητα να παράγουν ηλεκτρική τάση όταν τους ασκείτε μία δύναμη. Το φαινόμενο αυτό συμβαίνει και κατά την αντίστροφη διαδικασία, όπου η ηλεκτρική τάση που δημιουργείται σε όλο το μήκος του υλικού, παράγει δύναμη στο προϊόν όπου χρησιμοποιείται. Οπότε τα υλικά αυτά έχουν ιδιότητες κάμψης, διαστολής και συστολής όταν τους εφαρμόζεται ηλεκτρική τάση. Αυτό βρίσκει πολλές πρακτικές βιομηχανικές εφαρμογές, όπως για παράδειγμα στη ραδιοφωνία και



την τηλεφωνία. Στην συσκευασία τα υλικά αυτά χρησιμοποιούνται σαν ένα είδος πηγής ενέργειας. Η ενέργεια αυτή χρησιμοποιείται για την παροχή επιπλέον χαρακτηριστικών στις συσκευασίες όπως είναι η αναπαραγωγή ήχου ή η εκπομπή φωτός (Amin, 2006). Επίσης, τα υλικά αυτά διαμορφώνουν τρόπους ένδειξης στις συσκευασίες, όπως για παράδειγμα, η χρήση ετικετών από πιεζοηλεκτρικό υλικό, στις οποίες όταν τους ασκηθεί πίεση πάνω από κάποιο συγκεκριμένο όριο, αυτές αλλάζουν χρώμα. Η αλλαγή αυτή χρώματος μπορεί να σημαίνει ακατάλληλο προϊόν προς κατανάλωση.

### ο Shape memory alloys (κράματα μνήμης σχήματος)

Τα υλικά αυτά σχεδιάζονται για να χρησιμοποιηθούν σε εφαρμογές υψηλών προδιαγραφών και αποδόσεων, αρκετές από τις οποίες αναπτύσσονται στην ιατρική και την αεροναυτική. Ο μηχανισμός λειτουργίας τους βασίζεται στην αλλαγή θερμοκρασίας, με την οποία τα υλικά αυτά έχουν την τάση να παραμορφώνονται, αλλάζοντας σχήμα. Μετά το τέλος της επίδρασης από την αλλαγή θερμοκρασίας, επανέρχονται ξανά στην αρχική τους κατάσταση. Ο μηχανισμός λειτουργίας τους είναι αμφίδρομος, δηλαδή έχουν την ιδιότητα να επανέρχονται ξανά στην αρχική τους φάση, καθώς «θυμούνται» το αρχικό τους σχήμα. Χρησιμοποιούνται σαν επικαλύψεις και σε συσκευές αποθήκευσης ενέργειας (Massad, 2003). Στην συσκευασία, τα υλικά αυτά χρησιμοποιούνται με στόχο την διαμόρφωση συσκευασιών που είναι εύκολες στη χρήση, σε ότι αφορά τον τρόπο ανοίγματος και κλεισίματος τους (Amin, 2006). Διαμορφώνουν ακόμα και συσκευασίες που ανοίγουν μόνες τους. Σε τέτοιου τύπου εφαρμογές δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην διευκόλυνση χρήσης των συσκευασιών από ηλικιωμένους ανθρώπους ή άτομα με ειδικές ανάγκες (Butler, 2001).

### ο Θερμοχρωμικά μελάνια (thermochromic inks)

Τα θερμοχρωμικά υλικά ή μελάνια ανήκουν στην μεγάλη κατηγορία των χρωμογονιδιακών συστημάτων (chromogenic systems). Τα συστήματα αυτά περιλαμβάνουν υλικά όπως τα ηλεκτροχρωμικά, τα οποία αλλάζουν χρώμα ή πυκνότητα με την εφαρμογή ηλεκτρικής τάσης και τα φωτοχρωμικά υλικά, τα οποία αλλάζουν χρώμα κατά την έκθεση τους στην υπεριώδη ακτινοβολία. Τα θερμοχρωμικά υλικά έχουν την ιδιότητα να αλλάζουν χρώμα, σαν ανταπόκριση σε ηλεκτρικές, οπτικές και θερμικές αλλαγές. Τα θερμοχρωμικά μελάνια έχουν αναπτύξει διάφορες εφαρμογές στις συσκευασίες. Σε αυτήν την περίπτωση, η αλλαγή χρώματος πραγματοποιείται όταν αυξάνεται ή μειώνεται η θερμοκρασία στο εσωτερικό της συσκευασίας. Η αλλαγή χρώματος γίνεται από την άχρωμη κατάσταση στην έγχρωμη, και αντίστροφα, αλλά και αλλαγή από το ένα χρώμα στο άλλο. Η τιμή της θερμοκρασίας κατά την οποία γίνεται αυτή η αλλαγή, εξαρτάται από την εφαρμογή. Για παράδειγμα, όταν ένα προϊόν διατηρείται στο ψυγείο, η τιμή της θερμοκρασίας θα είναι χαμηλή. Όταν το προϊόν καταναλώνεται ή διατηρείται ζεστό, η τιμή της θερμοκρασίας αλλαγής χρώματος θα είναι υψηλή. Θερμοχρωμικά μελάνια χρησιμοποιούνται στην συσκευασία προσφέροντας καινοτομία και ασφάλεια. Επίσης, χρησιμοποιούνται για την διαμόρφωση των δεικτών, που έχουν την ιδιότητα να αλλάζουν χρώμα, ως ένδειξη αλλαγής της θερμοκρασίας του προϊόντος. Πέρα από εφαρμογές στην συσκευασία τροφίμων,

τα θερμοχρωμικά μελάνια χρησιμοποιούνται και σε άλλου τύπου συσκευασίες, όπου η χρήση τους εστιάζεται στην προώθηση του προϊόντος, όπως για παράδειγμα σε συσκευασίες CD και των DVD. Κάποια από τα χαρακτηριστικά των μελανιών αυτών είναι ότι έχουν συγκεκριμένη διάρκεια ζωής, η οποία εξαρτάται από τον τρόπο και την συχνότητα χρήσης του προϊόντος, και είναι ευαίσθητα την υπεριώδη ακτινοβολία. Από την άλλη, τα υλικά αυτά έχουν το πλεονέκτημα ότι μπορούν εύκολα να τυπωθούν πάνω στις συσκευασίες (Loone, 2007).

### • Δείκτες

Οι δείκτες είναι ετικέτες που τοποθετούνται σε εμφανές σημείο στις συσκευασίες και υποδηλώνουν την παρουσία ή την απουσία μιας συγκεκριμένης ουσίας. Επίσης, έχουν την ικανότητα να μετρούν τον βαθμό αντίδρασης ανάμεσα σε δύο ή περισσότερες ουσίες και να παρουσιάζουν την χημική αυτή αλλαγή μέσω κάποιας χαρακτηριστικής ένδειξης, για παράδειγμα αλλαγή χρώματος του δείκτη. Γενικά, οι δείκτες αλλάζουν κατάσταση όταν ξεπεραστεί το όριο κάποιας συγκεκριμένης τιμής. Συνήθως, οι πληροφορίες τους παρέχονται μέσω άμεσης οπτικής αλλαγής. Οι δείκτες διακρίνονται σε διάφορα είδη, όπως δείκτες ακεραιότητας (integrity indicators), δείκτες φρεσκάδας (freshness indicators) και δείκτες χρόνου – θερμοκρασίας (time-temperature indicators).

Στην έξυπνη συσκευασία, οι δείκτες που ανήκουν στην πρώτη κατηγορία χρησιμοποιούνται για την ένδειξη ακεραιότητας του προϊόντος. Αρκετά προβλήματα παρουσιάζονται σε εύκαμπτες συσκευασίες, με αεροστεγές σφράγισμα, όπου λόγω κακομεταχείρισης κατά την μεταφορά των προϊόντων παρατηρείται κάποια διαρροή και η συσκευασία έχει πάψει πλέον να προστατεύει το προϊόν. Οι δείκτες αυτοί χρησιμοποιούνται για να δηλώσουν εάν η συσκευασία έχει υποστεί ή όχι κάποια φθορά και αν το προϊόν έχει αλλοιωθεί, οπότε εξετάζεται αν είναι κατάλληλο προς κατανάλωση (εικ. 1). Οι δείκτες ένδειξης φρεσκάδας παρέχουν άμεση πληροφόρηση για την ποιότητα του προϊόντος, μέσω



Εικ 1. Όταν το προϊόν είναι ανοικτό υπάρχει ειδικός δείκτης που προειδοποιεί με σχετική ένδειξη.

της ανάμειξης και ανίχνευσης μικροβίων ή χημικών αλλαγών του. Σύμφωνα με τις χημικές αντιδράσεις που πραγματοποιούνται με το πέρασμα του χρόνου σε ένα προϊόν, μετρούνται οι τιμές από τα χημικά συστατικά και τις οσμές που εκλύονται. Όταν η τιμή τους περάσει ένα επιτρεπτό όριο, τότε ο δείκτης αλλάζει χρώμα και ενημερώνει τον καταναλωτή ή τον υπεύθυνο καταστήματος ότι το προϊόν δεν είναι πλέον κατάλληλο προς κατανάλωση ή πώληση. Τέλος, οι δείκτες χρόνου και θερμοκρασίας ανταποκρίνονται σύμφωνα με το ιστορικό του προϊόντος, σε ότι αφορά τις αλλαγές που παρατηρούνται στην θερμοκρασία του, για το χρονικό διάστημα που διαρκεί η μεταφορά και

η παραμονή του στο χώρο αποθήκευσης του καταστήματος. Η λειτουργία τους βασίζεται σε αλλαγές μηχανικές, χημικές, ηλεκτροχημικές, ενζύμων ή μικροβιακές. Όταν παρατηρούνται αυτές οι αλλαγές οι δείκτες αυτού του τύπου ανταποκρίνονται μέσω οπτικής αλλαγής ή μεταβολής χρώματος. Η οπτική αυτή ανταπόκριση δίνει μια αθροιστική ένδειξη για την θερμοκρασία αποθήκευσης, στην οποία ο δείκτης έχει εκτεθεί. Γενικότερα, οι δείκτες αυτοί πρέπει να υποδηλώνουν καθαρές, συνεχείς



Εικ 2. Φαρμακευτική συσκευασία με χρωματικό δείκτη χρόνου θερμοκρασίας.

και αμετάκλητες αντιδράσεις στις αλλαγές της θερμοκρασίας. Η χρήση τους εξαρτάται από το κόστος, την αξιοπιστία και το προϊόν εφαρμογής. Χρησιμοποιούνται στην εφοδιαστική αλυσίδα τροφίμων, ιδιαίτερα σε προϊόντα ευπαθή σε υψηλές θερμοκρασίες (Kerry et all, 2006). Στην εικόνα 2 παρουσιάζεται μία έξυπνη φαρμακευτική συσκευασία, η οποία έχει χρωματικό δείκτη χρόνου – θερμοκρασίας, ο οποίος είναι προσαρμοσμένος σε αυτήν μέσω ειδικής μεθόδου εκτύπωσης.

Μηχανισμοί, όπως αυτοί που αναφέρονται παραπάνω, συνδυάζονται και με τις υπόλοιπες τεχνολογίες που διαμορφώνουν έξυπνες συσκευασίες, όπως είναι οι αισθητήρες και το RFID. Αυτού του τύπου οι εφαρμογές αναπτύσσονται κυρίως στον τομέα των τροφίμων, όπου έχουν ως στόχο την διασφάλιση της ποιότητας των προϊόντων, ιδιαίτερα των ευαίσθητων τροφίμων. Οι αισθητήρες χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση ουσιών, χημικών ή οποιοδήποτε άλλου είδους και η τεχνολογία RFID χρησιμοποιείται για την παροχή πληροφοριών, με ακρίβεια και σε πραγματικό χρόνο. Επίσης, οι εφαρμογές εστιάζονται στην διασφάλιση της ποιότητας ιδιαίτερα στην διαδικασία της εφοδιαστικής αλυσίδας, κατά την παραμονή του προϊόντος στα σημεία πώλησης αλλά και κατά την αποθήκευσή του στον οικιακό χώρο του καταναλωτή.

### • Εφαρμογές και συνδυασμός λειτουργιών

Τα παραπάνω υλικά λειτουργούν ξεχωριστά σε μεμονωμένες συσκευασίες, αλλά και σε συνδυασμό μεταξύ τους. Σε κάθε περίπτωση πρωταρχικό ρόλο παίζει το προϊόν εφαρμογής. Για παράδειγμα, οι δείκτες, οποιοδήποτε τύπου, χρησιμοποιούν θερμοχρωμικά μελάνια για την ένδειξη αλλαγής ώστε να δηλώσουν την κατάσταση του προϊόντος. Το ενδιαφέρον εστιάζεται στον καλύτερο και αποτελεσματικότερο σχεδιασμό, σε ότι αφορά παραμέτρους όπως το μέγεθος και το σχήμα των συσκευασιών, αλλά και τη βέλτιστη χρήση και απόδοση των υλικών που θα διαμορφώσουν τις έξυπνες συσκευασίες.

Οι περισσότερες από τις συσκευασίες με αυτά τα χαρακτηριστικά εφαρμόζονται στον τομέα των τροφίμων. Οι απαιτήσεις των καταναλωτών σε αυτού του είδους τα προϊόντα συνεχώς αυξάνονται,

καθώς έχει κυρίαρχο ρόλο η ποιότητα και η ασφάλεια. Με την ανάπτυξη των έξυπνων υλικών οι απαιτήσεις μπορούν να εκπληρωθούν. Τέτοιου τύπου εφαρμογές ολοκληρώνονται με την παρουσία των δεικτών. Η ανάπτυξη δεικτών μέτρησης χρόνου και θερμοκρασίας έχουν αξιολογη χρήση στα τρόφιμα, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις όπου για να διατηρηθεί η ποιότητα των προϊόντων, η θερμοκρασία τους θα πρέπει να παραμείνει σταθερή, όπως για παράδειγμα τα γαλακτοκομικά προϊόντα, τα οποία διατηρούνται κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες. Η λειτουργία των συσκευών αυτών βασίζεται στους μηχανισμούς ελέγχου φυσικής, χημικής και ιζηματικής δραστηριότητας των ουσιών από τα οποία αποτελείται το προϊόν, που οδηγούν σε οπτικές αλλαγές των δεικτών. Η αλλαγή χρώματος δηλώνει την φρεσκάδα του προϊόντος.

Οι συσκευασίες τροφίμων χωρίζονται σε δύο είδη συσκευασιών τις ενεργές συσκευασίες και τις ευφυείς συσκευασίες. Ο διαχωρισμός αυτός βασίζεται στον τρόπο λειτουργίας των έξυπνων μηχανισμών, από τους οποίους αποτελούνται και στις τεχνικές που χρησιμοποιούνται. Πιο συγκεκριμένα, ενεργές ονομάζονται οι συσκευασίες που ανταποκρίνονται ενεργά σε εξωτερικά ερεθίσματα. Τα ερεθίσματα αυτά είναι η άσκηση πίεσης, η αύξηση ή μείωση θερμοκρασίας, η έκθεση σε υπεριώδη ακτινοβολία και άλλα. Όταν το περιεχόμενο μιας συσκευασίας υπόκειται σε κάτι από τα παραπάνω, ειδικοί μηχανισμοί ξεκινούν να λειτουργούν, όπως είναι οι διαδικασίες ψύξης και θέρμανσης. Οι λειτουργίες αυτές βασίζονται στην χρήση έξυπνων υλικών. Από την άλλη, οι ευφυείς συσκευασίες έχουν την ιδιότητα να ανταποκρίνονται σε εξωτερικά και εσωτερικά ερεθίσματα διαφυλάσσοντας το προϊόν και χρησιμοποιώντας μηχανισμούς που ενημερώνουν τον καταναλωτή για την ποιότητα του. Αναλυτικά οι μηχανισμοί που χρησιμοποιούνται σε αυτού του τύπου τις συσκευασίες αναφέρονται στο σχετικό κεφάλαιο εφαρμογών έξυπνης συσκευασίας τροφίμων.

Έχουν αναπτυχθεί διάφορες εφαρμογές όπου χρησιμοποιούνται τα παραπάνω υλικά. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί μία συσκευασία που έχει την ιδιότητα να ψύχεται (self-cooling) και να θερμαίνεται (self-heating) από μόνη της, ενώ ταυτόχρονα έχει ενσωματωμένη μία ετικέτα από θερμοχρωμικό μελάνι, σαν μέρος του σχεδιασμού της. Όλα αυτά τα χαρακτηριστικά λειτουργούν σε συνεργασία, για να ενημερώνουν τον καταναλωτή πότε το περιεχόμενό της βρίσκεται στην κατάλληλη θερμοκρασία κατανάλωσης του προϊόντος. Άλλου τύπου οπτικές ενδείξεις μπορεί να προσφέρουν πληροφορίες για την θερμοκρασία του προϊόντος για κάποιο χρονικό διάστημα ή την πίεση που του ασκείται, εφαρμογές ιδιαίτερης σημασίας για προϊόντα ευπαθή και ευαίσθητα. Στις περισσότερες περιπτώσεις η σχετική ένδειξη, για την κατάσταση του προϊόντος, παρέχεται μέσω της αλλαγής χρώματος του σχετικού δείκτη. Με την συνεχή ανάπτυξη έξυπνων υλικών και συστημάτων και τις εφαρμογές τους σε καινοτομίες συσκευασιών, προβλέπεται να γίνουν πραγματικότητα επιπρόσθετες λειτουργίες επικοινωνίας μέσω φωτοβολταϊκών, φωτοχρωμικών και πιεζοηλεκτρικών υλικών, που θα μπορούν να ενσωματώνονται στις συσκευασίες μέσω εκτύπωσης.

## 1.4 Τομείς εφαρμογής τεχνολογιών και διαμόρφωσης έξυπνων συσκευασιών

Παραπάνω περιγράφηκαν οι βασικές τεχνολογίες από τις οποίες διαμορφώνονται οι έξυπνες συσκευασίες. Σε αυτήν την ενότητα περιγράφονται συνοπτικά οι τομείς εφαρμογών των τεχνολογιών αυτών. Μερικές εφαρμογές των τεχνολογιών της έξυπνης συσκευασίας έχουν αναπτυχθεί σε μεγάλο βαθμό, μέχρι σήμερα, και συνεχώς εξελίσσονται και βελτιώνονται. Οι βασικότεροι τομείς εφαρμογών είναι η ενσωμάτωση έξυπνων ετικετών σε παλέτες προϊόντων στην εφοδιαστική αλυσίδα και η διαμόρφωση μεμονωμένων προϊόντων όπως τα φάρμακα και τα τρόφιμα, όπου προβλέπονται ιδιαίτερες χρήσεις και εφαρμογές. Αναλυτικά οι εφαρμογές αναφέρονται στο σχετικό κεφάλαιο εφαρμογών.

### • Εφοδιαστική αλυσίδα

Η εφοδιαστική αλυσίδα είναι η διαδικασία διαχείρισης και δρομολόγησης των προϊόντων από τα σημεία παρασκευής τους προς τα σημεία πώλησης και περιλαμβάνει τα στάδια μεταφοράς των προϊόντων στις αποθήκες διανομής και από εκεί, στα καταστήματα λιανικής πώλησης. Η διαδικασία αυτή είναι χρονοβόρα και παρουσιάζονται αρκετά προβλήματα, που αφορούν κυρίως τον έλεγχο των εμπορευμάτων, τις λάθος παραλαβές και τυχόν χρονικές καθυστερήσεις. Σε πολλές περιπτώσεις μεταφέρεται λάθος εμπόρευμα σε λάθος προορισμό ή η μεταφορά γίνεται κάτω από ακατάλληλες συνθήκες περιβάλλοντος συντήρησης των προϊόντων. Στην εφοδιαστική αλυσίδα χρησιμοποιούνται ήδη ειδικές τεχνολογίες, που έχουν ως στόχο να απλοποιήσουν, να ελέγξουν και να αυτοματοποιήσουν την όλη διαδικασία. Μία από αυτές τις τεχνολογίες είναι ο γραμμωτός κώδικας. Η τεχνολογία αυτή έχει βελτιώσει αρκετά τον τρόπο διεξαγωγής των εργασιών στα στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας. Παρόλα αυτά, παρουσιάζονται αρκετά προβλήματα.

Με την χρήση της τεχνολογίας RFID αυτοματοποιούνται ακόμα περισσότερο αρκετές διαδικασίες, στα στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας, με αποτέλεσμα να πραγματοποιείται η μεταφορά των προϊόντων σε πιο σύντομο χρονικό διάστημα και να αποφεύγονται αρκετά λάθη. Οι αναμεταδότες τοποθετούνται σε παλέτες με εμπόρευματα και οι συσκευές ανάγνωσης, που είναι τοποθετημένες σε διάφορα σημεία, εντοπίζουν το περιεχόμενό τους και την θέση τους, κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας. Μεγάλες εταιρίες λιανικού εμπορίου χρησιμοποιούν την τεχνολογία αυτή στην διαδικασία διαχείρισης των εμπορευμάτων τους. Με αυτήν την εφαρμογή, ενθαρρύνεται η χρήση της τεχνολογίας RFID και σε άλλους τομείς, που αφορούν την διαχείριση των προϊόντων στα καταστήματα λιανικής πώλησης, για παράδειγμα, πιο εξελιγμένα αντικλεπτικά συστήματα ή οι αυτόματες πληρωμές μέσω ειδικής κάρτας κατά την έξοδο από το κατάστημα και άλλα. Σύμφωνα με τους ειδικούς η εφαρμογή αυτή θα διευκολύνει την περαιτέρω χρήση και διαμόρφωση έξυπνων συσκευασιών σε επίπεδο μεμονωμένων προϊόντων και όχι παλετών.

### • Τρόφιμα

Σε ότι αφορά τις συσκευασίες τροφίμων, οι λειτουργίες της έξυπνης συσκευασίας προσφέρουν πολ-

λές δυνατότητες. Κυρίαρχος στόχος των εφαρμογών αυτών είναι η διαφύλαξη και παρακολούθηση της ποιότητας των τροφίμων, κατά τη μεταφορά αλλά και παραμονή τους στα σημεία πώλησης. Σε αυτήν την κατηγορία προϊόντων είναι ενεργή η συμμετοχή της συσκευασίας, καθώς εκτός από μέσο επικοινωνίας του καταναλωτή με το προϊόν, η συσκευασία λειτουργεί και σαν μέσο προστασίας τού. Στην διαδικασία αυτή λαμβάνουν μέρος διάφορες τεχνολογίες οι οποίες συνδυάζονται, όπως είναι η τεχνολογία RFID, τα δίκτυα αισθητήρων και οι δείκτες. Τα μέσα αυτά παρέχουν ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και ιδιότητες στις συσκευασίες. Μερικά από αυτά είναι η θέρμανση ή η ψύξη των συσκευασιών όταν η θερμοκρασία των προϊόντων στο εσωτερικό τους φτάσει μία συγκεκριμένη τιμή και η δυνατότητα να αυξάνεται το οξυγόνο στο εσωτερικό της συσκευασίας, ώστε να επιτυγχάνεται η καλύτερη συντήρηση των τροφίμων.

Οι συσκευασίες σε αυτόν τον τομέα χωρίζονται σε κατηγορίες ανάλογα με την λειτουργία τους. Οι κατηγορίες αυτές είναι οι ευφυείς συσκευασίες, οι οποίες ενημερώνουν τον καταναλωτή για την κατάσταση του προϊόντων μέσω της συσκευασίας, στην οποία είναι ενσωματωμένοι μηχανισμοί των τεχνολογιών που προαναφέρθηκαν. Επίσης, παρέχεται τρόπος ένδειξης στους καταναλωτές αν το προϊόν είναι κατάλληλο προς κατανάλωση ή αν έχει αλλοιωθεί. Έτσι, προστατεύονται οι ίδιοι οι καταναλωτές από την αγορά ακατάλληλων προϊόντων. Άλλα είδη συσκευασιών τροφίμων είναι οι ενεργές και οι βιοενεργές, που έχουν ως στόχο την διασφάλιση της ποιότητας των προϊόντων και όχι την απλή ενημέρωση. Σε αυτήν την περίπτωση δεν χρησιμοποιούνται τεχνικές διαμόρφωσης έξυπνων συσκευασιών, αλλά ειδικά εξαρτήματα που αντιδρούν δυναμικά στις χημικές αλλαγές της σύστασης των τροφών. Συγκεκριμένα παραδείγματα εφαρμογών αναφέρονται στο σχετικό κεφάλαιο εφαρμογών.

### • Υγεία - φαρμακευτικά προϊόντα

Στον τομέα της υγείας οι εφαρμογές εστιάζονται γύρω από τις συσκευασίες φαρμάκων και επεκτείνονται διαμορφώνοντας ολοκληρωμένα συστήματα διαχείρισης του ιατρικού εξοπλισμού σε νοσοκομειακές μονάδες, επηρεάζοντας την δομή και την λειτουργία τους. Ειδικότερα, οι εφαρμογές στην έξυπνη συσκευασία αναπτύσσονται με σκοπό να επιβεβαιώνεται η ποιότητα και η γνησιότητα του περιεχομένου των συσκευασιών και να πιστοποιείται η προέλευσή τους, ώστε να αποφεύγονται φαινόμενα πλαστογραφίας και αντιγραφής προϊόντων. Έχουν αναπτυχθεί και συνεχώς εξελίσσονται εφαρμογές που βασίζονται στην πρόληψη τέτοιων φαινομένων. Επίσης, υπάρχουν εφαρμογές που στοχεύουν στην παρακολούθηση του ασθενή αν λαμβάνει σωστά την φαρμακευτική του αγωγή. Υπάρχουν όμως και εφαρμογές που στοχεύουν στην καλύτερη εξυπηρέτηση των ασθενών και την επικοινωνία τους με τον θεράποντα ιατρό, ώστε να αποφεύγονται ιατρικά λάθη. Άλλου τύπου εφαρμογές διαμορφώνονται ώστε να διεξάγονται πιο γρήγορα και αποτελεσματικά ιατρικές δοκιμές και άλλα. Σε αυτές τις περιπτώσεις πραγματοποιείται η χρήση έξυπνων συσκευασιών και η σύνδεσή τους με πληροφοριακά συστήματα όπως ένας προσωπικός υπολογιστής.

Επιπλέον, οι νέες τεχνολογίες, όπως το RFID, ενδέχεται να εδραιωθούν στον ευρύτερο τομέα της



ιατρικής, καθώς αναπτύσσονται εφαρμογές που αναδιαμορφώνουν στον τρόπο λειτουργίας των νοσοκομειακών μονάδων. Οι εφαρμογές αυτές έχουν ως στόχο να αποφεύγονται τα λάθη, όπως για παράδειγμα, η λάθος αναγνώριση ασθενών, και αρκετές εργασίες γίνονται ταυτόχρονα, ώστε να μειώνεται ο χρόνος που απαιτείται για την διεξαγωγή τους. Είναι αναπόφευκτο ότι οι συσκευασίες θα πρέπει να ακολουθήσουν το νέο αυτό τρόπο λειτουργίας του όλου συστήματος, δίνοντας την δυνατότητα επέκτασης των εφαρμογών. Τέτοιες εφαρμογές εστιάζονται κυρίως σε διαδικασίες όπως η αναγνώριση των ασθενών από το ιατρικό προσωπικό, η χορήγηση της κατάλληλης αγωγής σε αυτούς και άλλα. Σε αυτήν την εργασία δίνεται μεγαλύτερη έμφαση στις ιατρικές εφαρμογές, καθώς το πρωτότυπο που αναπτύσσεται ανήκει σε αυτόν τον τομέα εφαρμογής.

## 1.5 Συμπεράσματα & σύνοψη

Ανακεφαλαιώνοντας, ο όρος «έξυπνη» δίνεται σε μια συσκευασία που έχει επιπλέον ιδιότητες και χαρακτηριστικά, από τις απλές συσκευασίες. Οι ιδιότητες αυτές εξαρτώνται από το είδος του προϊόντος για το οποίο προορίζεται η συσκευασία και τα λειτουργικά του χαρακτηριστικά. Επίσης, η διαμόρφωση έξυπνων συσκευασιών είναι απαραίτητη, σύμφωνα με τις ανάγκες των άμεσων χειριστών τους, που είναι οι κατασκευαστές και οι καταναλωτές. Οι καταναλωτές επιδιώκουν την καλύτερη εξυπηρέτησή τους και την διαφύλαξη της ποιότητας των προϊόντων που αγοράζουν. Επίσης, ο σύγχρονος ρυθμός ζωής και η ικανότητά τους να εξοικειώνονται και να μην αποστρέφονται από την χρήση νέων τεχνολογιών, συμβάλλουν ακόμα περισσότερο στην αποδοχή των νέων συσκευασιών από τους καταναλωτές. Από την άλλη, οι κατασκευαστές αρχικά επιβαρύνονται με το κόστος υιοθέτησης και εγκατάστασης του εξοπλισμού της τεχνολογίας που απαιτείται για την διαχείριση των έξυπνων συσκευασιών. Παρόλα αυτά, αρκετές από τις απαιτήσεις τους καλύπτονται, όπως είναι η πρόληψη λαθών, η αυτοματοποίηση διαδικασιών, η προώθηση της μάρκας των προϊόντων και άλλα, που συμβάλουν τελικά στην αύξηση πωλήσεων και κερδών.

Οι έξυπνες συσκευασίες διαμορφώνονται μέσω των τεχνολογιών RFID και ασύρματων δικτύων αισθητήρων, των έξυπνων υλικών και των δεικτών. Η τεχνολογία RFID είναι η πιο διαδεδομένη, καθώς όλο και περισσότερες εφαρμογές αναπτύσσονται μέσω αυτής. Με την ευρεία υιοθέτηση της τεχνολογίας ενδέχεται να αναπτυχθούν και άλλες εφαρμογές στις συσκευασίες μεμονωμένων προϊόντων. Το ενδιαφέρον με τα δίκτυα αισθητήρων εστιάζεται στη χρήση τους σε συνεργασία με την τεχνολογία RFID. Τα δίκτυα αυτά έχουν την δυνατότητα να βελτιώσουν το σύστημα επικοινωνίας ή να επεκτείνουν την εμβέλεια σήματος ενός συστήματος RFID. Τα έξυπνα υλικά έχουν την ιδιότητα να ανταποκρίνονται σε ερεθίσματα που δέχονται από το περιβάλλον τους. Στην διαμόρφωση έξυπνων συσκευασιών ενδιαφέρουσες εφαρμογές προκύπτουν από τα πιεζοηλεκτρικά υλικά, τα θερμοχρωμικά μελάνια και τα shape memory alloys. Τα υλικά αυτά λειτουργούν είτε από μόνα τους είτε σε συνεργασία με τους δείκτες. Οι δείκτες είναι αντικείμενα που τοποθετούνται σε συσκευασίες και παρέχουν οπτική ένδειξη της κατάστασης του προϊόντος που περιέχεται σε αυτήν. Υπάρχουν οι δεί-

κτες ένδειξης φρεσκάδας, μέτρησης χρόνου και θερμοκρασίας και ακεραιότητας. Χρησιμοποιούνται περισσότερο σε συσκευασίες τροφίμων.

Οι τομείς στους οποίους εφαρμόζονται οι παραπάνω τεχνολογίες και υλικά, ώστε να διαμορφώνονται έξυπνες συσκευασίες, είναι η εφοδιαστική αλυσίδα, τα τρόφιμα και ο τομέας της υγείας. Σε κάθε περίπτωση χρησιμοποιείται κάποια από τις τεχνολογίες που προαναφέρθηκαν, όπως, για παράδειγμα, στην εφοδιαστική αλυσίδα χρησιμοποιείται το RFID και στις συσκευασίες τροφίμων χρησιμοποιούνται οι δείκτες κλπ. Σε αρκετές περιπτώσεις γίνεται συνδυασμός λειτουργιών και χαρακτηριστικών, καθώς χρησιμοποιούνται πάνω από μία τεχνολογία. Μέσα από τις εφαρμογές παρουσιάζονται οι δυνατότητες και τα οφέλη ανάπτυξης τέτοιων συστημάτων. Επίσης, δίνεται πλήρης εικόνα για τον τρόπο λειτουργίας τους.



## Κεφάλαιο 2 - Η τεχνολογία RFID

---

# Η τεχνολογία RFID

---

Ο όρος 'RFID' είναι τα αρχικά των λέξεων Radio Frequency Identification. Το RFID ή αλλιώς το Σύστημα Εντοπισμού Ραδιοσυχνοτήτων (ΣΕΡ), είναι η τεχνολογία που χρησιμοποιείται σήμερα για την ανίχνευση και αναγνώριση αντικειμένων, τοποθεσιών ακόμη και ανθρώπων. Είναι μία ασύρματη τεχνολογία που χρησιμοποιεί κύματα ραδιοσυχνοτήτων για να μεταφέρει δεδομένα ανάμεσα σε ένα φορητό αντικείμενο και μια συσκευή ανάγνωσης, με στόχο την αναγνώριση, ανίχνευση ή εντοπισμό αυτού του αντικειμένου (Cisco, 2005). Σύμφωνα με τους Noth et al (2005) το RFID είναι ένα ασύρματο σύστημα επικοινωνίας, που καθιστά ικανούς ηλεκτρονικούς υπολογιστές να διαβάζουν την ταυτότητα ηλεκτρονικών αναμεταδοτών από απόσταση, χωρίς να είναι υποχρεωτική η χρήση μπαταρίας, ως πηγή ενέργειας. Επίσης, ο Want (2004) υποστηρίζει ότι η τεχνολογία RFID προσφέρει αναγνωριστική ένδειξη, που επιτρέπει σε ένα αντικείμενο, μια τοποθεσία ή έναν άνθρωπο να αναγνωρίζεται αυτόματα, από απόσταση και χωρίς άμεση επαφή, με την ανταλλαγή ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων.

Η τεχνολογία αυτή ξεκίνησε να αναπτύσσεται από τις ένοπλες δυνάμεις την περίοδο του Β' Παγκοσμίου Πολέμου. Την δεκαετία του '60, εξελίχθηκε η εφαρμογή εμπορικών, πρωτότυπων συστημάτων, όπως, για παράδειγμα, οι αντικλεπτικές συσκευές βασισμένες στον εξοπλισμό EAS (Electronic Article Surveillance). Οι συσκευές αυτές ανιχνεύανε την παρουσία ενός αναμεταδότη και χρησιμοποιούνταν σε καταστήματα λιανικής πώλησης, προσαρμοσμένα σε εμπορεύματα μεγάλης αξίας και ρούχα, για την αποφυγή κλοπής. Την δεκαετία του '70, ξεκίνησαν να παράγονται ετικέτες ανάγνωσης μέσω ραδιοσυχνοτήτων και η τεχνολογία πήρε τη μορφή που έχει σήμερα. Ορισμένοι όμως ανασταλτικοί παράγοντες δεν βοήθησαν στην εξάπλωση και ευρεία χρήση της. Αυτοί κυρίως ήταν το αρκετά μεγάλο κόστος και διάφοροι άλλοι περιορισμοί ως προς τη χρήση της σε εμπορικές εφαρμογές. Παρόλα αυτά, εκείνη την περίοδο, αναπτύχθηκαν εφαρμογές, όπως η εμφύτευση αναμεταδοτών στα ζώα και άλλες. Με το πέρασμα των χρόνων, η τεχνολογία εξελίχθηκε ακόμα περισσότερο και βελτιώθηκε σε ότι αφορά τον εξοπλισμό και τα τεχνικά χαρακτηριστικά της. Οι αναμεταδότες RFID μίκρυναν σε μέγεθος και αποτελούνταν από τον δέκτη ράδιο-σημάτων, την μνήμη, τη συσκευή αποστολής σημάτων και μία μπαταρία. Τη δεκαετία του '90 η ανάπτυξη της τεχνολογίας βοήθησε στην εξάλειψη της μπαταρίας των αναμεταδοτών, διαμορφώνοντας έναν νέο τύπο, τους παθητικούς αναμεταδότες.

Σήμερα, οι τομείς έρευνας και εφαρμογής της τεχνολογίας RFID επεκτείνονται όλο και περισσότερο, σε συνεργασία με τις υπάρχουσες τεχνολογίες, όπως τα δίκτυα αισθητήρων. Οι εφαρμογές ανα-

πτύσσονται σε διάφορους τομείς, χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν οι ειδικές κάρτες που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο πρόσβασης σε διάφορους χώρους και κτήρια, στην εφοδιαστική αλυσίδα και τον έλεγχο διαχείρισης αποθεμάτων, σε νοσοκομειακές μονάδες, εμπορικά καταστήματα και άλλα. Σε ότι αφορά την συσκευασία, το ενδιαφέρον στις εφαρμογές εστιάζεται στην ενσωμάτωση αναμεταδοτών RFID σε συσκευασίες εμπορικών προϊόντων, όπως συμβαίνει στην εφοδιαστική αλυσίδα σε επίπεδο παλετών για πολλά είδη προϊόντων και σε συγκεκριμένες εφαρμογές σε φαρμακευτικές συσκευασίες και τρόφιμα. Εφαρμογές αναπτύσσονται και σε άλλου τύπου προϊόντα όπως είναι τα παιχνίδια και τα καλλυντικά.

Στο κεφάλαιο αυτό αναλύονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά της τεχνολογίας RFID, όπως είναι τα εξαρτήματά από τα οποία αποτελείται, ενώ γίνεται μια σύντομη αναφορά στον τρόπο που αυτά συνδέονται και λειτουργούν. Έπειτα, παρουσιάζονται ορισμένες εφαρμογές της τεχνολογίας που αναπτύσσονται σήμερα σε διάφορους τομείς, εκτός συσκευασίας. Τέλος, αναφέρονται οι προβληματικοί τομείς και οι δυσκολίες που παρουσιάζονται κατά την χρήση του RFID, που αφορούν κυρίως τους τεχνικούς περιορισμούς, τις προδιαγραφές λειτουργίας και άλλους ανασταλτικούς παράγοντες χρήσης, όπως το αυξημένο κόστος και ο κίνδυνος χρήσης και πρόσβασης από αναρμόδιους φορείς σε προσωπικά δεδομένα χρηστών, τα οποία συλλέγονται κατά τη λειτουργία τέτοιων συστημάτων.

## 2.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά του RFID

Για την αναλυτική περιγραφή της τεχνολογίας RFID και κατανόηση του τρόπου χρήσης και λειτουργίας της γίνεται αναφορά στα τεχνικά χαρακτηριστικά της, όπως είναι τα εξαρτήματα από τα οποία αποτελείται, τον τρόπο που επικοινωνούν αυτά μεταξύ τους, το λογισμικό που χρησιμοποιείται για την διαχείριση δεδομένων και άλλα χαρακτηριστικά. Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, υπάρχουν οι αναμεταδότες RFID, που προσαρμόζονται στις συσκευασίες των προϊόντων και οι συσκευές ανάγνωσης που εντοπίζουν τους αναμεταδότες και «διαβάζουν» τα δεδομένα τους. Η επικοινωνία αυτή, αναμεταδότη και συσκευή ανάγνωσης, μέσω ραδιοκυμάτων γίνεται σε συγκεκριμένο εύρος συχνοτήτων εκπομπής ραδιοκυμάτων. Η λειτουργία του όλου συστήματος προσαρμόζεται σε καθορισμένες προδιαγραφές και πρότυπα λειτουργίας.

### 2.1.1 Αναμεταδότες (tags)

Το εσωτερικό του αναμεταδότη της τεχνολογίας RFID αποτελείται από ένα μικροσίπ και μία κεραία λήψης και αναμετάδοσης ραδιοκυμάτων. Οι αναμεταδότες (εικ. 3) μπορούν να επισυναφθούν σε υποστρώματα διαμορφώνοντας τις έξυπνες ετικέτες ή να τοποθετηθούν απευθείας σε φυσικά αντικείμενα (Berthnou, 2000). Οι αναμεταδότες χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες, τους παθητικούς αναμεταδότες



Εικ 3. Αναμεταδότης RFID.

και τους ενεργούς. Ο διαχωρισμός αυτός γίνεται με βάση στον τρόπο που λαμβάνουν ενέργεια ώστε να λειτουργήσουν. Η κάθε κατηγορία αναμεταδοτών έχει σχεδιαστεί για να ταιριάζει στις ανάγκες και απαιτήσεις των διαφορετικών εφαρμογών, του τρόπου χρήσης τους και σύμφωνα με τις ξεχωριστές συνθήκες του περιβάλλοντος λειτουργίας. Εκτός από τις δύο αυτές βασικές κατηγορίες υπάρχουν και οι ημι-παθητικοί αναμεταδότες, που ενσωματώνουν χαρακτηριστικά των δύο προηγούμενων.

- **Παθητικοί αναμεταδότες (passive tags)**

Οι παθητικοί αναμεταδότες έχουν αρκετά χαμηλό κόστος και είναι απλούστεροι στη χρήση από τους ενεργούς. Η πηγή ενέργειας, που χρειάζονται για τη λειτουργία τους, είναι τα ραδιοκύματα που εκπέμπονται από τη συσκευή ανάγνωσης. Όταν ένας αναμεταδότης βρίσκεται εντός των ορίων του πεδίου εκπομπής ραδιοκυμάτων της συσκευής ανάγνωσης, λαμβάνει ένα ηλεκτρομαγνητικό σήμα, από την συσκευή αυτή. Το σήμα αυτό εκπέμπεται από την συσκευή ανάγνωσης και ανιχνεύεται από την κεραία που έχει ενσωματωμένος ο αναμεταδότης. Σε αυτή τη φάση, ο αναμεταδότης αποθηκεύει την ενέργεια από το σήμα αυτό, σε ένα πυκνωτή. Όταν ο πυκνωτής συγκεντρώσει αρκετό φορτίο, μπορεί να δώσει ενέργεια στο κύκλωμα λειτουργίας του αναμεταδότη, το οποίο με τη σειρά του μεταδίδει ένα κατάλληλα προσαρμοσμένο σήμα πίσω στην συσκευή ανάγνωσης. Το σήμα αυτό περιέχει την πληροφορία, που είναι αποθηκευμένη στον αναμεταδότη. Η επικοινωνία αυτή γίνεται μέσω του ηλεκτρονικού κώδικα προϊόντος ή αριθμό EPC, του οποίου η λειτουργία περιγράφεται σε επόμενη ενότητα.

Το μέγεθος των αναμεταδοτών αυτών είναι ανάλογο με την απόσταση ανάγνωσης που παρέχουν. Όσο μεγαλύτερο είναι το μέγεθός τους, από τόσο μεγαλύτερη απόσταση μπορούν να λάβουν ραδιοκύματα από τις συσκευές ανάγνωσης. Είναι απλούστεροι στη χρήση και έχουν αρκετά χαμηλό κόστος παραγωγής, σε σύγκριση με τα άλλα δύο είδη αναμεταδοτών. Θεωρούνται πιο αξιόπιστοι, δεν χρειάζονται συντήρηση και μπορούν να ενσωματωθούν στο στοιχείο για το οποίο προορίζονται. Επίσης, προσφέρουν απεριόριστη διάρκεια λειτουργίας. Το βασικό μειονέκτημα των παθητικών αναμεταδοτών είναι ότι δεν έχουν μεγάλη χωρητικότητα, οπότε δεν μπορούν να αποθηκεύσουν πολλά δεδομένα. Επομένως, δεν είναι η κατάλληλη επιλογή για πολύπλοκες εφαρμογές, όπως αυτές όπου απαιτείται να υπάρχουν μηχανισμοί προστασίας και κρυπτογράφησης των δεδομένων, που περιέχονται σε αυτούς, καθώς αυτές οι εφαρμογές χρειάζονται αυξημένη χωρητικότητα μνήμης. Από την άλλη, όμως, χρησιμοποιούνται για πιο απλές εφαρμογές, όπου το κόστος οφείλει να παραμένει σε χαμηλά επίπεδα.

- **Ενεργοί αναμεταδότες (active tags)**

Οι ενεργοί αναμεταδότες έχουν την δική τους πηγή ενέργειας, που είναι συνήθως μία μπαταρία. Έτσι, είναι αυτόνομοι, καθώς δεν εξαρτώνται από την συσκευή ανάγνωσης. Επίσης, μπορούν να μεταδίδουν πιο δυνατό σήμα, οπότε να ανιχνεύονται από τις συσκευές ανάγνωσης που βρίσκονται σε μεγαλύτερες αποστάσεις, από ότι ισχύει για τους παθητικούς αναμεταδότες. Από την άλλη, οι μπαταρίες ευθύνονται για την περιορισμένη, σε διάρκεια, χρήση των αναμεταδοτών αυτών, καθώς

έχουν συγκεκριμένη διάρκεια λειτουργίας και χρόνο ζωής. Η λειτουργία των ενεργών αναμεταδοτών βασίζεται στο να παρέχουν έναν αριθμό αναγνώρισης και κάποιες επιπλέον πληροφορίες που σχετίζονται με το αντικείμενο στο οποίο είναι τοποθετημένοι. Η χωρητικότητά τους είναι αρκετά μεγαλύτερη από τους παθητικούς αναμεταδότες, καθώς μπορεί να φτάσει μέχρι και το 1 MB, ανάλογα με τις απαιτήσεις της εφαρμογής.

Τα παραπάνω χαρακτηριστικά έχουν ως αποτέλεσμα να αυξάνουν το κόστος παραγωγής τους και το μέγεθός τους. Για το λόγο αυτό δεν προσαρμόζονται εύκολα στις διάφορες απαιτήσεις της κάθε εφαρμογής. Κάποια από τα μειονεκτήματα των ενεργών αναμεταδοτών, σε σχέση με τους παθητικούς είναι ότι έχουν μεγάλο μέγεθος, περιορισμένη ζωή λειτουργίας και μεγάλο κόστος. Όπως και οι παθητικοί αναμεταδότες, έτσι και οι ενεργοί έχουν χαρακτηριστικά που πλεονεκτούν ή μειονεκτούν ανάλογα με το σκοπό χρήσης τους και την εφαρμογή για την οποία προορίζονται. Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 1) παρουσιάζονται οι διαφορές ανάμεσα στους ενεργούς και τους παθητικούς αναμεταδότες.

	<b>Ενεργοί αναμεταδότες RFID</b>	<b>Παθητικοί αναμεταδότες RFID</b>
<b>Πηγή ενέργειας</b>	Εσωτερικά από τον ίδιο τον αναμεταδότη	Η ενέργεια μεταφέρεται από την συσκευή ανάγνωσης
<b>Διαθεσιμότητα ενέργειας του αναμεταδότη</b>	Συνεχόμενα	Μόνο όταν βρίσκεται στο πεδίο ανάγνωσης της συσκευής ανάγνωσης
<b>Απαιτούμενη ισχύς σήματος επικοινωνίας της συσκευής ανάγνωσης με τον αναμεταδότη</b>	Υψηλή	Χαμηλή
<b>Διαθέσιμη ισχύς σήματος επικοινωνίας του αναμεταδότη με την συσκευή ανάγνωσης</b>	Χαμηλή	Υψηλή
<b>Εμβέλεια επικοινωνίας</b>	Μεγάλη εμβέλεια επικοινωνίας	Μικρή εμβέλεια επικοινωνίας
<b>Συλλογή δεδομένων από πολλούς αναμεταδότες</b>	Σκανάρισμα χιλιάδων αναμεταδοτών από μία συσκευή ανάγνωσης	Σκανάρισμα 100 αναμεταδοτών σε απόσταση 3 m από μία συσκευή ανάγνωσης
	Σκανάρισμα μέχρι 20 αναμεταδότες που κινούνται πάνω από τα 100 μίλια/ώρα	Σκανάρισμα 20 αναμεταδοτών που κινούνται 3 μίλια/ώρα ή λιγότερο
<b>Ικανότητες αισθητήρα</b>	Η ικανότητα να παρακολουθεί συνεχόμενα	Ικανότητα να παρακολουθεί όταν ο αναμεταδότης αποκτά ενέργεια από τη συσκευή ανάγνωσης
<b>Αποθήκευση δεδομένων</b>	Μεγάλη	Μικρή

Πίνακας 1. Οι διαφορές ανάμεσα στους παθητικούς και τους ενεργούς αναμεταδότες.

- **Ημι-παθητικοί αναμεταδότες**

Υπάρχει και μία ξεχωριστή κατηγορία αναμεταδοτών, αυτή των ημι-παθητικών. Οι αναμεταδότες αυτοί, ενσωματώνουν χαρακτηριστικά από τους ενεργούς και τους παθητικούς. Ένα από αυτά είναι ότι έχουν ενσωματωμένη μπαταρία, μέσω της οποίας δίνουν ενέργεια στον μικροεπεξεργαστή τους. Η χαρακτηριστική ιδιότητά τους είναι ότι μπορούν να βρίσκονται σε κατάσταση απενεργοποίησης και να ενεργοποιούνται μόνο όταν λαμβάνουν σήμα από την συσκευή ανάγνωσης. Με άλλα λόγια, λειτουργούν σαν παθητικοί αναμεταδότες, οι οποίοι φέρουν μπαταρία που την χρησιμοποιούν για να εκπέμπουν ισχυρότερα την πληροφορία που μεταφέρουν.

- **Γενικά χαρακτηριστικά αναμεταδοτών**

Υπάρχουν κάποια γενικά χαρακτηριστικά των αναμεταδοτών που αφορούν τη λειτουργία τους και δεν εξαρτώνται από το είδος τους, δηλαδή αν είναι παθητικοί ή ενεργοί (Hassan, Chatterjee, 2006). Αρχικά, η λειτουργία των αναμεταδοτών εξαρτάται από τις εξωτερικές συνθήκες περιβάλλοντος, όπως είναι η θερμοκρασία και η υγρασία. Υπάρχει περιορισμός στις τιμές θερμοκρασίας και τα ποσοστά υγρασίας κάτω από τα οποία μπορούν να λειτουργήσουν, τα οποία καθορίζονται από τους κατασκευαστές τους. Το γεγονός αυτό είναι ένα από τα βασικά μειονεκτήματα των αναμεταδοτών, καθώς παρουσιάζονται προβλήματα σε εφαρμογές ιδιαίτερα στην εφοδιαστική αλυσίδα, όπου οι συνθήκες μεταφοράς και αποθήκευσης των προϊόντων ποικίλουν και εναλλάσσονται κατά την μεταφορά τους.

Επόμενο χαρακτηριστικό είναι το είδος και η χωρητικότητα της μνήμης του αναμεταδότη. Η μνήμη χωρίζεται σε τρία είδη, τη μνήμη μόνο ανάγνωσης (read only memory - ROM), τη μνήμη ανάγνωσης-γραφής τυχαίας προσπέλασης (read-write random access memory - RAM) και τη μνήμη πολλαπλής ανάγνωσης (write once/read many memory – WORM). Οι αναμεταδότες που ανήκουν στην δεύτερη κατηγορία επιτρέπουν στον χρήστη να αλλάζει τα αποθηκευμένα δεδομένα και μπορούν να λειτουργήσουν χωρίς εσωτερική πηγή ενέργειας ή μπαταρία ώστε να διατηρηθούν τα δεδομένα στη μνήμη τους. Στην περίπτωση που οι αναμεταδότες δεν διαθέτουν μνήμη, έχουν την ιδιότητα απλά να δηλώνουν την παρουσία ενός αντικειμένου. Οι αναμεταδότες με ενσωματωμένη μνήμη στοιχίζουν περισσότερο από ότι αυτούς χωρίς μνήμη.

Οι αναμεταδότες σε ένα σύστημα RFID μπορεί να είναι ενσωματωμένοι, μετακινήσιμοι ή προσαρτημένοι ανάλογα με τη μέθοδο εφαρμογής που χρησιμοποιείται. Ενσωματωμένος είναι ο αναμεταδότης που αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι του προϊόντος στο οποίο τοποθετείται, ενώ οι μετακινήσιμοι ή προσαρτημένοι μπορούν να αποσπαστούν από το προϊόν. Η διαφορά ανάμεσα σε έναν προσαρτημένο και σε έναν μετακινούμενο αναμεταδότη είναι ότι ο πρώτος είναι σχεδιασμένος για να τοποθετηθεί σε ετικέτες προϊόντων, για την ανίχνευσή τους, οπότε δεν επιτρέπεται η τοποθέτησή του σε άλλο προϊόν, ενώ ο δεύτερος είναι σχεδιασμένος έτσι ώστε να αλλάζει θέση και να μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί.

Οι αναμεταδότες, οποιασδήποτε κατηγορίας, έχουν ενσωματωμένη κεραία, της οποίας η χρήση εστι-

άζεται κυρίως στην σύλληψη του σήματος των ραδιοκυμάτων. Επίσης, χρησιμοποιείται και ως μέσω μεταφοράς ενέργειας στους παθητικούς αναμεταδότες, όπως προαναφέρθηκε. Υπάρχουν διάφορα είδη κεραίας όπως είναι οι διπολικές κεραίες, πηγίου και άλλες. Τελευταία αναπτύσσονται καινούριες μέθοδοι παραγωγής κεραιών μέσω εκτύπωσης, όπου χρησιμοποιούνται ειδικά μελάνια και τεχνικές εκτύπωσης κυκλωμάτων. Οι μέθοδοι αυτές στοχεύουν στη μείωση του κόστους παραγωγής των αναμεταδοτών και την ευρεία υιοθέτηση της τεχνολογίας RFID και σε άλλες εφαρμογές.

### **2.1.2 Συσσκευές ανάγνωσης (readers)**

Οι συσκευές ανάγνωσης ενός συστήματος RFID είναι τα εξαρτήματα με τα οποία γίνεται η αναγνώριση των αναμεταδοτών. Με άλλα λόγια, οι συσκευές αυτές διαβάζουν τα δεδομένα που υπάρχουν στους αναμεταδότες. Κάθε τέτοια συσκευή αποτελείται από μία κεραία, η οποία είναι τοποθετημένη είτε εσωτερικά της συσκευής ανάγνωσης, δηλαδή ενσωματωμένη σε αυτήν, είτε τοποθετείται εξωτερικά. Οι συσκευές αυτές μπορεί να είναι φορητές αλλά και σταθερές. Στην περίπτωση των φορητών συσκευών ανάγνωσης ο χρήστης συνήθως κρατάει μία τέτοια συσκευή στο χέρι στέλνοντας ραδιοκύματα στους αναμεταδότες των αντικειμένων. Στις σταθερές συσκευές τα αντικείμενα με τους αναμεταδότες κινούνται και πλησιάζουν σε αυτές ώστε να ανιχνευτούν. Χαρακτηριστικό παράδειγμα εφαρμογής των συσκευών αυτών αποτελεί η εφοδιαστική αλυσίδα, όπου σταθεροί αναμεταδότες τοποθετούνται σε σημεία εισόδου και εξόδου από τους χώρους αποθήκευσης και μεταφοράς των προϊόντων, ενώ φορητοί αναμεταδότες χρησιμοποιούνται από τους αρμόδιους υπαλλήλους σε ειδικές περιπτώσεις για να ελέγξουν το περιεχόμενο του φορτίου που παραλήφθηκε.

Υπάρχουν και άλλες δύο κατηγορίες διαχωρισμού των συσκευών αυτών που είναι οι γραμμικές συσκευές ανάγνωσης και οι κυκλικές. Ο διαχωρισμός αυτός γίνεται με βάση τον τρόπο διαμόρφωσης του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου, μέσα από το οποίο λαμβάνουν σήματα από τις κεραίες των αναμεταδοτών. Οι γραμμικές συσκευές ανάγνωσης λαμβάνουν σήματα από τις κεραίες των αναμεταδοτών που βρίσκονται σε συγκεκριμένη διεύθυνση εκπομπής ραδιοκυμάτων και έχουν ως κύριο χαρακτηριστικό την μεγάλη εμβέλεια ανάγνωσης. Από την άλλη, οι κυκλικοί αναγνώστες δημιουργούν πεδία χωρίς συγκεκριμένη κατεύθυνση, με αποτέλεσμα να λαμβάνουν σήματα από αναμεταδότες που δεν έχουν συγκεκριμένο προσανατολισμό. Η ιδιαιτερότητα αυτή έχει ιδιαίτερη σημασία σε περιπτώσεις όπου τα αντικείμενα που φέρουν αναμεταδότες και θα αναγνωστούν από τις συσκευές ανάγνωσης είναι άτακτα τοποθετημένα. Σε αυτήν την περίπτωση οι γραμμικές συσκευές ανάγνωσης δεν θα ανιχνεύσουν όλους τους αναμεταδότες.

Μία ειδική κατηγορία συσκευών ανάγνωσης είναι αυτή των πολλαπλών συχνοτήτων, που έχουν σχεδιαστεί για να αντλούν πληροφορίες από αναμεταδότες που χρησιμοποιούν διαφορετικές συχνοτήτες. Επίσης, οι συσκευές αυτές μπορούν να προσαρμόζονται σε διαφορετικά δεδομένα ανάλογα με το τη ζώνη συχνότητας λειτουργίας. Ο αναμεταδότης μπορεί να ανταποκριθεί σε τιμές συχνότητας που είναι είτε μέρος, είτε πολλαπλάσιο της συχνότητας επικοινωνίας της συσκευής ανάγνωσης, ή ακόμα και ανεξάρτητες.



### 2.1.3 Εύρος συχνοτήτων

Η επικοινωνία της συσκευής ανάγνωσης και του αναμεταδότη γίνεται μέσω ραδιοκυμάτων, η εκπομπή των οποίων λαμβάνει χώρα μέσα σε συγκεκριμένο εύρος συχνοτήτων. Το κάθε σύστημα RFID συμπεριφέρεται διαφορετικά ανάλογα με την ζώνη συχνότητας, η οποία χρησιμοποιείται, έτσι υπάρχει η κατάλληλη τιμή συχνότητας για κάθε εφαρμογή. Ανάλογα με την συχνότητα που κάθε φορά χρησιμοποιείται, διαμορφώνονται οι λειτουργίες που αφορούν την ταχύτητα ανταλλαγής δεδομένων, την ποικιλία, την λειτουργικότητα και την ικανότητα διείσδυσης των ραδιοκυμάτων στην επιφάνεια του προϊόντος. Επίσης, οι διαφορετικές ζώνες συχνότητας που χρησιμοποιούνται εξαρτώνται από την νομοθεσία κάθε χώρας, οπότε είναι επιτρεπτές διαφορετικές τιμές για κάθε χώρα. Οι βασικές ζώνες συχνότητας διακρίνονται στις παρακάτω κατηγορίες:

- Ζώνη χαμηλής συχνότητας (low-frequency ή LF): 9 - 195 KHz, με απόσταση ανάγνωσης μερικά εκατοστά.
- Ζώνη υψηλής συχνότητας (high frequency ή HF): 13,56 MHz, με απόσταση ανάγνωσης από 1 cm έως 1,5 m.
- Ζώνη υπέρ-υψηλής συχνότητας (ultra-high frequency ή UHF): 0,3 - 1,2 GHz, με απόσταση ανάγνωσης μεγαλύτερη του 1,5 m.
- Ζώνη μικροκυμάτων (microwave): 2,45 - 5,8 GHz.

Κατά την επικοινωνία ανάμεσα στους αναμεταδότες και τις συσκευές ανάγνωσης, υπάρχουν κάποιοι παράγοντες που μπορούν να προκαλέσουν προβλήματα. Αυτοί οι παράγοντες κυρίως είναι η παρεμβολή μεταλλικών υλικών, η υγρασία, προϊόντα που έχουν μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρό, συμπαγή κοκκώδη υλικά και άλλα. Μερικές από αυτές τις παρενοχλήσεις μπορούν να ξεπεραστούν ανάλογα με την τιμή του μήκους κύματος της συχνότητας που χρησιμοποιείται. Επίσης, η επιλογή της κατάλληλης συχνότητας για την κάθε εφαρμογή εξαρτάται από την απόσταση και την εμβέλεια σήματος. Η απόσταση σήματος αναφέρεται στην απόσταση επικοινωνίας του αναμεταδότη και της συσκευής ανάγνωσης και έχει δύο παραμέτρους, την εμβέλεια ανάγνωσης και την εμβέλεια εγγραφής. Οι συσκευές ανάγνωσης έχουν την ικανότητα να διαβάζουν δεδομένα, από τους αναμεταδότες, σε διαφορετική απόσταση από αυτή που εγγράφουν δεδομένα σε αυτούς. Σε ότι αφορά την εμβέλεια σήματος, χωρίζεται στα τέσσερα πεδία ζώνης συχνοτήτων που προαναφέρθηκαν.

Πιο αναλυτικά, συστήματα RFID που εκπέμπουν στην εμβέλεια χαμηλής συχνότητας χρησιμοποιούν λιγότερη ενέργεια και θεωρούνται πιο ικανά να διεισδύσουν σε ουσίες που δεν περιέχουν μέταλλα. Επίσης, είναι ιδανικά για την διείσδυση σε αντικείμενα με υψηλή περιεκτικότητα σε υγρασία, όπως είναι τα φρούτα. Από την άλλη, η ακτίνα ανάγνωσης είναι περιορισμένη. Τα συστήματα αυτά, παρόλο που χρησιμοποιούνται ευρέως, παρουσιάζουν χαμηλή διακριτότητα, δηλαδή το σύστημα ανάγνωσης δεν μπορεί να εντοπίσει γρήγορα ένα σύνολο από διαφορετικές ετικέτες που βρίσκονται σε κοντινή απόσταση μεταξύ τους. Τα συστήματα υψηλής συχνότητας έχουν καλύτερη απόδοση κατά τη χρήση

τους σε αντικείμενα από μέταλλο. Επιτρέπουν στη συσκευή ανάγνωσης να αναγνωρίσει γρήγορα ετικέτες, που βρίσκονται πολύ κοντά ή μία στην άλλη, έστω και αν είναι τοποθετημένες άτακτα. Οι αναμεταδότες που λειτουργούν σε αυτό το εύρος συχνοτήτων είναι οι ενεργοί αναμεταδότες. Τέτοια συστήματα RFID υποστηρίζονται από μεγάλους κατασκευαστές, όπως οι εταιρείες Sony και Philips. Τα συστήματα εμβέλειας υπέρ-υψηλής συχνότητας τυπικά προσφέρουν μεγαλύτερη ακτίνα ανάγνωσης και μπορούν να μεταφέρουν δεδομένα πιο γρήγορα από τις άλλες συχνότητες. Επίσης, έχουν την δυνατότητα να διαβάζουν πολλές και διαφορετικές ετικέτες με ένα πέρασμα. Αυτές οι συχνότητες, όμως, απαιτούν περισσότερη ενέργεια και δεν έχουν την δυνατότητα να διαπεράσουν υλικά από μέταλλο ή με μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρό. Τα συστήματα που χρησιμοποιούν συχνότητες μικροκυμάτων έχουν το πλεονέκτημα της αντοχής σε ισχυρά ηλεκτρομαγνητικά πεδία όπως είναι οι ηλεκτρικοί κινητήρες και τα συστήματα συγκόλλησης. Οι αναμεταδότες που παρέχουν τέτοιες συχνότητες, συχνά χρησιμοποιούνται σε γραμμές παραγωγής αυτοκινούμενων συστημάτων. Παρόλα αυτά, απαιτούν περισσότερη ενέργεια και έχουν μεγαλύτερο κόστος.

#### **2.1.4 Επικοινωνία αναμεταδότη - συσκευή ανάγνωσης**

Για την αποτελεσματικότερη λειτουργία ενός συστήματος RFID οι αναμεταδότες θα πρέπει να επικοινωνούν χωρίς προβλήματα με τις συσκευές ανάγνωσης. Για να επιτευχθεί αυτό θα πρέπει να πληρούνται όλες οι παραπάνω προδιαγραφές λειτουργίας, όπως η σωστή επιλογή συχνότητας εκπομπής ραδιοκυμάτων, σύμφωνα με το είδος των αναμεταδοτών και των συσκευών ανάγνωσης. Σε αυτήν την ενότητα εξετάζονται με ποιον τρόπο γίνεται αυτή η επικοινωνία. Τα μέσα που χρησιμοποιούνται είναι ο ηλεκτρονικός κώδικας προϊόντος και διάφορες άλλες τεχνικές αποστολής και λήψης δεδομένων. Επίσης, αναφέρεται ποια διαδικασία ακολουθείται μετά την λήψη των δεδομένων από τις συσκευές ανάγνωσης και η μεταφορά τους στα αρμόδια πληροφοριακά συστήματα διαχείρισής τους, μέσω του κατάλληλου λογισμικού με την ονομασία middleware.

##### **• Ηλεκτρονικός Κώδικας Προϊόντος**

Κατά την επικοινωνία του αναμεταδότη με τη συσκευή ανάγνωσης είναι αρκετά σημαντική η αναγνώριση του προϊόντος, η οποία γίνεται με βάση τον Ηλεκτρονικό Κώδικα Προϊόντος (Electronic Product Code). Ο κώδικας αυτός (εικ. 4) είναι ένας αριθμός μοναδικός για κάθε προϊόν και χρησιμοποιείται σε παγκόσμιο επίπεδο για την αναγνώριση προϊόντων που φέρουν αναμεταδότες RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα (Cisco, 2005). Είναι ενσωματωμένος στον αναμεταδότη, αποτελείται από 64-256 bits και περιλαμβάνει τέσσερα διακριτά πεδία. Αυτά είναι:

- ο Επικεφαλίδα (Header): Η επικεφαλίδα αποτελείται από 8-bits και προσδιορίζει το μήκος του Ηλεκτρονικού Κώδικα Προϊόντος
- ο Διαχειριστής Ηλεκτρονικού Κώδικα Προϊόντος (EPC manager): Προσδιορίζει τον κατασκευαστή του προϊόντος
- ο Κατηγορία αντικειμένου (Object Class): Αναφέρεται στον ακριβή τύπο του αντικειμένου.

ο Σειριακός Αριθμός (Serial Number): Πρόκειται για το συγκεκριμένο σειριακό αριθμό που προσδιορίζει το αντικείμενο.

Ο κώδικας αυτός παρέχει βασικές πληροφορίες για το προϊόν. Είναι παρόμοιος με τον Παγκόσμιο Κώδικα Προϊόντος ή Universal Product Code (UPC) που χρησιμοποιείται στους γραμμωτούς κώδικες.



Εικ 4. Δείγμα Ηλεκτρονικού Κώδικα Προϊόντος - αριθμός EPC.

- **Τεχνικές αποστολής και λήψης δεδομένων**

Πέρα από τον αριθμό EPC, κατά την επικοινωνία αναμεταδότη και συσκευής ανάγνωσης μεταφέρονται και άλλες πληροφορίες. Υπάρχουν τρεις τεχνικές αποστολής και λήψης δεδομένων. Μία από αυτές είναι η διαμόρφωση φόρτισης ή load modulation, όπου διαμορφώνεται κατά την επικοινωνία παθητικού αναμεταδότη, χαμηλής συχνότητας με συσκευή ανάγνωσης. Κατά τη διαδικασία αυτή τα δεδομένα μεταφέρονται από τον αναγνώστη στη συσκευή ανάγνωσης με την διάσπαση του επαγωγικού πεδίου που δημιουργείται από την εκπομπή ραδιοκυμάτων. Η συσκευή ανάγνωσης που λαμβάνει τα διασπώμενα ραδιοκύματα, αναδιαμορφώνει τα δεδομένα που βρίσκονται σε αυτά. Η επόμενη τεχνική ονομάζεται επανασκέδαση ή backscatter, η οποία διαμορφώνεται ανάμεσα σε υψηλής συχνότητας παθητικό αναμεταδότη και συσκευή ανάγνωσης και χρησιμοποιείται για μεγάλες αποστάσεις επικοινωνίας. Σε αυτήν την περίπτωση, ο αναμεταδότης στέλνει πληροφορίες στην συσκευή ανάγνωσης μέσω συντονισμού με άλλους αναμεταδότες. Η τελευταία τεχνική ονομάζεται επιφανειακό ακουστικό κύμα ή surface acoustic wave και χρησιμοποιεί ενέργεια μικροκυμάτων που δεν διαπερνά μεταλλικές επιφάνειες. Το μικροσίπ του αναμεταδότη RFID κωδικοποιείται κατά μήκος κάθετων μεταλλικών λωρίδων που διαχωρίζονται από κενά μεταξύ τους. Όταν η ενέργεια μικροκυμάτων περνάει από τα κενά αυτά, δημιουργούνται διαταραχές που μπορούν να ανιχνευθούν από την συσκευή ανάγνωσης και να μετατραπούν σε δυαδικά στοιχεία (Hassan, Chatterjee, 2006).

- **Λογισμικό middleware - Διαχείριση Δεδομένων**

Εκτός από τα εξαρτήματα, που υποστηρίζουν την λειτουργία της τεχνολογίας RFID και τον τρόπο επικοινωνίας μεταξύ τους, αξιοσημείωτη είναι και η διαχείριση των δεδομένων που ανταλλάσσουν οι συσκευές αυτές, κατά τη μεταφορά τους, τον τύπο και τον τρόπο επεξεργασίας τους. Υπεύθυνο σύστημα για την διαχείριση των δεδομένων, έπειτα από την επικοινωνία του αναμεταδότη με τη συσκευή ανάγνωσης και προώθησή τους σε περαιτέρω πληροφοριακά συστήματα, είναι το λογισμικό 'middleware'. Τα βασικά βήματα που ακολουθούνται για την διαχείριση των δεδομένων, που έχει

συλλέξει η συσκευή ανάγνωσης, είναι η απόσπαση των πληροφοριών, η αποκωδικοποίηση τους, το φιλτράρισμα, η ανάλυση και η ανάδραση. Η διαδικασία όλων αυτών των βημάτων διαρκεί μερικά δευτερόλεπτα.

Οι παράμετροι που παρουσιάζουν ενδιαφέρον κατά την μεταφορά των δεδομένων είναι η ασφάλειά τους, ο συντονισμός των αναμεταδοτών μεταξύ τους και ο τρόπος επεξεργασίας των δεδομένων. Σε ότι αφορά την ασφάλεια των δεδομένων χρησιμοποιούνται διάφορα σενάρια προστασίας. Τα σενάρια αυτά καθορίζουν πόσο «ευαίσθητα» θεωρούνται τα δεδομένα, ώστε να θεσπιστεί το κατάλληλο επίπεδο ασφαλείας. Υπάρχουν περιπτώσεις επικοινωνίας, όπου χρησιμοποιούνται και τεχνικές κρυπτογράφησης. Τα βασικά στάδια επεξεργασίας των δεδομένων από το λογισμικό να φιλτράρει, μετατρέψει, διορθώνει και αναμεταδίδει τα δεδομένα στο κατάλληλο σύστημα διαχείρισης. Το σύστημα είναι τοποθετημένο, είτε στη συσκευή ανάγνωσης, είτε στον κεντρικό υπολογιστή δικτύου. Όταν βρίσκεται στην συσκευή ανάγνωσης έχει την ιδιότητα να φιλτράρει τα δεδομένα από την αρχή, δεν μπορεί όμως να πραγματοποιήσει πιο πολύπλοκες λειτουργίες που μπορεί να προσφέρει ο υπολογιστής δικτύου, όπως είναι η επικοινωνία με άλλου τύπου συσκευές.

Γενικότερα, το λογισμικό διευκολύνει την διαχείριση των δεδομένων, την διαδικασία μεταφοράς τους και την ανάπτυξη των εφαρμογών. Φιλτράρει και συναθροίζει τα δεδομένα που λαμβάνονται από τους αναμεταδότες και τα παραδίδει στους κατάλληλους χρήστες και τερματικά. Από την άλλη, οφείλει να εξυπηρετεί τις απαιτήσεις της εφαρμογής αλλά και να συμμορφώνεται στους περιορισμούς που έχει η δομή της τεχνολογίας RFID. Είναι ο πρωταρχικός σύνδεσμος ανάμεσα στις συσκευές ανάγνωσης και τις βάσεις δεδομένων. Παράδειγμα γνωστού λογισμικού έχει κατασκευαστεί για το EPC Network και ονομάζεται Savant. Επίσης, οι Floerkemeier και Lampe (2005) έχουν σχεδιάσει λογισμικό που δεν εστιάζεται μόνο στις ανάγκες της εφαρμογής, αλλά και στους περιορισμούς που υπάρχουν σε ένα παθητικό σύστημα RFID.

### **2.1.5 Τυποποίηση - Πρότυπα**

Υπάρχουν πρότυπα λειτουργίας της τεχνολογίας RFID που διαμορφώνονται ανάλογα με τον τομέα εφαρμογής. Τα πρότυπα αυτά αναπτύσσονται από τους αρμόδιους φορείς τυποποίησης. Σύμφωνα με τον Weinstein (2005) καλύπτουν τομείς όπως:

- Η αναγνώριση, δηλαδή η κωδικοποίηση του τρόπου αναγνώρισης των αντικειμένων.
- Τα πρωτόκολλα λειτουργίας του συστήματος και των δεδομένων.
- Η διασύνδεση (air interface), που καλύπτει την επικοινωνία του αναμεταδότη με τη συσκευή ανάγνωσης.
- Η υποστήριξη εφαρμογών, που παρέχει συμβουλή για το πώς να εφαρμοστεί η τεχνολογία.
- Οι κανόνες λειτουργίας του συστήματος RFID όπως είναι η δοκιμή, η συμμόρφωση, η υγεία και η ασφάλεια
- Η ορολογία που χρησιμοποιείται.

Η χρήση του RFID υποστηρίζεται από τις αρχές τυποποίησης του αριθμού EPC. Ο οργανισμός που καθοδηγεί την ανάπτυξη των αρχών αυτών είναι ο EPCglobal, ο οποίος αναπτύχθηκε από το Auto-IDcentre στο Massachusetts Institute of Technology (MIT). Ο οργανισμός αυτός μαζί με το Διεθνή Οργανισμό Προτυποποίησης ή International Standard Organization (ISO) αναπτύσσουν τις απαραίτητες αρχές προτυποποίησης και υποστήριξης της τεχνολογίας RFID, στα σημερινά γρήγορα, εξελισσόμενα και πλούσια σε πληροφορία δίκτυα εμπορικών συναλλαγών. Μια σειρά από διεθνή πρότυπα που έχουν ήδη αναπτυχθεί είναι το ISO 18000, το οποίο χρησιμοποιείται σε εφαρμογές της τεχνολογίας RFID, όπως η ανίχνευση προϊόντων κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας. Επίσης, υπάρχουν τα ISO 14443 που χρησιμοποιούνται σε συστήματα όπου δεν απαιτείται επαφή και το ISO 15693. Για παράδειγμα, η εταιρεία κατασκευής κινητών τηλεφώνων Nokia σκόπευε να διακινήσει τηλέφωνα με ενσωματωμένες συσκευές ανάγνωσης RFID που βασίζονται στο πρότυπο ISO 14443 (Want, 2004).

Ένα από τα πιο σημαντικά πρότυπα του οργανισμού που έχουν διαμορφωθεί μέχρι σήμερα είναι η προδιαγραφή EPCglobal Class-1 Generation-2 για το RFID. Συγκεκριμένα, το ISO 18000 Gen 2 είναι μια σειρά από διεθνή πρότυπα, τα οποία περιέχουν τους κανόνες επικοινωνίας των αναμεταδοτών με τις συσκευές ανάγνωσης και χρησιμοποιούνται για την τοποθέτηση παθητικών αναμεταδοτών σε προϊόντα στην εφοδιαστική αλυσίδα. Το EPC Gen 2 Class 1 UHF πρότυπο είναι μία τροποποίηση του 18000-6 προτύπου RFID και σχεδιάστηκε για το χειρισμό αντικειμένων χρησιμοποιώντας συσκευές που λειτουργούν στα 860 – 960 MHz. Το πρότυπο αυτό αναφέρει λεπτομερώς τις παραμέτρους για το πως οι συσκευές ανάγνωσης στέλνουν και λαμβάνουν δεδομένα από αναμεταδότες που λειτουργούν στη ζώνη υπέρ-υψηλής συχνότητας. Ενδέχεται στο μέλλον να χρησιμοποιηθεί και σε καταναλωτικά προϊόντα, λόγω του χαμηλού κόστους του.

## 2.2 Ευρύτερες εφαρμογές της τεχνολογίας RFID

Η τεχνολογία RFID ήδη εφαρμόζεται σε διάφορους τομείς της καθημερινής ζωής. Αρκετές εφαρμογές που αναπτύσσονται, παρόλο που δεν αφορούν τις συσκευασίες, είναι αξιόλογο να αναφερθούν για την καλύτερη κατανόηση της τεχνολογίας και του τρόπου λειτουργίας της. Οι βασικές εφαρμογές είναι η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας, η ασφάλεια, ο έλεγχος πρόσβασης και η ανίχνευση αντικειμένων και ανθρώπων. Η πιο διαδεδομένη εφαρμογή της τεχνολογίας σε εφοδιαστική αλυσίδα έχει πραγματοποιηθεί από την εταιρεία λιανικού εμπορίου Wal-Mart, η οποία χρησιμοποιεί το RFID σε όλη την διαδικασία της εφοδιαστικής της αλυσίδας, υποχρεώνοντας τους προμηθευτές της να ενσωματώνουν αναμεταδότες RFID στα προϊόντα τους.

Οι περισσότερες εφαρμογές αφορούν τον τομέα της ασφάλειας. Πιο συγκεκριμένα, ο έλεγχος πρόσβασης και η διαχείριση αντικειμένων γίνεται μέσω ενός συστήματος RFID, σε χώρους όπως αεροδρόμια και λιμάνια, νοσοκομεία, στρατιωτικές βάσεις και άλλα. Σε ότι αφορά τα αεροδρόμια, αναμεταδότες τοποθετούνται στις αποσκευές των επιβατών, ώστε να ελέγχεται η διαδρομή που ακολουθούν

και να μην χάνονται, αλλά ακόμα και σε περίπτωση όπου αυτό συμβεί, να μπορούν να βρεθούν άμεσα. Στα λιμάνια, όπου επίσης μεταφέρονται φορτία, οι εφαρμογές της τεχνολογίας RFID εστιάζονται στην πιο αποτελεσματική διαχείρισή τους. Στα νοσοκομεία χρησιμοποιούνται αναμεταδότες RFID για να ελέγχεται η διαχείριση ιατρικών εξαρτημάτων, εργαλείων και φαρμάκων. Επίσης, αναμεταδότες τοποθετούνται στους ασθενείς, ιατρούς και νοσηλευτικό προσωπικό. Το όλο σύστημα καταγράφει την προσφορά και τη ζήτηση, για να αποτραπούν λάθη και να βελτιωθεί ο τρόπος λειτουργίας του όλου συστήματος του νοσοκομείου. Σε αναμεταδότες, που χρησιμοποιούνται σε αυτούς τους τομείς, είναι συνήθως αποθηκευμένος μόνο ο κωδικός αναγνώρισης, για λόγους προστασίας προσωπικών δεδομένων. Στις στρατιωτικές βάσεις ένα σύστημα RFID λειτουργεί με παρόμοιο τρόπο με τα νοσοκομεία, καθώς αναμεταδότες τοποθετούνται σε στρατιωτικούς εξοπλισμούς, για τον έλεγχο κυκλοφορίας και διαχείρισής τους. Έχουν αναπτυχθεί αρκετές εφαρμογές σε στρατιωτικές βάσεις από το Αμερικάνικο Υπουργείο Εθνικής Άμυνας.

Μία από τις πρώτες εφαρμογές της τεχνολογίας RFID είναι το γνωστό e-pass (εικ. 5), που εφαρμόζεται σε σταθμούς διοδίων των αυτοκινητόδρομων. Το σύστημα αυτό επιτρέπει το πέρασμα του αυτοκινήτου από τα διόδια πληρωμής, αυτόματα, χωρίς να σταματάει ο οδηγός και να περιμένει σε ουρές αυτοκινήτων. Ο αναμεταδότης είναι τοποθετημένος, σε εμφανές σημείο, στο αυτοκίνητο και η συσκευή ανάγνωσης στο υπόστεγο διοδίων. Με το πέρασμα του αυτοκινήτου ανιχνεύεται από την συσκευή ανάγνωσης ο αναμεταδότης και διαβάζονται οι πληροφορίες του. Αν οι πληροφορίες του αναμεταδότη είναι έγκυρες, τότε επιτρέπεται η διέλευση του αυτοκινήτου, με την ένδειξη «έγκυρο», ενώ ταυτόχρονα σηκώνεται η μπάρα των διοδίων. Σε αντίθετη περίπτωση, η μπάρα δεν μετακινείται και εμφανίζεται η ένδειξη «άκυρο». Σε περίπτωση που απομένουν λίγα έγκυρα δρομολόγια ακόμα, με το πέρασμα του αυτοκινήτου εμφανίζεται η ένδειξη «χαμηλό», για να προειδοποιήσει τον οδηγό ότι πρέπει να ανανεώσει την αξία και τα δεδομένα του αναμεταδότη.



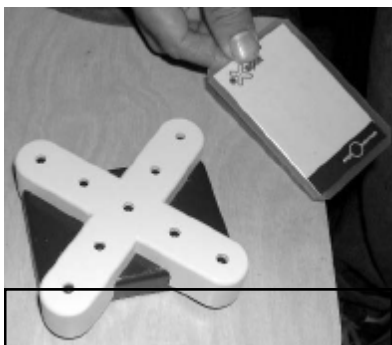
Εικ 5. Το σύστημα e-pass

Επόμενη, παρόμοια σε λειτουργία εφαρμογή είναι το σύστημα ακύρωσης εισιτηρίων σε δημόσια μέσα μαζικής μεταφοράς, που εφαρμόζεται σε ορισμένες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Οι επιβάτες σε αυτή την εφαρμογή προμηθεύονται μία ειδική κάρτα που φέρει τον αναμεταδότη RFID. Καθώς διέρχονται από τα μηχανήματα ακύρωσης εισιτηρίων, οι συσκευές ανάγνωσης που υπάρχουν εκεί διαβάζουν το περιεχόμενο των αναμεταδοτών, επιτρέποντας ή όχι την είσοδο του επιβάτη στο σταθμό. Στις δύο αυτές εφαρμογές, οι πληροφορίες που περιέχονται στην μνήμη του αναμεταδότη αφορούν τον αριθμό των δρομολογίων που επιτρέπεται να πραγματοποιηθούν, σύμφωνα με την αξία σε χρήματα που έχει πληρώσει εκ των προτέρων ο επιβάτης, η οποία μειώνεται ανάλογα, κάθε φορά που διέρχεται από τις συσκευές ανάγνωσης.



Αρκετές εφαρμογές αφορούν την ταξινόμηση και οργάνωση βιβλιοθηκών και μουσείων. Πιο συγκεκριμένα, σε βιβλιοθήκες όπου χρησιμοποιείται η τεχνολογία RFID το κάθε βιβλίο έχει έναν αναμεταδότη και υπάρχει η αντίστοιχη βάση δεδομένων, η οποία περιλαμβάνει πληροφορίες για όλα τα βιβλία που διαθέτει η βιβλιοθήκη. Όταν κάποιος δανειστεί ένα βιβλίο, ο αναμεταδότης, που αυτό διαθέτει, σκανάρεται από ειδική συσκευή ανάγνωσης, όπου γίνεται συσχέτιση του κωδικού αναγνώρισης του βιβλίου με την βάση δεδομένων. Η ένδειξη στη βάση δεδομένων αλλάζει σημειώνοντας το βιβλίο ως «δανεισμένο». Όταν αυτό επιστραφεί, πραγματοποιείται η ίδια διαδικασία, μόνο που στη βάση δεδομένων το βιβλίο σημειώνεται ως «διαθέσιμο». Στον αναμεταδότη είναι αποθηκευμένος ο κωδικός αναγνώρισής του βιβλίου, ο τίτλος και ο συγγραφέας (Molnar, Wagner, 2004). Βιβλιοθήκες που χρησιμοποιούν αυτό το σύστημα είναι η βιβλιοθήκη Santa Clara της Καλιφόρνια, η βιβλιοθήκη του Πανεπιστημίου της Νεβάδα και δημόσια βιβλιοθήκη του Όρεγκον “Eugene”.

Η τεχνολογία RFID έχει ξεκινήσει να χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο σε συστήματα ξενάγησης σε μουσεία και εκθεσιακούς χώρους, με στόχο την καλύτερη περιήγησή τους στους χώρους του μουσείου. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η εφαρμογή ‘eXspot’ που βασίζεται στο RFID, η οποία έχει εφαρμοστεί στο επιστημονικό μουσείο του Σαν Φραντζίσκο ‘Exploratorium’. Το σύστημα αυτό αποτελείται από μία συσκευή ανάγνωσης RFID, ως βάση στα εκθέματα του μουσείου, έναν αναμεταδότη ραδιοκυμάτων, που έχουν στην κατοχή τους οι επισκέπτες σε μια ειδική κάρτα, ένα ασύρματο δίκτυο και ειδικό χώρο όπου γίνεται η πιστοποίηση. Οι επισκέπτες προμηθεύονται μία κάρτα, κατά την είσοδό τους στον εκθεσιακό χώρο. Το σύστημα eXspot (εικ. 6) παρέχει στους επισκέπτες τη δυνατότητα να παίρνουν πληροφορίες για τα εκθέματα, μέσω της επικοινωνίας αναμεταδότη



**Εικ 6.** Ο επισκέπτης κρατάει μία κάρτα RFID (δεξιά) που επικοινωνεί με μία συσκευή ανάγνωσης (αριστερά) κατά την περιήγησή του στο μουσείο.

με τη συσκευή ανάγνωσης, και να τραβούν φωτογραφίες ενώ βρίσκονται στο χώρο του μουσείου. Έπειτα από την επίσκεψη, μπορούν να έχουν πρόσβαση στις πληροφορίες των εκθεμάτων που συνέλλεξαν, μεταφέροντας τα δεδομένα σε προσωπικό τους χώρο στο διαδίκτυο. Γενικά, παρατηρείται αυξημένο ενδιαφέρον από τα μουσεία για την υιοθέτηση του RFID, ώστε να παρέχουν ενδιαφέρουσες εκπαιδευτικές εφαρμογές και να κεντρίζουν το ενδιαφέρον των επισκεπτών και να απολαμβάνουν την εμπειρία μάθησης, με σχετικά χαμηλό κόστος. Έχουν αναπτυχθεί και άλλες εφαρμογές, όπως στο μουσείο Επιστήμης και Βιομηχανίας του Σικάγο, όπου οι επισκέπτες χρησιμοποιούν την τεχνολογία RFID για να εξασκηθούν σε εφαρμογές διαδικτύου, στο μουσείο Τεχνολογίας της Βιέννης, όπου το RFID έχει χρησιμοποιηθεί για εκθέματα που σχετίζονται με την εικονική πραγματικότητα και άλλα (His, Fait, 2005).

Μεγάλες εταιρείες ενδυμάτων, διεθνούς φήμης, έχουν χρησιμοποιήσει την τεχνολογία RFID, όπως οι εταιρείες Benetton και Prada. Η πρώτη εταιρεία όταν ανακοίνωσε ότι θα ενσωματώσει αναμεταδότες RFID στα προϊόντα της, κινήθηκαν άμεσα οργανώσεις υποστήριξης του ιδιωτικού απορρήτου,



διαμαρτυρόμενες για την έλλειψη προστασίας των προσωπικών δεδομένων των καταναλωτών, που σχετίζονται με το τι αγοράζουν, πότε, από που και άλλα. Έτσι, η εταιρεία αναγκάστηκε να αποσύρει την ανακοίνωση αυτή και να μην προχωρήσει σε περαιτέρω εφαρμογές. Από την άλλη, η εταιρεία Prada, η οποία διαθέτει προϊόντα με αυξημένο κόστος, χρησιμοποίησε την τεχνολογία RFID σε ένα από τα καταστήματά της. Οι καταναλωτές που επισκέπτονταν το κατάστημα, επέλεγαν ένα προϊόν της αρεσκείας τους και το δοκίμαζαν σε ειδικά διαμορφωμένο δοκιμαστήριο. Ενώ βρίσκονταν στο δοκιμαστήριο, μέσω του αναμεταδότη RFID, που είχε το προϊόν, ξεκινούσε μία μικρή παρουσίαση σε οθόνη τηλεόρασης, που έδειχνε στους πελάτες με τι άλλο ταιριάζει και μπορεί να φορεθεί το συγκεκριμένο προϊόν (McGinity, 2004).

Τελευταία, έχει διαδοθεί αρκετά η χρήση αναμεταδοτών RFID σε μορφή εμφυτευμάτων. Εφαρμογές τέτοιου είδους αναπτύσσονται ήδη σε ζώα, με στόχο την αναγνώρισή τους σε περίπτωση που χαθούν. Έρευνες γίνονται και για την εμφύτευση αναμεταδοτών RFID στον ανθρώπινο οργανισμό. Ο αναμεταδότης ελέγχει κάποιο μέρος της ζωής του ανθρώπου, όπως την ευκολία και άνεση εκτέλεσης κάποιων διεργασιών, ή την φροντίδα του οργανισμού του, που έχει να κάνει περισσότερο με την ιατρική (Masters, Michael, 2007). Επίσης, τέτοιες εφαρμογές επεκτείνονται με τη χρήση αισθητήρων, όπου αισθητήρες ενσωματώνονται στον ανθρώπινο οργανισμό για να κάνουν μετρήσεις σε ζωτικά όργανα του ανθρώπινου σώματος, όπως είναι η μέτρηση των χτύπων της καρδιάς, οι σφυγμοί και η θερμοκρασία. Οι πληροφορίες αυτές συλλέγονται και μεταδίδονται στον προσωπικό υπολογιστή ή φορητή συσκευή του θεράποντα ιατρού, ώστε να γίνεται διάγνωση από απόσταση, από οποιοδήποτε σημείο και σε οποιοδήποτε χρόνο (Xiao et all, 2006). Σε ένα τέτοιο σύστημα, οι αναμεταδότες RFID χρησιμοποιούνται, επίσης, για να εντοπίζουν την τοποθεσία του ασθενή σε περίπτωση ανά-



Εικ 7 & 8. Πιστωτικές κάρτες με τις συσκευές ανάγνωσης.



γκης. Τα χαρακτηριστικά του συστήματος αυτού, που πλεονεκτούν, είναι ότι μειώνει το χρόνο ανταπόκρισης σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης και βελτιώνει την ακρίβεια στην μέθοδο διάγνωσης από απόσταση.

Άλλες εφαρμογές του RFID που έχουν αναπτυχθεί είναι σε πιστωτικές κάρτες (εικ. 7 & 8), όπως το παράδειγμα της εταιρείας American Express. Η κάρτα διαθέτει αναμεταδότη RFID, οπότε πλησιάζοντας την κάρτα κοντά στην ειδική συσκευή ανάγνωσης, πραγματοποιούνται οι συναλλαγές. Με

αυτόν τον τρόπο δεν χρειάζεται ο κάτοχος της κάρτας να δείχνει ταυτότητα ή να υπογράφει όταν εκτελεί κάποια συναλλαγή στο ταμείο πληρωμής μέσω πιστωτικής κάρτας. Το πλεονέκτημα αυτών των καρτών, έναντι αυτών με την μαγνητική ταινία, είναι ότι οι μαγνητικές ταινίες χάνουν τις ιδιότητές τους και τα δεδομένα τους με το πέρασμα του χρόνου, λόγω φθοράς, ενώ οι αναμεταδότες αντέχουν μεγαλύτερο χρονικό διάστημα και έχουν μεγαλύτερη χωρητικότητα. Επόμενη εφαρμογή είναι η ενσωμάτωση αναμεταδοτών σε κλειδιά αυτοκινήτων, έχοντας αποθηκευμένο έναν αριθμό αναγνώρισης. Η συσκευή ανάγνωσης είναι τοποθετημένη δίπλα από τον διακόπτη εκκίνησης. Αν ο κωδικός, που είναι αποθηκευμένος στον αναμεταδότη του κλειδιού, δεν ταιριάζει με τον κωδικό της συσκευής ανάγνωσης του οχήματος, τότε αυτό δεν ξεκινάει (Weinstein, 2005).

Στο μέλλον αναμένονται καινοτόμες εφαρμογές σε βάση το σύστημα RFID, σε συνδυασμό με ήδη υπάρχουσες τεχνολογίες. Ο συνδυασμός των δυνατοτήτων του RFID με ασύρματα δίκτυα αισθητήρων και διάφορες φορητές συσκευές, όπως κινητά τηλέφωνα ή PDAs, ενδέχεται να δώσουν την δυνατότητα επέκτασης των εφαρμογών του σημερινού χώρου αλληλεπίδρασης. Γνωστές εταιρείες βρίσκονται σε πειραματικά στάδια διαμόρφωσης τέτοιων εφαρμογών (Pering et al, 2005).

## 2.3 Προβλήματα που παρουσιάζονται κατά τη χρήση της τεχνολογίας RFID

Κατά τη χρήση της τεχνολογίας RFID παρουσιάζονται προβλήματα και τεχνικές δυσλειτουργίες που αφορούν την επικοινωνία του αναμεταδότη με την συσκευή ανάγνωσης, αλλά και το περιβάλλον τοποθέτησης του συστήματος. Ανάλογα με τη φύση του προβλήματος που αναπτύσσεται σε κάθε εφαρμογή, εξετάζονται και οι αντίστοιχες λύσεις. Τα προβλήματα αυτά εστιάζονται σε τεχνικές ατέλειες του ίδιου του συστήματος, όπως η δυσκολία λειτουργίας τού κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες περιβάλλοντος, αλλά και σε δυσκολίες άλλου επιπέδου που αφορούν την καθυστέρηση ευρείας υιοθέτησης και χρήσης της τεχνολογίας από τις εταιρείες, λόγω του αυξημένου κόστους και διστακτικότητας από μεριάς καταναλωτών, λόγω ανησυχίας για διαρροή πληροφοριών ιδιωτικού απορρήτου και άλλα.

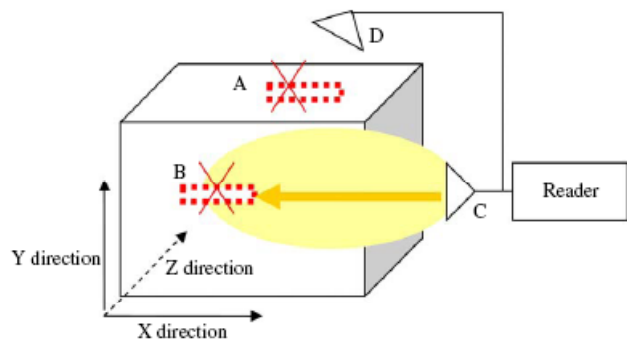
### 2.3.1 Τεχνικές δυσλειτουργίες

Οι βασικότερες τεχνικές δυσλειτουργίες είναι:

- **Προσανατολισμός**

Οι αναμεταδότες, ενεργοί ή παθητικοί, δεν μπορούν να ανιχνευθούν από τις συσκευές ανάγνωσης όταν είναι προσανατολισμένοι κάθετα στην φορά μετάδοσης των ραδιοκυμάτων της κεραίας της συσκευής ανάγνωσης. Αυτό το χαρακτηριστικό μπορεί να παρουσιάσει προβλήματα σε εφαρμογές όπου οι αναμεταδότες είναι άτακτα τοποθετημένοι, όπως στα έξυπνα καλάθια αγοράς των πολυκα-

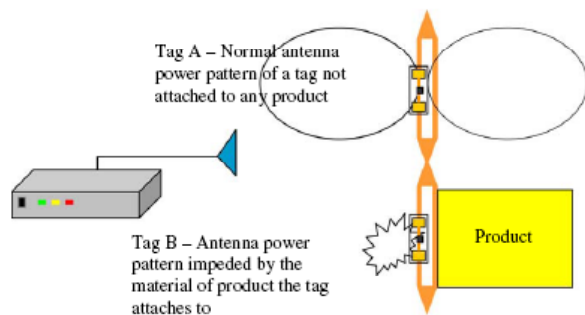
ταστημάτων, εφαρμογή που αναφέρεται παρακάτω, ή όταν οι παλέτες με προϊόντα, που κινούνται κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι διαφορετικού τύπου και μεγέθους. Σε αυτές τις περιπτώσεις οι συσκευές ανάγνωσης δεν ανιχνεύουν όλα τα προϊόντα. Οπότε, το σύστημα RFID δεν μπορεί να λειτουργήσει σωστά με πλήρη απόδοση, προσφέροντας ασφάλεια για την απόδοσή και αποτελεσματικότητά του. Πιθανές λύσεις του προβλήματος αυτού μπορούν να αποτελέσουν, η χρήση πολλών αναγνώστων, με διαφορετικούς προσανατολισμούς ή η χρήση ενός αναγνώστη, με πολλές κεραίες (Want, 2005).



Εικ 9. Προβλήματα προσανατολισμού.

### • Συντονισμός

Ένα άλλο χαρακτηριστικό πρόβλημα των συσκευών ανάγνωσης είναι ότι δεν λειτουργούν παρουσία άλλων ίδιων συσκευών. Όπως προαναφέρθηκε, οι συσκευές ανάγνωσης ανιχνεύουν αναμεταδότες που βρίσκονται σε κάποια απόσταση μέσα στο εύρος του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου. Όταν υπάρχει δεύτερη συσκευή ανάγνωσης σε αυτή το πεδίο, είναι αδύνατος ο εντοπισμός των αναμεταδοτών και από τις δύο συσκευές. Σαν λύση προτείνεται από τις αρχές τυποποίησης ο καθορισμός ενός πρωτόκολλου λειτουργίας, ώστε τα συστήματα αυτά να μοιράζονται το εύρος ζώνης (Want, 2005).



Εικ 10. Στο πάνω μέρος της εικόνας φαίνεται υπόδειγμα λειτουργίας της κεραίας αναμεταδότη, που δεν εμποδίζεται από κανένα αντικείμενο. Στο κάτω μέρος φαίνεται υπόδειγμα λειτουργίας της κεραίας που εμποδίζεται από το υλικό του προϊόντος στο οποίο επισυνάπτεται.

### • Είδος συσκευασίας

Οι αναμεταδότες μπορεί να τεθούν εκτός λειτουργίας ή να εξασθενήσει το σήμα εκπομπής τους, όταν τοποθετούνται δίπλα από συγκεκριμένους τύπους συσκευασιών. Μερικές από αυτές τις συσκευασίες είναι τα κονσερβοποιημένα προϊόντα, που είναι από μέταλλο και αυτά που έχουν μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρό. Σε ότι αφορά τα προϊόντα από υγρό, μεγάλο μέρος της ενέργειας των ραδιοκυμάτων διαθλάται μέσα στο υγρό, ενώ στο μέταλλο, πάλι μεγάλο μέρος της ενέργειας αντανακλάται (Wu et al., 2006).

## • Προδιαγραφές λειτουργίας

Υπάρχει η ανάγκη ανάπτυξης διεθνών ενιαίων προτύπων για τα συστήματα RFID. Με αυτόν τον τρόπο θα γίνεται επιβεβαίωση της λειτουργίας του συστήματος, από διαφορετικά σημεία πώλησης και ανεξάρτητα από εθνικά σύνορα, καθώς δεν θα υπάρχουν περιορισμοί, σύμφωνα με την νομοθεσία της κάθε χώρας. Τέτοιες διαδικασίες θα διευκολύνουν την ανάπτυξη της τεχνολογίας RFID στην παγκόσμια αγορά. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν οι αναμεταδότες που ανταποκρίνονται μόνο σε συγκεκριμένη εμβέλεια συχνότητας, όπως η ζώνη υπέρ-υψηλής συχνότητας, και δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε χώρες όπου υπάρχουν διαφορετικές ζώνες εκπομπής ραδιοκυμάτων για την χρήση του RFID. Από χώρα σε χώρα διαφέρουν το εύρος φάσματος, οι ρυθμίσεις χρήσης και εκπομπής ενέργειας και οι διαδικασίες πιστοποίησης (Πίνακας 2). Για την λύση του προβλήματος αναπτύσσονται συσκευές ανάγνωσης, που θα μπορούν να λειτουργήσουν με διαφορετικές αρχές τυποποίησης του RFID πολλαπλών πρωτοκόλλων. Για να εξελιχθεί αυτή η διαδικασία κυβερνητικοί οργανισμοί οφείλουν να θεσπίσουν κανονισμούς και πρότυπα για την κατανομή του φάσματος και συμβατότητα των τεχνικών προδιαγραφών. Από την άλλη, η τεχνολογία RFID από μόνη της μπορεί να εξομαλύνει την κατάσταση εξισορροπώντας τις διαφορές στους κανονισμούς και τα πρότυπα. Έχουν κατασκευαστεί κυκλώματα RFID ευρείας ζώνης που μπορούν να συναλλάσσονται σε συχνότητες UHF. Επίσης, υπάρχουν κεραίες ευρείας ζώνης που μπορούν να εκπέμπουν και να δέχονται ραδιοκύματα συχνοτήτων σε ευρύ φάσμα συνδέσεων.

Συχνότητα	Χώρες
125-134 kHz	ΗΠΑ, Καναδάς, Ιαπωνία, Ευρώπη
13.56 MHz	ΗΠΑ, Καναδάς, Ιαπωνία, Ευρώπη
433.05-434.79 MHz	Στο μεγαλύτερο μέρος των ΗΠΑ και της Ευρώπης, κάτω από περιορισμό στην Ιαπωνία
865-868 MHz	Ευρώπη
866-869 & 923-925 MHz	Νότια Κορέα
902-928 MHz	ΗΠΑ
2400-2500 & 5.725-5.875 GHz	ΗΠΑ, Καναδάς, Ιαπωνία, Ευρώπη

Πίνακας 2. Οι τιμές συχνοτήτων που χρησιμοποιούνται σε διάφορες χώρες.

### 2.3.2 Υψηλό κόστος παραγωγής

Βασικός ανασταλτικός παράγοντας ευρείας χρήσης της τεχνολογίας RFID στην βιομηχανία, αποτελεί το υψηλό κόστος παραγωγής του εξοπλισμού, κυρίως για την χρήση του σε επίπεδο μεμονωμένων αντικειμένων και συσκευασιών. Η τεχνολογία RFID ανταγωνίζεται αντίστοιχες τεχνικές διαχείρισης και ελέγχου των προϊόντων, όπως είναι ο γραμμωτός κώδικας (bar code). Η τεχνική αυτή χρησιμοποιείται εκτεταμένα σήμερα στην εφοδιαστική αλυσίδα προϊόντων. Πολλοί υποστηρικτές της τεχνολογίας RFID, πιστεύουν πως θα αντικαταστήσει τον γραμμωτό κώδικα και πως μπορεί να προσφέρει

πολύ περισσότερες δυνατότητες στο μέλλον (FDA, 2006). Το κόστος παραγωγής του γραμμωτού κώδικα και του εξοπλισμού που απαιτείται για τη λειτουργία του είναι αρκετά χαμηλό. Από την άλλη, δεν προσφέρει τις ίδιες υπηρεσίες και ικανότητες, ως προς τη λειτουργία του με το RFID, όπως το ότι δεν έχει την δυνατότητα αναβάθμισης της τεχνολογίας, διαθέτει λίγες πληροφορίες, όπως τον κατασκευαστή και το είδος του προϊόντος, ενώ το RFID προσφέρει αρκετή χωρητικότητα μνήμης για επιπλέον δεδομένα και λειτουργίες. Επομένως, το κόστος παραγωγής του εξοπλισμού του RFID πρέπει να μειωθεί αρκετά για να είναι ανταγωνιστικό. Αναμεταδότες που έχουν επιπλέον ιδιότητες, όπως επιπλέον μνήμη, δυνατότητες κρυπτογράφησης των δεδομένων και άλλα, που υποστηρίζουν τις περισσότερες εφαρμογές, έχουν ακόμα πιο αυξημένο κόστος. Το ερώτημα που προκύπτει είναι κατά πόσο αυτές οι έξυπνες ετικέτες εκπληρώνουν οικονομικά συμφέροντα και ανάγκες, ώστε να τοποθετηθούν σε κάθε συσκευασία λιανικής πώλησης. Από την άλλη, υπάρχουν και οι απόψεις που υποστηρίζουν ότι ο γραμμωτός κώδικας έχει εξελιχτεί αρκετά και μπορεί να προσφέρει αυτά που υπόσχεται το RFID (BRIDGE, 2007).

### • Ευρεία χρήση της τεχνολογίας RFID

Ειδικοί υποστηρίζουν ότι το κόστος θα μειωθεί με την εξάπλωση των εφαρμογών και την χρήση της τεχνολογίας από όλο και περισσότερες εταιρείες. Καθώς, όμως, η χρήση της τεχνολογίας RFID αναπτύσσεται σταδιακά, απαιτείται ένα μεγάλο χρονικό διάστημα μέχρι να ενσωματωθούν οι ετικέτες στα περισσότερα προϊόντα. Ήδη η τεχνολογία αυτή χρησιμοποιείται στην εφοδιαστική αλυσίδα από μεγάλες εταιρείες στο χώρο της λιανικής πώλησης, όπως η Wal-Mart. Το γεγονός αυτό βοηθά στην ευρύτερη υιοθέτηση του RFID σε εφαρμογές που σχετίζονται με το λιανικό εμπόριο, τις τεχνολογικές καινοτομίες και ενθαρρύνουν σενάρια μείωσης του κόστους, που απαιτείται για την εγκατάσταση και χρήση του εξοπλισμού. Οι οργανισμοί επενδύουν μεγάλο μέρος των εσόδων τους για την καλύτερη επικοινωνία με τους πελάτες τους. Αυτό γίνεται με διάφορες τεχνικές, όπως με την δημιουργία νέων υπηρεσιών και προϊόντων, μειώνοντας τις τιμές και με την βελτίωση της επάρκειας των λειτουργιών διανομής και παραγωγής. Με την χρήση νέων τεχνολογιών, όπως το RFID τους δίνεται ένα ανταγωνιστικό προβάδισμα.

Ταυτόχρονα, επεκτείνονται όλο και περισσότερο εφαρμογές που αφορούν την πανταχού παρούσα χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών. Για παράδειγμα, εφαρμογές που συνδέονται άμεσα με έξυπνες οικιακές συσκευές, έξυπνα κινητά τηλέφωνα και άλλα, που ενσωματώνουν ίδιες λειτουργίες και συνεργάζονται με ευρύτερες εφαρμογές του RFID και κατ' επέκταση των έξυπνων συσκευασιών. Επομένως, η εφαρμογή της τεχνολογίας RFID σε μεμονωμένα προϊόντα και ειδικότερα σε συσκευασίες, είναι κάτι που προβλέπεται να πραγματοποιηθεί στο κοντινό μέλλον. Σημαντική βελτίωση, που θα μειώσει το κόστος, είναι η προσαρμογή του εξοπλισμού σε συγκεκριμένα περιβάλλοντα εργασίας και σκοπό λειτουργίας. Έτσι, οι αναμεταδότες και οι συσκευές ανάγνωσης οφείλουν να λειτουργούν σύμφωνα με το φάσμα εκπομπής ραδιοκυμάτων, που επιτρέπεται σε κάθε χώρα, ο σχεδιασμός και το μέγεθος του κάθε αναμεταδότη οφείλει να γίνεται με βάση το προϊόν, στο οποίο θα προσαρμο-

στούν και το υλικό από το οποίο αποτελείται, ενώ οι συσκευές ανάγνωσης πρέπει να τοποθετηθούν σε κατάλληλες τοποθεσίες, με βάση τον προσανατολισμό λειτουργίας των αναμεταδοτών.

### • Εκτύπωση ηλεκτρονικών κυκλωμάτων

Ένας τρόπος μείωσης του κόστους γίνεται μέσω της προσπάθειας ανάπτυξης ειδικής μεθόδου εκτύπωσης των ετικετών, ώστε να παράγονται εύκολα και γρήγορα, ενώ ταυτόχρονα θα μπορούν να προσαρμόζονται σε περισσότερες εφαρμογές. Οι μέθοδοι αυτοί ανήκουν στον τομέα της εκτύπωσης ηλεκτρονικών κυκλωμάτων (printed electronics), που μπορούν να εφαρμοστούν στα διάφορα υποστρώματα συσκευασιών. Ο όρος αυτός αναφέρεται στην ικανότητα να παράγονται ηλεκτρονικά εξαρτήματα πάνω σε εκτυπώσιμα υποστρώματα, μέσω κάποιας κοινής μεθόδου εκτύπωσης, ψηφιακά ή αναλογικά. Η εκτύπωση αυτή γίνεται σε εύκαμπτα χαρτιά ή πολυμερή, που έχουν ευρεία χρήση σε διάφορους τομείς όπως ετικέτες, βιβλία, εφημερίδες και συσκευασίες. Τα πολυμερή υλικά έχουν την ιδιότητα να προσαρμόζονται στις ανάγκες της εφαρμογής και να τοποθετούνται σε οποιαδήποτε επιφάνεια, εύκαμπτη ή άκαμπτη. Εκτυπωμένα στοιχεία μπορεί να είναι ηλεκτρονικά κυκλώματα, κεραίες, αισθητήρες και άλλα εξαρτήματα, που είτε ενσωματώνονται, είτε αποτελούν μέρος ενός αναμεταδότη και συμβάλλουν στην διαμόρφωση των έξυπνων συσκευασιών. Η εφαρμογή νέων τεχνολογιών οδηγεί στην συνύπαρξη εκτυπωμένων και ηλεκτρονικών δεδομένων σε μία συσκευασία.

Σύμφωνα με έρευνες, η τεχνολογία ηλεκτρονικής εκτύπωσης μπορεί να αντικαταστήσει τα χαμηλού κόστους τσιπ από σιλικόνη, όπως αυτά που χρησιμοποιούνται στους αναμεταδότες RFID (Subramanian et al, 2005). Επίσης, ηλεκτρονικά και ηλεκτρικά μελάνια έχουν κάνει την εμφάνισή τους, από τα οποία κατασκευάζονται κεραίες που περιέχονται στους αναμεταδότες RFID (Sure, 2005). Η διαδικασία εκτύπωσης τέτοιων μελανιών είναι φιλική με το περιβάλλον, πραγματοποιείται με χαμηλό κόστος και μεγάλη ταχύτητα εκτύπωσης. Η εφαρμογή αυτή μπορεί να μειώσει περισσότερο το κόστος των ετικετών, ειδικότερα αυτών με ήδη χαμηλό κόστος, που χρησιμοποιούνται σε είδη λιανικής πώλησης. Ο συνδυασμός της τεχνολογίας RFID με τις τεχνικές ηλεκτρονικής εκτύπωσης, μπορεί να επιφέρει τα αναμενόμενα αποτελέσματα μείωσης κόστους.

Η διαδικασία της εκτύπωσης ηλεκτρονικών κυκλωμάτων από τα οποία διαμορφώνονται οι αναμεταδότες RFID γίνεται με δύο τρόπους. Χρησιμοποιείται η μέθοδος της φωτολιθογραφίας (contact printing) και ψεκασμού μελάνης (inkjet) (Street et al, 2006). Η πιο διαδεδομένη είναι η μέθοδος ψεκασμού μελάνης, όπου παρέχεται ψηφιακός έλεγχος εκτίναξης μελάνης. Η διαδικασία εκτύπωσης, σε αυτήν την περίπτωση, λειτουργεί μέσω ενός μηχανικού συστήματος, που συνδέει την κεφαλή εκτύπωσης με το προς εκτύπωση υπόστρωμα. Η θέση της κεφαλής μπορεί να προσδιοριστεί με αρκετά μεγάλη ακρίβεια, ανάλογα με τις απαιτήσεις. Το αποτέλεσμα εξαρτάται από την αλληλεπίδραση μελανιού και επιφάνειας. Επίσης, υπάρχει και η τεχνική του Micro-contact printing (μCP), το οποίο είναι μία λιθογραφική τεχνική που εφαρμόζεται σε εύκαμπτα υποστρώματα δίνοντας ανάλυση στα χαρακτηριστικά σε micron. Χαρακτηριστικά παραδείγματα βιομηχανικών εφαρμογών έχουν αναπτυχθεί από την εταιρεία Plastic Logic, η οποία κατασκευάζει εύκαμπτες οθόνες. Είναι η πρώτη εταιρεία



που ανέπτυξε την διαδικασία εκτύπωσης ηλεκτρονικών κυκλωμάτων σε πλαστικά υποστρώματα, ώστε να χρησιμοποιηθούν σε βιομηχανικό επίπεδο. Επίσης, η εταιρεία καλλυντικών Estee Lauder λάνσαρε το προϊόν 'cosmetic skin patch' (εικ. 11) το οποίο παίρνει ενέργεια από μία εκτυπωμένη μπαταρία. Οι Zheng et al (2006) προτείνουν την δημιουργία ενός παθητικού αναμεταδότη RFID, που είναι εκτυπωμένος σε εύκαμπτο υπόστρωμα, η χρήση του οποίου επικεντρώνεται στην διαχείριση αποθεμάτων.

Υποστηρίζεται ότι η υιοθέτηση της τεχνολογίας RFID από μεγάλες βιομηχανικές εταιρείες, που ενισχύουν τις τεχνολογικές καινοτομίες, θα βοηθήσουν στην προοδευτική μείωση του κόστους και ευρεία επέκταση εφαρμογής της. Μπορεί αρχικά η υιοθέτηση της τεχνολογίας να είναι δαπανηρή για μια επιχείρηση, από τη άλλη, είναι αρκετά τα οφέλη που προκύπτουν από την χρήση της σε ότι αφορά την απόδοση, με αποτέλεσμα, τελικά, να παρατηρείται αύξηση των κερδών. Μερικά από αυτά τα οφέλη σχετίζονται με την μείωση των φαινομένων απώλειας προϊόντων, πλαστογραφίας, αναγνώρισης και προώθησης της μάρκας ενός προϊόντος και άλλα. Τα παραπάνω οφέλη συμβάλουν ουσιαστικά στην αύξηση των πωλήσεων και των κερδών μιας επιχείρησης. Γενικότερα, οι νέες τεχνολογίες συμβάλουν στην εξέλιξη και βελτιώνουν την ποιότητα, ενώ παράλληλα μειώνουν το κόστος, καθώς η παραγωγή τους επεκτείνεται και αυξάνεται η εμπειρία, που αποκτούν οι καταναλωτές σε ότι αφορά τη χρήση τους.



Εικ 11. Το Cosmetic skin patch της Estee Lauder.

### 2.3.3 Προστασία ιδιωτικού απορρήτου

Στο μέλλον προβλέπεται οι αναμεταδότες RFID θα είναι προσαρμοσμένοι σε αρκετά προϊόντα και συσκευασίες, ακόμα και στον ανθρώπινο οργανισμό, ως εμφυτεύματα. Το RFID αναμένεται να είναι μία τεχνολογία ουσιαστική και καθοριστική για τις πανταχού παρούσες υπηρεσίες, όπου οι αναμεταδότες χρησιμοποιούνται για να αναγνωρίζουν αντικείμενα και ανθρώπους. Παρόλα αυτά, η πιθανότητα κατάχρησης της ικανότητας του RFID για ανίχνευση και εντοπισμό αντικειμένων και ανθρώπων από διάφορους φορείς, προκαλεί ερωτήματα για σημαντικές παραβιάσεις της προστασίας του ιδιωτικού απορρήτου. Η παραβίαση του ιδιωτικού απορρήτου μπορεί να πραγματοποιηθεί με διάφορους τρόπους. Μερικοί από αυτούς είναι η ανάγνωση των δεδομένων ενός αναμεταδότη από μη πιστοποιημένες συσκευές ανάγνωσης ή περιπτώσεις όπου ο ιδιοκτήτης του αναμεταδότη δεν γνωρίζει ότι τα προσωπικά του στοιχεία αναγνώστηκαν. Επίσης, η λαθεμένη χρήση της βάσης δεδομένων, όπου συγκεντρώνονται τα δεδομένα των αναμεταδοτών, η κρυφή τοποθέτηση αναμεταδοτών, η μαζική συσσώρευση δεδομένων και άλλα γεγονότα συμβάλουν στην διαρροή προσωπικών δεδομένων.



Οπότε, αυξάνεται η ανάγκη για σχεδίαση συστημάτων που θα παρέχουν εμπιστοσύνη, μέσω της απαραίτητης ασφάλειας, υπευθυνότητας, έλεγχου, ακεραιότητας, κρυπτογραφικές μεθόδους και άλλα.



Εικ. 12. Διαμαρτυρίες για τη χρήση του RFID.

Σύμφωνα με τον McGinity (2004) «οι συνήγοροι προστασίας του ιδιωτικού απορρήτου έχουν δικαιολογημένους λόγους ανησυχίας. Πρέπει να υπάρχουν μέσα προστασίας και για τους εμπόρους λιανικής πώλησης, για να μη γίνεται η ανάγνωση των δεδομένων των αναμεταδοτών που υπάρχουν στα αντικείμενα, παρά την θέληση των ιδιοκτητών τους. Η βιομηχανία επεξεργάζεται λύσεις, με βάση τις οποίες πρέπει ταυτόχρονα να υπάρχει η δυνατότητα να προστατευθούν τα ιδιωτικά δεδομένα, ενώ οι εταιρείες να επωφεληθούν από τα οφέλη της τεχνολογίας RFID».

Ο κίνδυνος διαρροής προσωπικών δεδομένων σε τέτοια συστήματα είναι ο βασικός ανασταλτικός παράγοντας ευρείας υιοθέτησης της τεχνολογίας RFID. Κατά την ευρεία χρήση και εφαρμογή της τεχνολογίας, οι καταναλωτές δεν μπορούν να γνωρίζουν συνεχώς που υπάρχουν αναγνώστες, ποια προϊόντα ακριβώς φέρουν αναμεταδότες, πότε αυτοί είναι ενεργοποιημένοι και ποια η εμβέλεια ανίχνευσής τους, με αποτέλεσμα να προκαλείται σύγχυση και ανασφάλεια. Ομάδες υπεράσπισης του ιδιωτικού απορρήτου ισχυρίζονται ότι δεδομένα που παρέχονται από μια ετικέτα RFID, όπως το όνομα, η διεύθυνση και το προϊόν που αγοράστηκε από τον καταναλωτή, είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν από αναρμόδιους φορείς χωρίς την συγκατάθεση του καταναλωτή.

Μία από τις μεγαλύτερες προκλήσεις για την τεχνολογία RFID, είναι η παροχή προστασίας των ιδιωτικών δεδομένων, χωρίς να παρατηρηθεί αύξηση του κόστους διαχείρισης και παραγωγής του εξοπλισμού. Ειδικότερα, σε ότι αφορά τη συσκευασία, ενσωματώνοντας τους αναμεταδότες σε παλέτες και χάρτινες συσκευασίες, όπως συμβαίνει στην εφοδιαστική αλυσίδα, δεν προκαλούνται σοβαρές επιπτώσεις στην προστασία των προσωπικών δεδομένων. Η χρήση όμως των αναμεταδοτών σε μεμονωμένα προϊόντα, αυξάνουν τις πιθανότητες παραβίασης του ιδιωτικού απορρήτου. Τεχνικοί οργανισμοί, όπως ο EPCglobal, αναπτύσσουν πρότυπα χρήσης του Ηλεκτρονικού Κώδικα Προϊόντος, συμπεριλαμβάνοντας οδηγίες για τα καταναλωτικά προϊόντα. Παρόλα αυτά, οι χρήστες και οι επικριτές της τεχνολογίας αυτής υποστηρίζουν πως το θέμα προστασίας των προσωπικών δεδομένων μπορεί να λειτουργεί διαφορετικά ανάλογα με τον τομέα εφαρμογής (Stanton, 2005).

### • Τεχνική προσέγγιση του προβλήματος

Έχουν σχεδιαστεί και συνεχώς αναπτύσσονται λύσεις για την αντιμετώπιση της παραβίασης του ιδιωτικού απορρήτου, βασισμένες σε τεχνικές μεθόδους. Οι τεχνικές αυτές ταξινομούνται με βάση την λειτουργία που παρέχουν τα μέσα που χρησιμοποιούνται στην τεχνολογία RFID.

“kill tag”: Από τεχνολογική σκοπιά, η πιο διαδεδομένη μέθοδος που αναπτύσσεται, αποτελείται από ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα, που έχει ως στόχο να θέσει εκτός λειτουργίας τους αναμεταδότες, μετά την αγορά των προϊόντων. Η ονομασία του είναι “kill tag” και εφαρμόζεται ήδη σε καταστήματα, όπου κατά την έξοδο των πελατών απενεργοποιούνται οι έξυπνες ετικέτες που υπάρχουν στα προϊόντα που αγοράστηκαν. Από την μία πλευρά, η μέθοδος αυτή παρέχει υψηλή προστασία σε ότι αφορά την διαρροή προσωπικών δεδομένων. Η λύση όμως αυτή έχει αρνητικά αποτελέσματα σε περιπτώσεις όπου οι ετικέτες RFID έχουν σχεδιαστεί για παραπέρα εφαρμογές, μετά την αγορά του προϊόντος, καθώς οι ετικέτες καταστρέφονται και δεν μπορούν να ενεργοποιηθούν ξανά. Παραδείγματα επιπλέον εφαρμογών που δεν μπορούν να ολοκληρωθούν είναι οι περιπτώσεις επιστροφής και ανακύκλωσης προϊόντων, η επαναφορά χαμένων αντικειμένων, εφαρμογές στον τομέα των φαρμάκων και άλλα. Επομένως, η τεχνολογία “kill tag” δεν αποτελεί μία απόλυτα ικανοποιητική λύση, αν και αποτρέπει σε ικανοποιητικό βαθμό την πιθανή παραβίαση ιδιωτικού απορρήτου. Είναι μία λύση που καθησυχάζει τους καταναλωτές, όμως, παράλληλα χάνονται και οι αξιοσημείωτες εφαρμογές των ετικετών αυτών.

“smart RFID tag”: Μία ακόμα λύση είναι η έξυπνη ετικέτα RFID ή αλλιώς “smart RFID tag”, με την οποία οι καταναλωτές μπορούν, επιλεκτικά, να δημιουργούν «φραγμούς», στην ανάγνωση ετικετών από τις συσκευές ανάγνωσης. Η προσέγγιση αυτή παρέχει ικανοποιητικό έλεγχο σε ότι αφορά τον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιούνται οι ετικέτες RFID και ικανοποιεί ζητήματα που αφορούν την προστασία ιδιωτικού απορρήτου. Αποτελεί όμως και μία αρκετά δαπανηρή τεχνολογία, καθώς οι αναμεταδότες αυτοί εξοπλίζονται με επιπλέον εξαρτήματα, όπως μνήμη επανεγγραφής, λογικά κυκλώματα, μονάδες λειτουργίας κρυπτογράφησης και άλλα.

“privacy bit”: Μία άλλη λύση αποτελεί το “privacy bit”. Στην τεχνολογία αυτή τίθεται εκτός λειτουργίας ένα ψηφίο του αναμεταδότη RFID. Αυτό το ψηφίο βρίσκεται αρχικά στην κλειστή κατάσταση, δηλαδή είναι εκτός λειτουργίας όταν τα προϊόντα είναι στο κατάστημα. Μετατρέπεται στην ανοικτή κατάσταση όταν απενεργοποιηθεί ο αναμεταδότης στο σημείο πώλησης. Η εναλλαγή κατάστασης αυτού του ψηφίου, υποδηλώνει τότε ένα αντικείμενο ανήκει στον καταναλωτή ή το κατάστημα. Η τεχνολογία αυτή βρίσκει εφαρμογή κυρίως σε αντικλεπτικά συστήματα.

“blocker tag”: Επόμενη λύση που χρησιμοποιείται έχει την ονομασία “blocker tag” και βασίζεται στο σχεδιασμό ιδιωτικών ζωνών εκπομπής ραδιοκυμάτων όπου έχουν εμβέλεια επιλεγμένοι αναμεταδότες. Διακόπτεται η λειτουργία του αναγνώστη όταν ο ειδικός αναμεταδότης, δηλαδή το blocker tag, εισχωρεί σε ζώνη που αναγνωρίζεται σαν ιδιωτική. Όταν η διαδικασία της ανάγνωσης λαμβάνει χώρα εκτός της ιδιωτικής ζώνης, ο blocker tag παραμένει ανενεργός. Ο κύριος τομέας εφαρμογής του είναι σε εμπορικές διαδικασίες, όπως ο έλεγχος απογραφής (Juels et al., 2003).

“clipped tag”: ο τρόπος λειτουργίας του μηχανισμού αυτού βασίζεται στην μέθοδο “kill tag”, παρέχοντας όμως την δυνατότητα ενεργοποίησης ξανά του αναμεταδότη για περεταίρω εφαρμογές. Η διαδικασία της απενεργοποίησης πραγματοποιείται από την αποκοπή σύνδεσης του τσιπ με την

κεραία του αναμεταδότη. Μέσω ενός καναλιού φυσικής επαφής πραγματοποιείται η επανασύνδεση του μηχανισμού του αναμεταδότη. Η επανασύνδεση αυτή απαιτεί εσκεμμένες ενέργειες από μεριάς του ιδιοκτήτη του αναμεταδότη, ώστε να μην μπορεί να ενεργοποιηθεί σε περίπτωση κλοπής ή παραμέλησης. Αυτή η μέθοδος παρέχει ασφάλεια στον ιδιοκτήτη του αναμεταδότη, καθώς φαίνεται οπτικά τότε είναι σε λειτουργία και τότε όχι. Μόνο ηλεκτρομαγνητικά μέσα χρησιμοποιούνται για να το ενεργοποιήσουν ξανά. Η κίνηση ενεργοποίησης προϋποθέτει προσεκτικές και μελετημένες κινήσεις από τον ιδιοκτήτη, ώστε να μην αναλαμβάνουν δραστηριότητες οι αναμεταδότες χωρίς να το γνωρίζει ο ίδιος (Karjoth, Moskowitz, 2005).

Η τελευταία λύση, που προτείνεται από τους Molnar et al (2005), βασίζεται σε μια διαδικασία χωρισμού του τρόπου λειτουργίας της συσκευής ανάγνωσης σε τρεις βασικές παραμέτρους. Οπότε υπάρχει ο 'Reader Core', που εκτελεί τη βασική λειτουργία, το 'Policy Engine' που ελέγχει την χρήση των δεδομένων και ο 'Consumer Agent' που εκτελεί ελέγχους προσωπικών δεδομένων και δίνει αποτελέσματα. Η εφαρμογή αυτή βασίζεται στην επιβεβαίωση εξ αποστάσεως για τη συμμόρφωση των συσκευών ανάγνωσης στους κανονισμούς προστασίας των ιδιωτικών δεδομένων. Οι συσκευές ανάγνωσης μοιράζονται ένα μυστικό κωδικό για να πιστοποιήσουν την αυθεντικότητά τους στον αναμεταδότη. Ο διαχωρισμός αυτός δίνει ευελιξία στη χρήση και εφαρμογή καινούριων συστημάτων με βάση τις πολιτικές προστασίας των προσωπικών δεδομένων που αναπτύσσονται.

### • Κρυπτογράφηση

Η ενσωμάτωση επιπλέον λειτουργιών στους αναμεταδότες, όπως είναι η λειτουργία κρυπτογράφησης των δεδομένων τους, συμβάλλουν στην προστασία διαρροής προσωπικών δεδομένων. Οι μηχανισμοί αυτοί χρησιμοποιούν κρυπτογραφημένα δεδομένα και κωδικούς επικοινωνίας, αναμεταδότη και συσκευής ανάγνωσης, τα οποία αποκρυπτογραφούνται, όταν επιβεβαιωθεί ότι χειρίζονται από πιστοποιημένους φορείς. Από την άλλη, αυξάνεται το κόστος χρήσης του εξοπλισμού της τεχνολογίας, το οποίο πρέπει να είναι σε χαμηλά επίπεδα, για περεταίρω αξιοποίηση του εξοπλισμού και ανάπτυξη των εφαρμογών. Παρακάτω περιγράφονται δύο χαρακτηριστικά παραδείγματα κρυπτογράφησης των δεδομένων ενός αναμεταδότη και τον τρόπο επικοινωνίας του με την συσκευή ανάγνωσης.

Αρχικά, όταν ο αναμεταδότης έχει την ιδιότητα της επανεγγραφής των δεδομένων στην μνήμη του, η συσκευή ανάγνωσης έχει την δυνατότητα να ξανά γράφει τις πληροφορίες στον αναμεταδότη για λόγους προστασίας. Ένα τέτοιο παράδειγμα λειτουργίας ονομάζεται "anonymous ID scheme" κατά το οποίο ο αναμεταδότης έχει αποθηκευμένο έναν κρυπτογραφημένο αριθμό αναγνώρισης της ταυτότητας του. Ανταποκρίνεται στο κάλεσμα της συσκευής ανάγνωσης, στέλνοντας σε αυτήν το κρυπτογραφημένο αριθμό αναγνώρισης της ταυτότητας του. Έπειτα, από την συσκευή ανάγνωσης, ο αριθμός αυτός μεταφέρεται στον υπολογιστή εξυπηρέτησης δικτύου, όπου γίνεται η αποκρυπτογράφηση τού. Όταν αυτό πραγματοποιηθεί, ο αριθμός επιστρέφει στη συσκευή ανάγνωσης. Με βάση αυτόν τον τρόπο λειτουργίας, αποφεύγεται η διαρροή πληροφοριών από τον κρυπτογραφημένο αριθμό

που βρίσκεται στον αναμεταδότη, ο οποίος ανανεώνεται αρκετά συχνά. Όσο πιο συχνά γίνεται η ανανέωση, τόσο περισσότερο αυξάνεται το επίπεδο προστασίας.

Η επόμενη κρυπτογραφική μέθοδος ονομάζεται “insubvertible” κρυπτογράφηση και εφαρμόζεται σε συστήματα που λειτουργούν με την τεχνολογία RFID και χρειάζονται ισχυρή προστασία. Η αρχή λειτουργίας της μεθόδου βασίζεται στην προστασία από επιθέσεις, προλαμβάνοντας την πρόσβαση αναρμόδιων μελών σε δεδομένα. Η μέθοδος αυτή επιτρέπει σε εξουσιοδοτημένους φορείς να αποθηκεύουν απόκρυφα δεδομένα σε συσκευές αποθήκευσης, που μπορούν να τοποθετούνται τυχαία σε ένα σύστημα με βάση κάποιο ειδικό διακανονισμό. Παρέχει ιδιότητες όπως είναι η προειδοποίηση κινδύνου ασφαλείας και η προστασία ιδιωτικού απορρήτου μέσω κωδικού αποκρυπτογράφησης (Ateniese et al., 2005).

Κατά την ανάπτυξη των παραπάνω συστημάτων, πέρα από τα πλεονεκτήματα, υπάρχουν προβλήματα και περιορισμοί. Για παράδειγμα, καθιερωμένοι αλγόριθμοί κρυπτογράφησης δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν και να υποστηρίξουν πρωτόκολλα πιστοποίησης σε παθητικούς αναμεταδότες, λόγω της περιορισμένης χωρητικότητάς τους και ικανότητας να επεξεργάζονται τα δεδομένα τους. Παρόλα αυτά, αρκετοί ερευνητές έχουν προτείνει και αξιολογήσει πρωτόκολλα που είναι μικρής σπουδαιότητας, όμως αρκετά ασφαλή. Μερικά από αυτά περιγράφονται από τον Piramuthu (2007).

### • Πιστοποίηση

Γενικά, οι απαιτήσεις ασφαλείας ενός συστήματος RFID περιλαμβάνουν μυστικότητα, έλεγχο πρόσβασης, πιστοποίηση και ανωνυμία. Με τον όρο ανωνυμία εννοείται ότι οι αναμεταδότες δεν εκθέτουν τα στοιχεία αναγνώρισής τους σε συσκευές ανάγνωσης χωρίς πιστοποίηση. Η πιστοποίηση χρειάζεται για τις συσκευές ανάγνωσης, ώστε να αναζητάνε πληροφορίες από γνήσιους αναμεταδότες, που αποτελούν μέρος του συστήματος, αλλά και οι αναμεταδότες να επιτρέπουν την πρόσβαση στα δεδομένα τους, αντίστοιχα, από πιστοποιημένες συσκευές ανάγνωσης. Σύμφωνα με τον Ayoade (2004) προτείνεται η διαμόρφωση ενός συγκεκριμένου πλαισίου πιστοποίησης, για την επικοινωνία αναμεταδοτών και συσκευών ανάγνωσης. Με βάση αυτό το πλαίσιο, οι αναμεταδότες επικοινωνούν αποκλειστικά με πιστοποιημένες συσκευές ανάγνωσης. Το πλαίσιο αυτό ονομάζεται Authentication Processing Framework (APF) και είναι υποχρεωτική η εφαρμογή του για τις συσκευές ανάγνωσης, καθώς πιστοποιούν την ταυτότητά τους, με την βάση δεδομένων APF, πριν από την πρόσβασή τους σε καταχωρημένους αναμεταδότες. Κάθε κομμάτι μνήμης των αναμεταδοτών που ανήκουν σε αυτό το σύστημα, έχουν καταχωρημένο τον μοναδικό αριθμό αναγνώρισής τους και το «κλειδί» πρόσβασης στη μνήμη του αναμεταδότη μέσω του APF. Έτσι, προστατεύεται ο αναμεταδότης ώστε να μην γίνεται η ανάγνωση των πληροφοριών του από αναρμόδιες και μη πιστοποιημένες συσκευές ανάγνωσης. Για την κατανόηση λειτουργίας του πλαισίου αυτού, περιγράφεται ένα παράδειγμα εφαρμογής του παραπάνω συστήματος, μέσα από τη σχέση ιατρού με ασθενή. Ένας ασθενής έχει έναν αναμεταδότη RFID ενσωματωμένο στην ιατρική κάρτα του και ο ιατρός έχει κάνει διάγνωση και του χορηγεί κάποια φαρμακευτική αγωγή. Αυτές οι πληροφορίες και τα προσωπικά στοιχεία του

ασθενή είναι αποθηκευμένα στη μνήμη του αναμεταδότη. Ο ασθενής επιθυμεί μόνο ο ιατρός του να έχει πρόσβαση σε αυτά τα δεδομένα. Μέσω του συστήματος APF πρόσβαση στον αναμεταδότη θα έχουν μόνο επικυρωμένες συσκευές ανάγνωσης που θα ανήκουν στον ιατρό. Σε περίπτωση που ο θεράπωντας ιατρός αλλάξει, αρκεί να αλλαχθούν κάποιες ρυθμίσεις του APF που θα βασίζονται σε καινούρια δεδομένα.

### • Η ηθική προσέγγιση και οι νομοθετικές ρυθμίσεις

Εκτός από τις παραπάνω τεχνικές εξάλειψης της διαρροής των προσωπικών δεδομένων, που στηρίζονται κυρίως στον τεχνολογικό εξοπλισμό, υπάρχουν και κάποιοι θεωρητικοί και ηθικοί κανόνες που αφορούν τη χρήση της τεχνολογίας RFID. Οι κανόνες αυτοί θέτουν σε θεωρητική βάση τη χρήση του RFID σε συνδυασμό με σχετικές νομοθετικές ρυθμίσεις που ισχύουν για την προστασία των προσωπικών δεδομένων. Οι κανόνες αυτοί ασχολούνται με ζητήματα όπως είναι η παροχή άδειας για την διαβίβαση ή ενημέρωση στοιχείων σε άλλους οργανισμούς, η απαγόρευση της επεξεργασίας των δεδομένων, η απαγόρευση πρόσβασης σε στοιχεία τρίτων εκτός αν υπάρχει άδεια και άλλα.

Τα τελευταία χρόνια έχει θεσπιστεί οδηγία προστασίας δεδομένων που εφαρμόζεται στα όρια της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Μία από τις αρχές της οδηγίας είναι ότι τα δεδομένα πρέπει να χρησιμοποιούνται με βάση τους νόμους που ισχύουν σε κάθε κράτος-μέλος. Οπότε, απαιτείται τα δεδομένα να είναι ακριβή, επαρκή, σχετικά με την εφαρμογή, επίκαιρα και να μην διατηρούνται στην βάση δεδομένων για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα από αυτό που προβλέπεται. Ακόμα, πρέπει να υπάρχουν οι κατάλληλες προφυλάξεις, ώστε να μην χαθούν ή παραποιηθούν δεδομένα και να μην μεταφερθούν ή μεταδοθούν σε χώρες που δεν ανήκουν στην ευρωπαϊκή ένωση. Ο κίνδυνος εστιάζεται περισσότερο στο στάδιο της συσσώρευσης και επεξεργασίας των πληροφοριών που συγκεντρώνονται από την ανάγνωση των αναμεταδοτών. Η συλλογή προσωπικών δεδομένων είναι αναπόφευκτη, γίνεται «αόρατα» και είναι ευρέως διαδεδομένη. Ο Reid (2007) προτείνει την δημιουργία ενός κώδικα συμπεριφοράς και καθοδήγησης προς τους καταναλωτές, που θα είναι διαθέσιμος στα καταστήματα, όπου χρησιμοποιείται η τεχνολογία RFID. Κατά τον ίδιο, τέτοιου είδους κατανοητοί κώδικες είναι πιο επικοινωνιακοί από την εφαρμογή πολύπλοκης νομοθεσίας.

Η χρήση της τεχνολογίας RFID προβλέπεται ότι θα εξαπλωθεί σε αρκετούς τομείς. Προτού γίνει ασφαλής και έμπιστη από εκατομμύρια καταναλωτές, ώστε να ενσωματωθεί σε κοινωνικές και οικονομικές δομές, πρέπει να αναγνωριστούν οι ελλείψεις στην ασφάλεια και να παρθούν τα κατάλληλα μέτρα αντιμετώπισής τους από τους αρμόδιους ανάπτυξης και επέκτασης της τεχνολογίας. Μερικές από τις λύσεις, που αναφέρθηκαν μπορεί να αποδειχθεί ότι δεν μπορούν να εφαρμοστούν, ίσως γιατί έχουν μεγάλο κόστος, αυξημένες τεχνικές απαιτήσεις, πολυπλοκότητα για το χρήστη και άλλα. Από τη άλλη, πρέπει να δοθεί έμφαση στο γεγονός ότι οι χρήστες αισθάνονται μεγαλύτερη ασφάλεια όταν χρησιμοποιούν ένα σύστημα ευέλικτο, όπου μπορούν να ελέγχουν την κατάσταση σε ότι αφορά

την προστασία των προσωπικών τους δεδομένων. Με άλλα λόγια, να είναι «ορατό» στους χρήστες πότε προστατεύονται και πότε όχι, με απλές διαδικασίες. Επίσης, οι προτιμήσεις των καταναλωτών εστιάζονται στην ευκολία χρήσης, την ικανοποιητική ασφάλεια προϊόντος και την άμεση εξυπηρέτηση (Thiesse, 2007).

Τα προβλήματα που αφορούν την προστασία του ιδιωτικού απορρήτου ποικίλουν και εξαρτώνται από την αντοχή και τον σκοπό χρήσης των συγκεκριμένων αναμεταδοτών. Τεχνολογικά και κοινωνικά μέτρα πρέπει να παρθούν και να ενεργοποιηθούν από κοινού. Προσπάθειες για εκπαίδευση, μαζί με συνεργατική τακτική εφαρμογής, απαιτείται για την επιβεβαίωση προς τους καταναλωτές ότι τα δεδομένα τους προστατεύονται. Βασικό κριτήριο αξιολόγησης και επιλογής της κατάλληλης μεθόδου για την αποφυγή παράνομης χρήσης προσωπικών δεδομένων είναι ο τομέας εφαρμογής της τεχνολογίας. Ιδανική περίπτωση αποτελεί ο σχεδιασμός μίας μοναδικής μεθόδου, που θα μπορούσε να εξασφαλίζει την αξιόπιστή λειτουργία πολλών εφαρμογών της τεχνολογίας RFID ταυτόχρονα.

## 2.4 Συμπεράσματα & σύνοψη

Συνοψίζοντας, η τεχνολογία RFID λειτουργεί χρησιμοποιώντας μια συσκευή ανάγνωσης και έναν αναμεταδότη. Τα δύο αυτά εξαρτήματα επικοινωνούν με την εκπομπή ραδιοκυμάτων. Σύμφωνα με τις προδιαγραφές της κάθε εφαρμογής, χρησιμοποιούνται και προσαρμόζονται τα κατάλληλα τεχνικά χαρακτηριστικά του εξοπλισμού. Όλα τα παραπάνω λειτουργούν κάτω από τις οδηγίες διεθνών προτύπων που έχουν αναπτυχθεί. Οι τομείς εφαρμογής της τεχνολογίας ξεκινούν από την εφοδιαστική αλυσίδα και την έξυπνη συσκευασία και επεκτείνονται έως την εμφύτευση αναμεταδοτών στον ανθρώπινο οργανισμό. Ειδικότερα, εφαρμογές αναπτύσσονται στον έλεγχο κυκλοφορίας αντικειμένων, όπως σε αεροδρόμια, λιμάνια, νοσοκομεία, αλλά και σε ευρύτερες εφαρμογές, όπως στα μουσεία και τις βιβλιοθήκες. Επίσης, αναμεταδότες προσαρμόζονται σε έξυπνες ετικέτες που χρησιμοποιούνται ως πιστωτικές κάρτες, εισιτήρια και άλλα.

Κατά τη χρήση της τεχνολογίας υπάρχουν και αρκετοί προβληματικοί τομείς. Τα προβλήματα εστιάζονται στα τεχνικά χαρακτηριστικά, όπως είναι ο προσανατολισμός εκπομπής ραδιοκυμάτων των συσκευών ανάγνωσης και ο συντονισμός τους και οι διαφορετικές προδιαγραφές λειτουργίας της τεχνολογίας. Άλλα προβλήματα αφορούν τον αυξημένο κόστος χρήσης του εξοπλισμού, ιδιαίτερα σε ότι αφορά την υιοθέτησή της σε επίπεδο μεμονωμένων αντικειμένων. Τέλος, υπάρχει προβληματισμός από μεριάς καταναλωτών για την παραβίαση του ιδιωτικού απορρήτου. Έχουν αναπτυχθεί αρκετές πρακτικές λύσεις στο θέμα αυτό και από τεχνολογικής και από ηθικής ή νομοθετικής προσέγγισης.

Συμπερασματικά, η τεχνολογία RFID εξελίσσεται συνεχώς, εστιάζοντας στην λύση των προβλημάτων που αναστέλλουν την ευρύτερη υιοθέτησή της σε αναπτυσσόμενες εφαρμογές. Ήδη η τεχνολογία αυτή, που υπάρχει εδώ και χρόνια, έχει αναπτύξει ιδιαίτερες χρήσεις σε μια ποικιλία από εφαρμογές.



Στο μέλλον αναμένεται να εδραιωθεί σε ακόμα περισσότερες, καθώς ταυτόχρονα με την τεχνολογία αυτή, αναπτύσσονται συνεχώς εφαρμογές με βάση τα πανταχού παρόντα υπολογιστικά συστήματα. Η ευρύτερη συμβολή της τεχνολογίας στην διαμόρφωση των έξυπνων συσκευασιών αναμένεται να ενθαρρύνει την χρήση της και να βελτιώσει τον τρόπο λειτουργίας της.

---



## Κεφάλαιο 3 - Εφαρμογές έξυπνων συσκευασιών

---

## Εφαρμογές έξυπνων συσκευασιών

Οι εφαρμογές έξυπνων συσκευασιών μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε τρεις ξεχωριστούς τομείς. Οι τομείς αυτοί είναι η εφοδιαστική αλυσίδα προϊόντων λιανικού εμπορίου, οι συσκευασίες τροφίμων και οι συσκευασίες φαρμάκων. Η εφοδιαστική αλυσίδα περιλαμβάνει την διαχείριση και μεταφορά προϊόντων από το σημείο παραγωγής τους έως το σημείο πώλησης. Η διαδικασία αυτή αφορά μεγάλη ποικιλία προϊόντων, συμπεριλαμβανομένων των φαρμάκων και των τροφίμων. Ο λόγος που η εφοδιαστική αλυσίδα αναφέρεται σαν ξεχωριστή κατηγορία εφαρμογών, είναι ότι τα προϊόντα που διακινούνται κατά μήκος της, ενσωματώνουν τεχνολογίες διαμόρφωσης έξυπνων συσκευασιών, όπως η τεχνολογία RFID, οπότε έχουν «έξυπνες ιδιότητες», οι οποίες χρησιμοποιούνται για το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, που διαρκεί η διεξαγωγή της όλης διαδικασίας και όχι σε όλη την διάρκεια ζωής του προϊόντος. Τα τρόφιμα και τα φαρμακευτικά προϊόντα ενσωματώνουν και άλλες τεχνολογίες διαμόρφωσης έξυπνων συσκευασιών, οπότε αναφέρονται σαν δύο ξεχωριστές κατηγορίες προϊόντων εφαρμογής.

Οι έξυπνες συσκευασίες τροφίμων στοχεύουν στην διαφύλαξη της ποιότητας του προϊόντος κατά τη μεταφορά και αποθήκευσή τους, δηλαδή κατά την διάρκεια της εφοδιαστικής αλυσίδας. Επομένως, οι εφαρμογές σε αυτόν τον τομέα εστιάζονται, κυρίως, στην εφοδιαστική αλυσίδα, αλλά αναφέρονται σε συγκεκριμένο είδος προϊόντων. Η διαφορά, σε αυτήν την περίπτωση, είναι ότι εκτός από την τεχνολογία RFID, αναπτύσσονται εφαρμογές με την χρήση και άλλων τεχνολογιών, όπως τα δίκτυα αισθητήρων και οι δείκτες, που στοχεύουν στην ένδειξη και την διαφύλαξη της ποιότητας σε αυτήν την ειδική κατηγορία προϊόντων. Από τη άλλη, οι εφαρμογές των φαρμάκων επεκτείνονται σε περαιτέρω διαδικασίες χρήσης, εκτός της εφοδιαστικής αλυσίδας. Η περιγραφή σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται και στην εφοδιαστική αλυσίδα των συγκεκριμένων προϊόντων, αλλά και σε χρήσεις από μεμονωμένα προϊόντα σε όλη τη διάρκεια ζωής τους. Επομένως, οι εφαρμογές έξυπνης συσκευασίας έχουν αναπτυχθεί σε προϊόντα φαρμάκων μέχρι το στάδιο διαχείρισής τους από τον τελικό χρήστη, που είναι ο καταναλωτής, ενώ οι εφαρμογές στην εφοδιαστική αλυσίδα περιλαμβάνουν τα στάδια δρομολόγησης του προϊόντος, όπου η διαχείριση γίνεται από τους παραγωγούς και τις εταιρίες λιανικής πώλησης.

Συγκεκριμένα, στο κεφάλαιο αυτό περιγράφονται οι εφαρμογές της τεχνολογίας RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα, που κάνει τις συσκευασίες έξυπνες, αλλά και σε περαιτέρω εφαρμογές όπως είναι το «κατάστημα του μέλλοντος» και άλλα. Στις συσκευασίες τροφίμων αναφέρονται οι κύριες κατηγορίες

συσκευασιών που διαχωρίζονται με βάση την λειτουργία τους, οι οποίες διαμορφώνονται με την ενσωμάτωση της τεχνολογίας RFID, την χρήση αισθητήρων και έξυπνων υλικών. Σε ότι αφορά τα φαρμακευτικά προϊόντα, οι εφαρμογές επεκτείνονται με την χρήση πληροφοριακών συστημάτων, διαμορφώνοντας ολοκληρωμένα συστήματα επικοινωνίας ιατρού και ασθενή, λειτουργίας νοσοκομειακών μονάδων, διαχείρισης δεδομένων ιατρικών δοκιμών και άλλα.

### **3.1 Εφοδιαστική αλυσίδα και διαχείριση αποθεμάτων**

Σύμφωνα με την NanoMarket (2006), η έξυπνη συσκευασία είναι ένας όρος που αναφέρεται σε συσκευασίες που χαρακτηρίζονται από λειτουργικότητα και ευχρηστία. Επίσης, χρησιμοποιούνται τεχνολογίες που προσθέτουν χαρακτηριστικά στις συσκευασίες, ώστε τα προϊόντα, που περιέχονται σε αυτές να μπορούν να εκτελούν επιπλέον λειτουργίες και να ανταποκρίνονται σε ερεθίσματα που δέχονται από το περιβάλλον τους. Η αλλαγή του ρόλου της απλής συσκευασίας προϊόντων απεικονίζεται με έναν τρόπο που κάνει το προϊόν πιο άνετο, περισσότερο χρήσιμο για τον καταναλωτή, ενώ ταυτόχρονα, είναι και ένα μέσο σταθεροποίησης της εφοδιαστικής αλυσίδας. Σε αυτήν την εφαρμογή ο καταναλωτής δεν ωφελείται άμεσα, καθώς δεν συμμετέχει ο ίδιος στην όλη διαδικασία. Εκείνοι που ωφελούνται περισσότερο από αυτήν την διαδικασία είναι οι λιανοπωλητές και οι εταιρείες μεταφοράς, των οποίων η ροή εργασίας κινείται σε σύντομο χρονικό διάστημα, καθώς αυτοματοποιείται ακόμα περισσότερο.

Οι περισσότερες εφαρμογές και μελέτες περίπτωσης της τεχνολογίας RFID έχουν ξεκινήσει να αναπτύσσονται έπειτα από την χρήση της στην εφοδιαστική αλυσίδα (Want R., 2004). Στον τομέα της διαχείρισης αποθεμάτων οι εφαρμογές έχουν αναπτυχθεί αρκετά, προσφέροντας καινοτόμες λύσεις στα προβλήματα που παρουσιάζονται κατά την μετακίνηση των προϊόντων από τον κατασκευαστή στο κατάστημα λιανικής πώλησης και έπειτα στον καταναλωτή. Το κύριο χαρακτηριστικό είναι ότι με τη χρήση του RFID η όλη διαδικασία διαχείρισης αυτοματοποιείται ακόμα περισσότερο, καθώς τα προϊόντα μπορούν να προσδιοριστούν αυτόματα και σε πραγματικό χρόνο, όταν βρίσκονται συγκεντρωμένα σε παλέτες. Οπότε οι αρμόδιοι στις πωλήσεις και οι κατασκευαστές έχουν ακριβέστερη πληροφόρηση για την ροή των προϊόντων, από το εργοστάσιο παρασκευής έως τις αποθήκες εμπορευμάτων και τα καταστήματα.

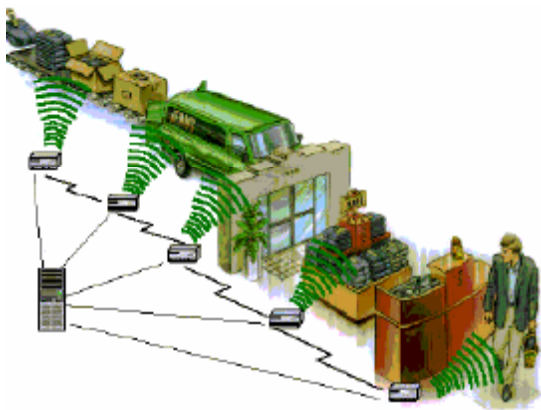
Η τεχνολογία που χρησιμοποιείται στην εφοδιαστική αλυσίδα είναι ο γραμμωτός κώδικας. Η τεχνολογία αυτή παρουσιάζει τα δικά της πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα λειτουργίας. Σε σχέση με την τεχνολογία RFID υστερεί σε ορισμένες λειτουργίες, όπως είναι η εμβέλεια ανάγνωσης του κωδικού από τα ειδικά εξαρτήματα ανάγνωσης. Σε περίπτωση που ο κωδικός έχει σβηστεί ή φθαρεί, δεν είναι δυνατή η ανάγνωσή του. Επίσης, δεν υπάρχει δυνατότητα αναβάθμισης της τεχνολογίας και η παρακολούθηση των αντικειμένων είναι διαδικασία εντατική και χρονοβόρα. Από την άλλη, η τεχνολογία RFID δεν απαιτεί καμιά οπτική επαφή, τα προϊόντα μπορούν να προσδιοριστούν αυτόματα κατά την

διέλευση μιας παλέτας προϊόντων από μια συσκευή ανάγνωσης, είναι πιθανή η αναβάθμιση της τεχνολογίας και παρέχει τη δυνατότητα να παρακολουθούνται τα αντικείμενα σε πραγματικό χρόνο καθώς κινούνται κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας. Στις επόμενες ενότητες περιγράφεται η διαδικασία της εφοδιαστικής αλυσίδας, πως διαφοροποιείται με την χρήση της τεχνολογίας RFID, ποιες είναι οι βασικές εφαρμογές που έχουν αναπτυχθεί, ποια είναι τα πλεονεκτήματα και τα προβλήματα που προκύπτουν.

### 3.1.1 Τι είναι η εφοδιαστική αλυσίδα

Η εφοδιαστική αλυσίδα περιγράφει την διαδρομή που ακολουθεί ένα προϊόν όταν έπειτα από την γραμμή παραγωγής, ξεκινάει από τον κατασκευαστή και καταλήγει στο ράφι του καταστήματος λιανικής πώλησης. Τα ενδιάμεσα στάδια είναι η περιοχή αποθήκευσης των προϊόντων στο χώρο του κατασκευαστή, η περιοχή δρομολόγησης, όπου παλέτες με προϊόντα τοποθετούνται στα μέσα μεταφοράς, η άφιξή τους στο κέντρο διανομής, η τοποθέτησή τους εκεί και τέλος η παραλαβή από τα κατάστημα λιανικής πώλησης.

#### • Περιγραφή διαδικασίας



Εικ. 13. Η ροή των προϊόντων στην εφοδιαστική αλυσίδα.

Μετά το τέλος της γραμμής παραγωγής, τα προϊόντα συσκευάζονται σε παλέτες, οι οποίες συγκεντρώνονται στις εγκαταστάσεις του κατασκευαστή, όπου είτε αποθηκεύονται, είτε προωθούνται προς τα κέντρα διανομής. Οι παλέτες μεταφέρονται από την περιοχή αποθήκευσης και τοποθετούνται στην περιοχή δρομολόγησης, όπου φορτώνονται στα κατάλληλα οχήματα μεταφοράς. Με την άφιξη των εμπορευμάτων στο κέντρο διανομής, οι παλέτες ξεφορτώνονται, ελέγχονται και αποθηκεύονται. Έπειτα, στέλνονται στα καταστήματα λιανικής πώλησης. Τα καταστήματα παραλαμβάνουν εμπορεύματα από τα κέντρα διανομής, όπως περιγράφηκε παραπάνω, αλλά και απευθείας από τους

κατασκευαστές. Οι αρμόδιοι υπάλληλοι των καταστημάτων ελέγχουν τις παλέτες και τις τοποθετούν στην αποθήκη του καταστήματος, μέχρι τα προϊόντα να χρειαστεί να μεταφερθούν στον χώρο του καταστήματος. Σε αυτό το στάδιο εξετάζεται ποια προϊόντα, από αυτά που παραλήφθηκαν, παρουσιάζουν έλλειψη στα ράφια του καταστήματος, ώστε να μεταφερθούν κατευθείαν εκεί και ποια θα τοποθετηθούν στην αποθήκη. Γίνεται αντιληπτό, ότι σε όλη αυτή τη διαδικασία συμβαίνουν αρκετές καθυστερήσεις, καθώς οι παλέτες με τα προϊόντα πρέπει να ελεγχθούν μία προς μία, κατά την έξοδό τους από την περιοχή αποθήκευσης, αλλά και κατά την παραλαβή τους από το κέντρο διανομής και έπειτα από το κατάστημα λιανικής πώλησης.

- **Επισημάνσεις**

Παραπάνω περιγράφηκαν τα βασικά στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας. Υπάρχουν όμως κάποιοι παράγοντες που διαφοροποιούν την διαδικασία αυτή σύμφωνα με την κάθε εφαρμογή. Για παράδειγμα, το γεγονός ότι οι παλέτες με τα προϊόντα είναι είτε μεικτές είτε πλήρεις. Πλήρεις θεωρούνται αυτές που περιέχουν το ίδιο είδος προϊόντος, και μεικτές αυτές που περιέχουν διαφορετικά είδη. Στις περισσότερες περιπτώσεις μεταφέρονται μεικτές παλέτες. Για να γίνει έλεγχος των παλετών αυτών επιβάλλεται κάποια επιπλέον διαδικασία, καθώς κατά τον έλεγχο εντοπίζονται ελλιπή, πρόσθετα ή ελαττωματικά προϊόντα, τα οποία πρέπει να επιστραφούν ή να απορριφτούν.

Σε ορισμένες περιπτώσεις, η διαδικασία της εφοδιαστικής αλυσίδας μπορεί να είναι πιο πολύπλοκη, καθώς περιλαμβάνει κάποια επιπλέον χαρακτηριστικά, από τα τυπικά που περιγράφονται εδώ. Ένα από αυτά είναι οι σύνθετες εφοδιαστικές αλυσίδες, όπου περιλαμβάνονται πρόσθετες διαδικασίες, όπως επιπλέον κέντρα διανομής ή προϊόντα που παράγονται από διαφορετικές θέσεις και άλλα. Άλλα χαρακτηριστικά που ξεχωρίζουν είναι το είδος του προϊόντος, το υλικό από το οποίο αποτελείται και οι φυσικές του ιδιότητες. Για παράδειγμα, διαφορετικό τρόπο διαχείρισης έχουν τα τρόφιμα, που έχουν περιορισμένο χρόνο ζωής και διαφορετικό άλλου είδους συσκευασμένα προϊόντα. Περαιτέρω ιδιότητες είναι το είδος και η μέθοδος προώθησής τους, ο χρόνος ζωής τους στο ράφι, η τιμή τους και η συχνότητα κλοπής τους. Όλες οι παραπάνω διαδικασίες επηρεάζουν τον τρόπο ενσωμάτωσης της τεχνολογίας RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα, η οποία με τη σειρά της σκοπεύει να διευκολύνει συνολικά την διαχείριση των προϊόντων και των παλετών στην όλη διαδικασία.

### **3.1.2 Που επεμβαίνει η τεχνολογία RFID**

Με την εφαρμογή της τεχνολογίας RFID, κάθε προϊόν περιέχει μια ετικέτα RFID, δηλαδή έναν αναμεταδότη, ο οποίος έχει αποθηκευμένο τον ηλεκτρονικό κώδικα προϊόντος ή αριθμό EPC. Αυτός ο κώδικας παρέχει λεπτομερείς πληροφορίες για ένα προϊόν σε οποιοδήποτε σημείο της εφοδιαστικής αλυσίδας κι αν βρίσκεται. Μέσω του μοναδικού αριθμού προϊόντος το περιεχόμενο των συσκευασιών μπορεί να προσδιοριστεί αυτόματα, σε πραγματικό χρόνο, χωρίς επιπλέον κόστος και οι παλέτες να μετρηθούν και να δρομολογηθούν σε σύντομο χρονικό διάστημα. Οι παλέτες όπου περιέχονται τα προϊόντα φέρουν ξεχωριστές ετικέτες, όπου οι πληροφορίες του αναμεταδότη αναφέρονται συνολικά στο περιεχόμενό τους και όχι σε μεμονωμένα προϊόντα.

- **Περιγραφή διαδικασίας**

Πιο αναλυτικά, μία συσκευή ανάγνωσης είναι τοποθετημένη στην είσοδο του χώρου αποθήκευσης του κατασκευαστή. Οπότε κάθε παλέτα με προϊόντα που περνάει από τον χώρο αυτό και φέρει ετικέτα RFID, ανιχνεύεται από την συσκευή ανάγνωσης, μέσω του αριθμού EPC. Έτσι, η συσκευή ανάγνωσης εντοπίζει και διαβάζει της πληροφορίες που είναι αποθηκευμένες στον αναμεταδότη της ετικέτας. Η συσκευή αυτή μπορεί να ενεργοποιεί και να απενεργοποιεί τους αναμεταδότες, μέσω

του κωδικού. Τα στοιχεία του προϊόντος διαβιβάζονται στο πληροφοριακό σύστημα του κατασκευαστή μέσω της συσκευής ανάγνωσης. Τα δεδομένα αποθηκεύονται στον υπολογιστή εξυπηρέτησης δικτύου, όπου διατηρούνται τα στοιχεία του προϊόντος σε μια βάση δεδομένων. Σε περίπτωση που εμφανιστούν προβλήματα κατά την διανομή και έλεγχο των προϊόντων, υπάρχει η δυνατότητα να ανακαλεστούν τα προϊόντα από τον κατασκευαστή τους.

Έπειτα, οι παλέτες με τα προϊόντα κατευθύνονται στο κέντρο διανομής. Εκεί, ελέγχεται το περιεχόμενο των συσκευασιών από τους υπαλλήλους αυτόματα, καθώς υπάρχει μια συσκευή ανάγνωσης των ετικετών, φορητή ή σταθερή, που εξετάζει το περιεχόμενό τους από τον μοναδικό ηλεκτρονικό κώδικα προϊόντος. Στο στάδιο αυτό γίνεται έλεγχος, σε ότι αφορά την ποιότητα και την ποσότητα των παραδοθέντων προϊόντων. Παρέχεται ηλεκτρονικός κατάλογος με το περιεχόμενο του φορτίου, από τα δεδομένα του υπολογιστή εξυπηρέτησης δικτύου. Με βάση αυτές τις πληροφορίες, η κάθε παλέτα μεταφέρεται στο κατάλληλο όχημα μεταφοράς για την αποστολή της στο κατάστημα λιανικής πώλησης.

Με την άφιξη της παραγγελίας στο κατάστημα λιανικής πώλησης, πρέπει να γίνει η καταγραφή κάθε νέου προϊόντος, ενώ καθορίζεται η προτεραιότητά τους. Μέσω της τεχνολογίας RFID αυτή η διαδικασία αυτοματοποιείται, όπως επίσης και εργασίες που αφορούν την ταξινόμηση των προϊόντων στην αποθήκη, τυχόν επιστροφές και γενικότερα, ότι αφορά την οργάνωση των προϊόντων στο κατάστημα. Επίσης, τα καταστήματα μπορούν να εντοπίζουν και να διαχειρίζονται τα αποθέματά τους αυτόματα και με χαμηλότερο κόστος. Στην περιοχή όπου ξεφορτώνονται οι παλέτες υπάρχει μία συσκευή ανάγνωσης, η οποία διαβάζει τις πληροφορίες που αφορούν το περιεχόμενό τους, οπότε εξετάζεται αν παραλήφθηκαν οι σωστές παραγγελίες. Επίσης, ο ηλεκτρονικός κατάλογος που παρέχεται με το περιεχόμενο του φορτίου, από το κέντρο διανομής, βοηθά για την καλύτερη και ταχύτερη οργάνωση της εργασίας. Γενικότερα, στο στάδιο αυτό ετικέτες με αναμεταδότες RFID είναι εύλογο να υπάρχουν σε κάθε κιβώτιο ξεχωριστά. Περιπτώσεις επιστροφής και ανάκλησης προϊόντων μπορούν να διαχειριστούν με μεγαλύτερη ευκολία και σε πιο σύντομο χρονικό διάστημα, αφού οι επιστροφές μπορούν να καταχωρηθούν αυτόματα και να ενημερωθούν οι αρμόδιοι άμεσα.

Χρονοβόρα διαδικασία αποτελεί, επίσης, και ο ανεφοδιασμός των ραφιών στο κατάστημα λιανικής πώλησης. Παρόλο που σε αυτό το στάδιο δεν συμπεριλαμβάνεται στην διαδικασία της εφοδιαστικής αλυσίδας, αποτελεί επέκταση της εφαρμογής. Υπάρχουν περιπτώσεις, που δεν υπάρχει κάποιο ολοκληρωμένο σύστημα πληροφόρησης εάν τα προϊόντα που παραλαμβάνονται είναι ακόμα στην αποθήκη ή έχουν ήδη μεταφερθεί στο χώρο του καταστήματος. Η εφαρμογή της τεχνολογίας RFID επιτρέπει τον άμεσο διαχωρισμό του αποθέματος που θα παραμείνει στην αποθήκη και του αποθέματος που θα μεταφερθεί στο χώρο του καταστήματος, παρέχοντας πληροφορίες στους υπαλλήλους μέσω του πληροφοριακού συστήματος του καταστήματος. Η διαδικασία αυτή μπορεί να πραγματοποιηθεί με την εφαρμογή του RFID σε κάθε κιβώτιο ξεχωριστά. Ο εργαζόμενος ενημερώνεται για την διαθεσιμότητα των προϊόντων που υπάρχουν στο ράφι του καταστήματος αλλά και για το απόθεμα

στην αποθήκη. Η ακριβής πληροφόρηση βοηθάει τους υπαλλήλους να έχουν πλήρη εικόνα της κατάστασης ώστε να μπορούν να αναζητούν συγκεκριμένα προϊόντα.

Στις εφαρμογές της εφοδιαστικής αλυσίδας που έχουν αναπτυχθεί μέχρι σήμερα, το εύρος συχνοτήτων που χρησιμοποιείται για την επικοινωνία του αναμεταδότη με τη συσκευή ανάγνωσης είναι η υπέρ-υψηλή συχνότητα ή UHF (Karjoth, Moskowitz, 2005). Η τιμή της συχνότητας αυτής, παρόλο που θεωρείται η καταλληλότερη για τέτοιου τύπου εφαρμογές, παρουσιάζει αρκετά προβλήματα, καθώς δεν διαπερνά υλικά όπως το μέταλλο και προϊόντα που περιέχουν υγρό. Οι αρχές προτυποποίησης των προϊόντων λειτουργούν με βάση το ISO 18000 Gen 2 για την εφοδιαστική αλυσίδα (Kim et al., 2006).

### • Οφέλη - Προβλήματα

Συνοψίζοντας, η αυτοματοποίηση των περισσότερων μηχανισμών λειτουργίας της εφοδιαστικής αλυσίδας, έχει ως αποτέλεσμα την εξοικονόμηση χρόνου σε αρκετά στάδια της διαδικασίας αυτής. Απλοποιούνται βασικές διεργασίες, όπως η ταξινόμηση, η αποθήκευση και ο εντοπισμός των παλετών στο χώρο αποθήκευσης του κατασκευαστή, αλλά και διαδικασίες που εκτελούνται στο σημείο λιανικής πώλησης, όπου γίνεται η παραλαβή των παραγγελιών, η αποθήκευση και ο ανεφοδιασμός των ραφιών. Επίσης, ο έλεγχος των παραγγελιών λαμβάνει χώρα χωρίς να ανοίγονται οι συσκευασίες των προϊόντων, καθώς το περιεχόμενό τους προσδιορίζεται και επιβεβαιώνεται από τις συσκευές ανάγνωσης. Εφαρμογές σαν κι αυτές κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας προσδίδουν σημαντικά οφέλη που αφορούν κυρίως την μείωση των λειτουργικών δαπανών και κατά συνέπεια την αύξηση των κερδών για τους καταστηματάρχες. Αναλυτές υποστηρίζουν ότι σταδιακά μειώνεται το απόθεμα, οπότε εξαλείφεται η φυσική φθορά των προϊόντων, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις τροφίμων. Επίσης, μειώνονται οι δαπάνες εργασίας σε καταστήματα και αποθήκες εμπορευμάτων, καθώς μειώνεται και το εμπόρευμα εκτός αποθέματος. Καθώς μειώνονται όλα τα παραπάνω, μειώνεται και το κόστος των προϊόντων, σε κάποιο βαθμό, οπότε επωφελούνται και οι καταναλωτές.

Μερικά από τα μειονεκτήματα χρήσης της τεχνολογίας RFID, σε αυτές τις περιπτώσεις, είναι το μεγάλο κόστος ενσωμάτωσής της στα προϊόντα, όπως επίσης και η πιθανότητα να χαθούν τα δεδομένα ή να γίνουν ορατά από εξωγενείς παράγοντες. Παρόλα αυτά, το RFID παρέχει άμεση ανίχνευση σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης όπως αυτή της ανάκλησης προϊόντος (Kumar, Budin, 2006). Η ανάκληση και η επιστροφή προϊόντων στις εταιρείες παραγωγής τους μπορεί να αποβεί ακόμα και κα-



Εικ. 14. Η εταιρεία λιανικού εμπορίου Wal-Mart είναι από τις πρώτες που χρησιμοποίησε την τεχνολογία RFID στην εφοδιαστική της αλυσίδα.



ταστροφική για την ίδια την εταιρεία. Είναι αρκετά τα παραδείγματα τέτοιων φαινομένων που έχουν ακουστεί κατά καιρούς. Η έκταση τέτοιων φαινομένων εξαρτάται από το πόσο σοβαρό είναι το πρόβλημα που παρουσιάστηκε και τι στάση κράτησε η εταιρεία απέναντι στους καταναλωτές. Υπάρχουν αρκετές περιπτώσεις επιστροφής προϊόντων που θα μπορούσαν να είχαν αποφευχθεί αν υπήρχε καλύτερη πληροφόρηση. Η πληροφόρηση αυτή ενδέχεται να υπάρχει μέσω της εφαρμογής αυτής.

### 3.1.3 Εφαρμογές - Μελέτες περίπτωσης

Ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι μελέτες περίπτωσης που έχουν καταγραφεί στα πλαίσια εφαρμογής της νέας αυτής τεχνολογίας. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η εταιρεία Wal-Mart (εικ. 14), μία από τις μεγαλύτερες εταιρείες παγκοσμίως στο λιανικό εμπόριο, η οποία χρησιμοποιεί την τεχνολογία RFID σε όλη τη διαδικασία της εφοδιαστικής αλυσίδας. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση των κερδών της εταιρείας, καθώς μειώνονται οι δαπάνες, οπότε μειώνεται το κόστος των προϊόντων και επομένως μειώνεται το κόστος για τον κατά-ναλωτή. Η εφοδιαστική αλυσίδα της Wal-Mart είναι από τις πιο επαρκείς παγκοσμίως σε προϊόντα. Η εταιρεία αυτή, είναι από τις πρώτες που υιοθέτησε την τεχνολογία RFID και έχει υποχρεώσει όλους τους προμηθευτές της, μέσα σε ένα εύλογο χρονικό διάστημα, να χρησιμοποιήσουν και αυτοί την τεχνολογία RFID. Όμως, διάφορα προβλήματα που έχουν παρουσιαστεί και επικεντρώνονται κυρίως σε τεχνικά χαρακτηριστικά της τεχνολογίας, όπως η χρήση της συχνότητας UHF, έχουν αναγκάσει την εταιρεία να παρατείνει την διορία για την πλήρη υιοθέτηση του RFID (Weinstein, 2005).



Εικ. 15. Το κατάστημα του μέλλοντος

Επόμενο παράδειγμα αποτελεί η γερμανική αλυσίδα πολυκαταστημάτων Metro Group, η οποία κατασκεύασε ένα κατάστημα στη Γερμανία, όπου κεντρικό ρόλο έχει η τεχνολογία RFID, όχι μόνο σε ότι αφορά την εφοδιαστική αλυσίδα, αλλά και την εξυπηρέτηση των πελατών μέσα στους χώρους του καταστήματος (εικ. 15). Όλο και περισσότερες εταιρείες εφαρμόζουν την τεχνολογία RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα, εξετάζοντας μελέτες για περαιτέρω εφαρμογές. Μία ξεχωριστή εφαρμογή αποτελούν τα έξυπνα καρτόνια αγοράς

(εικ. 16). Αυτή η εφαρμογή συνδυάζει την τεχνολογία RFID με τεχνικές επικοινωνίας ασύρματων δικτύων. Τα καρτόνια αυτά έχουν την ιδιότητα να καταγράφουν το περιεχόμενο τους σε προϊόντα. Διαθέτοντας ενσωματωμένη οθόνη, μικρού μεγέθους, παρέχουν πληροφορίες στους καταναλωτές για τα προϊόντα του καταστήματος που υπάρχουν στα ράφια αλλά και στο εσωτερικό τους. Επίσης, παρέχουν αυτοματοποιημένο έλεγχο για την πληρωμή κατά την έξοδο του αγοραστή από το κατάστημα. Ο έλεγχος αυτός πραγματοποιείται με το πέρασμα του καρτοσιού, με τα προϊόντα που έχει

επιλέξει ο καταναλωτής, από τον χώρο ανάγνωσης των αναμεταδοτών κατά την έξοδο από το κατάστημα. Έτσι, η πληρωμή πραγματοποιείται αυτόματα μέσω πιστωτικών καρτών ή μέσω ειδικής κάρτας του καταστήματος. Μία άλλη χρήση της τεχνολογίας RFID είναι τα ηλεκτρονικά ή έξυπνα ράφια, τα οποία μπορούν να καταγράψουν τις ελλείψεις στα ράφια, έτσι ώστε να αναπληρώνονται οι απώλειες από τους εργαζόμενους πριν αδειάσει το ράφι από τα συγκεκριμένα προϊόντα.



Εικ. 16. Δείγμα προσαρμοσμένης οθόνης στο έξυπνο καρότσι αγοράς

### • Εφοδιαστική αλυσίδα τροφίμων

Η τεχνολογία RFID χρησιμοποιείται και στην διαχείριση των τροφίμων. Σε αυτόν τον τομέα εφαρμογής, η χρήση έξυπνων λειτουργιών έχει ως στόχο να μειώσει τα λάθη και τις επιστροφές των προϊόντων λόγω αλλοίωσής τους από κακή συντήρηση ή λάθος συνθήκες αποθήκευσης, είτε από τα καταστήματα λιανικής πώλησης, είτε από τους καταναλωτές και να διασφαλιστεί η ποιότητα. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση οι έλεγχοι αυτοί είναι υποχρεωτικοί από το 2006 (Pacquit et al., 2006). Τα πλεονεκτήματα που προσδίδει η χρήση του RFID είναι η αύξηση της εμπιστοσύνης των καταναλωτών στα προϊόντα, η αυξημένη ταχύτητα της όλης διαδικασίας διαχείρισης και οι έγκυρες και ακριβείς πληροφορίες που παρέχονται σε καταναλωτές και εμπόρους (McMeekin et al., 2006).

Η επιτακτική ανάγκη για ασφάλεια των τροφίμων έχει οδηγήσει πολλές επιχειρήσεις στη χρήση κάποιου συστήματος ιχνηλασιμότητας. Ένα τέτοιο σύστημα παρακολουθεί συνεχώς τα προϊόντα, καθώς αυτά διακινούνται κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας. Σκοπός αυτής της παρακολούθησης δεν είναι η καλή ποιότητα των τροφίμων, καθώς αυτή εξαρτάται από τις διαδικασίες που εφαρμόζουν οι επιχειρήσεις παραγωγής των προϊόντων. Τα συστήματα ιχνηλασιμότητας εξυπηρετούν την ασφάλεια των τροφίμων, των καταναλωτών και των ίδιων των επιχειρήσεων. Παρακολουθούν τα προϊόντα και σε περίπτωση που γίνει κάποιο λάθος από το οποίο μπορεί να προκύψει κάποιο ελαττωματικό προϊόν, δίνουν όλα τα απαραίτητα δεδομένα για την αποτελεσματική ανάκληση της ελαττωματικής παρτίδας και για τον άμεσο εντοπισμό της αιτίας του προβλήματος. Για να λειτουργήσει ένα τέτοιο σύστημα χρειάζονται ορισμένες προδιαγραφές λειτουργίας. Μία από αυτές είναι η διασύνδεση με σταθμούς κωδικοποίησης, δηλαδή η ανταλλαγή στοιχείων για την επαλήθευση της ορθότητας των στοιχείων που φέρει το προϊόν, όπως στοιχεία ταυτοποίησης, ημερομηνία λήξης και άλλα, αλλά και διευκόλυνση της συλλογής όλων των πληροφοριών σε μια βάση δεδομένων. Επίσης, άλλες προδιαγραφές είναι η διαχείριση παραγγελιών και φορτώσεων, η παρακολούθηση υλικών συσκευασίας, η διαχείριση έκτακτων συμβάντων, η συνεργασία με υπάρχοντα επιχειρησιακά συστήματα και άλλα.

Σε ότι αφορά την κωδικοποίηση προϊόντων, χρησιμοποιούνται διάφορες μέθοδοι και τεχνολογίες. Αυτές μπορεί να είναι η τεχνολογία RFID, ο γραμμωτός κώδικας τύπου EAN 13, EAN 128, 2D κτλ. Κατά τη διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας, η κωδικοποίηση γίνεται πάνω στα ίδια τα τρόφιμα

και περιλαμβάνει πληροφορίες όπως ημερομηνία λήξης, κωδικούς παραγωγής, αριθμός παρτίδας, επωνυμία κατασκευαστή, βάρος και ποσότητα, περιγραφή περιεχομένου (εικ. 17). Επισημαίνεται ότι ο όρος κωδικοποίηση αναφέρεται στη βιομηχανική διαδικασία όπου γίνεται ταυτοποίηση του προϊόντος με μεταβλητές πληροφορίες που αφορούν την παραγωγή και διακίνησή τους. Κατά την διαδικασία αποθήκευσης ή διακίνησης των προϊόντων η κωδικοποίηση γίνεται σε κουτιά όπου περιέχονται πολλά προϊόντα ή παλέτες όπου περιέχονται κουτιά από προϊόντα (εικ. 18).

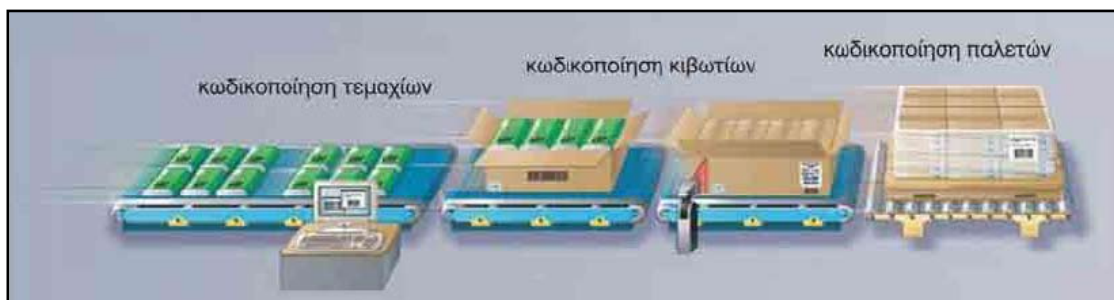


Εικ. 17. Κωδικοποίηση σε επίπεδο μεμονωμένων προϊόντων.



Εικ. 18. Κωδικοποίηση σε επίπεδο παλετών, όπου περιέχονται κουτιά με προϊόντα.

Οι ετικέτες σε αυτήν την περίπτωση περιέχουν πληροφορίες που απαιτούνται για την παραλαβή, αποθήκευση και διακίνηση των προϊόντων. Πέρα από τον εξοπλισμό χρησιμοποιείται και λογισμικό ιχνηλασιμότητας, το οποίο δίνει την δυνατότητα παρακολούθησης των προϊόντων σε πραγματικό χρόνο, μέσα από την συλλογή των απαιτούμενων πληροφοριών από το σύστημα κωδικοποίησης και των συγχρονισμό του με τα επιχειρησιακά συστήματα. Το λογισμικό τηρεί τα στοιχεία που συλλέγονται σε μια ηλεκτρονική βάση δεδομένων.



Εικ. 19. Σχηματική αναπαράσταση ενός τυπικού συστήματος κωδικοποίησης.

### • Εφοδιαστική αλυσίδα φαρμακευτικών προϊόντων

Με τον νέο τρόπο λειτουργίας της εφοδιαστικής αλυσίδας βελτιώνεται και η διαχείριση φαρμάκων. Ο επίσημος οργανισμός διαχείρισης φαρμάκων στις ΗΠΑ, ο FDA, προτείνει τη χρήση του RFID στην φαρμακευτική εφοδιαστική αλυσίδα, για λόγους πρόληψης πλαστογραφίας φαρμάκων και επιβεβαίωσης της πιστοποίησής τους. Με αυτήν την διαδικασία θα παρέχεται έγκυρο πιστοποιητικό προέλευσης του προϊόντος προς τον παραλήπτη (Bassen et al., 2007). Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας

επισημαίνει ότι πλαστογράφηση γίνεται «όταν ένα φάρμακο σκόπιμα ή απατηλά έχει λάθος ετικέτα, όσον αφορά την ταυτότητα ή την προέλευσή του». Η πλαστογράφηση μπορεί να ισχύει σε γνωστά προϊόντα, αλλά και γενικότερα. Οι βασικές αιτίες που προκαλούν την πλαστογραφία στα φαρμακευτικά προϊόντα είναι ότι πλέον σήμερα, ο εξοπλισμός είναι εύκολο να βρεθεί για την αναπαραγωγή οποιασδήποτε ετικέτας και ο αυξημένος αριθμός θεραπειών μεγάλου κόστους φαρμάκων, είναι προσοδοφόρο κίνητρο για κέρδος επιτήδειων.

Σύμφωνα με τον Weinstein (2005), η διαδικασία, που προτείνεται από τον FDA, είναι ότι κάθε φάρμακο έχει ένα αναγνώσιμο RFID αναμεταδότη, ο οποίος έχει αποθηκευμένο έναν αύξοντα αριθμό. Κατά την αποστολή εμπορευμάτων, ο παραλήπτης θα επιβεβαιώνει την προέλευση των φαρμάκων, μέσω του αριθμού αυτού. Έτσι, τα φαρμακευτικά προϊόντα θα φτάνουν στο σημείο πώλησης που αναμενόταν, προερχόμενα από τον αρμόδιο κατασκευαστή. Επίσης, το Auto ID Centre προτείνει την μέθοδο track and trace, η οποία στοχεύει να βελτιώσει την ασφάλεια των ασθενών και να εφαρμοστεί σε περίπτωση ανάγκης, δίνοντας στους κατασκευαστές, διανομείς και φαρμακοποιούς μια συστηματική μέθοδο για την ανίχνευση και έλεγχο της πλαστογραφίας. Το tracing ή κατανομή, είναι η ικανότητα να παρέχεται ενημέρωση για την τοποθεσία ενός φαρμάκου κατά την διαδικασία της εφοδιαστικής αλυσίδας, ενώ το tracking ή ανίχνευση, είναι η ικανότητα να γίνονται γνωστές πληροφορίες, όπως η θέση, ο χρόνος παραμονής εκεί, ο ιδιοκτήτης, η διαμόρφωση της συσκευασίας και οι συνθήκες του περιβάλλοντος αποθήκευσης για συγκεκριμένο φάρμακο (Koh et al, 2003). Από την άλλη, υποστηρίζεται ότι μόνο αυτή η μέθοδος δεν επαρκεί. Οι αναμεταδότες στην εφοδιαστική αλυσίδα χρησιμοποιούν τον αριθμό EPC για την αναγνώρισή τους. Η ασφαλής όμως γνησιότητά τους υφίσταται όταν εφαρμόζεται κάποιο χαρακτηριστικό γνώρισμα, πέρα από τον αριθμό αυτό. Με αυτόν τον τρόπο οι αναμεταδότες δεν θα μπορούν να αντιγραφούν (Staake, 2005).



**Εικ. 20.** Ετικέτα που τοποθετείται σε φαρμακευτική συσκευασία στην Ελλάδα. Διαστάσεις: 30x22 mm. Στο αριστερό μέρος αναγράφεται ο κωδικός του αυτοκόλλητου, το οποίο παραμένει μόνιμα στη συσκευασία. Στο δεξί μέρος αναγράφεται ο αριθμός του αυτοκόλλητου, ο κωδικός του γραμμωτού κώδικά, το όνομα της εταιρείας και του φαρμάκου. Το κομμάτι αυτό αποσπάται από τον φαρμακοποιό και τοποθετείται στην ιατρική συνταγή.



**Εικ. 21.** 2D Data Matrix γραμμωτός κώδικας.

Η εφοδιαστική αλυσίδα στην Ευρώπη είναι αρκετά πολύπλοκη. Ο χωρισμός της διαδικασίας σε επιμέρους κομμάτια και η αυξημένη παρουσία χονδρέμπορων, έχουν συμβάλει στη μείωση της αδιαφάνειας της όλης διαδικασίας μεταφοράς φαρμακευτικών προϊόντων. Το κάθε κράτος-μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης χρησιμοποιεί διαφορετικό σύστημα ελέγχου διακίνησης φαρμάκων. Ο πολλαπλασιασμός τέτοιων συστημάτων αυξάνει το κόστος παραγωγής για τη βιομηχανία. Στην Ελλάδα, για πα-



ράδειγμα, χρησιμοποιείται ο γραμμωτός κώδικας τύπου EAN 128 για την κωδικοποίηση φαρμάκων, ο έλεγχος και η διαχείριση των οποίων γίνεται από τον Ελληνικό Οργανισμό Φαρμάκων (ΕΟΦ). Στην εικόνα 20 φαίνεται ετικέτα που τοποθετείται σε φαρμακευτική συσκευασία στην Ελλάδα.

Από την άλλη, ο Ευρωπαϊκός οργανισμός EFPIA (European Federation of Pharmaceutical Industries and Associations) προτείνει τη χρήση ενός ενιαίου προτύπου κωδικοποίησης για την φαρμακευτική εφοδιαστική αλυσίδα σε όλη την Ευρωπαϊκή Ένωση, που θα βασίζεται στη χρήση γραμμωτού κώδικα τύπου 2D Data Matrix (εικ. 21). Ο οργανισμός υποστηρίζει ότι η τεχνολογία RFID δεν μπορεί να λειτουργήσει με τα σημερινά δεδομένα και πως οι δυνατότητες που προσφέρει παρέχονται και με τη χρήση του γραμμωτού κώδικα. Παράλληλα, το RFID θεωρείται ως μία διαδικασία που θα πραγματοποιηθεί αργότερα. Δεν λειτουργεί με τα σημερινά δεδομένα, αλλά σίγουρα θα αποτελέσει εξέλιξη του υπάρχοντος συστήματος (EFPIA, 2006).

Το πρότυπο γραμμωτού κώδικα 2D Data Matrix τυπώνεται σε οποιαδήποτε φαρμακευτική συσκευασία κατά την διαδικασία παραγωγής της, παρέχοντας σε κάθε φάρμακο έναν μοναδικό αριθμό αναγνώρισης προϊόντος (EFPIA, 2007). Το βασικό πλεονέκτημα του προτύπου αυτού είναι ότι οι αναγνώστες που ήδη υπάρχουν σε εταιρείες διανομής, αποθήκευσης αλλά και σε φαρμακεία μπορούν να ανιχνεύσουν και να διαβάσουν τα στοιχεία που υπάρχουν στον κωδικό προϊόντος. Οπότε, δεν απαιτείται επιπλέον διαδικασία αγοράς ειδικού εξοπλισμού. Στο φαρμακείο, όπου παραλαμβάνονται τα φάρμακα, η πληροφορία που σκανάρεται από τον αναγνώστη, μεταφέρεται σε αυτόνομο σημείο αποθήκευσης ηλεκτρονικών δεδομένων και ένα μήνυμα επιβεβαίωσης της γνησιότητας επιστρέφεται στον φαρμακοποιό.

### **3.1.4 Επιπλέον απαιτήσεις για καλύτερη προσαρμογή της τεχνολογίας στην εφοδιαστική αλυσίδα**

Για την χρήση του RFID σε εφαρμογές έξυπνης συσκευασίας απαιτείται η χρήση έξυπνων ετικετών που θα μπορούν να λειτουργούν σε διάφορα περιβάλλοντα κάτω από διαφορετικές συνθήκες. Στην εφοδιαστική αλυσίδα, οι αναμεταδότες είναι οι έξυπνες ετικέτες που τοποθετούνται στα κουτιά των προϊόντων ή στις παλέτες που δρομολογούνται από τους κατασκευαστές σε αποθήκες και καταστήματα λιανικής πώλησης. Μέσω αυτών γίνεται η αναγνώριση του περιεχομένου της συσκευασίας. Σύμφωνα με τον Sure (2005) οι έξυπνες ετικέτες που κατασκευάζονται από χαρτί, προσαρμόζονται εύκολα σε προϊόντα από ίνες. Η μορφή τους μπορεί να διαμορφωθεί κατάλληλα και να ταιριάζει σε διαφορετικά σχέδια προϊόντων και συσκευασιών. Σε αυτήν την περίπτωση οι κεραίες των αναμεταδοτών είναι εκτυπωμένες πάνω στους χάρτινους αναμεταδότες σύμφωνα με μεθόδους ηλεκτρονικής εκτύπωσης.

Αξιοσημείωτο χαρακτηριστικό αποτελεί ο τύπος των δεδομένων που είναι αποθηκευμένα στους αναμεταδότες και μεταφέρονται στις συσκευές ανάγνωσης. Στην διαδικασία της εφοδιαστικής αλυσίδας οι πληροφορίες μοιράζονται ανάμεσα από ξεχωριστούς οργανισμούς, καθώς τα προϊόντα μετακι-

νούνται στους χώρους που περιλαμβάνει το κάθε στάδιο. Για παράδειγμα, ένα προϊόν μπορεί να μετακινηθεί από το εργοστάσιο παραγωγής του με διάφορα μέσα, όπως αυτοκίνητο, αεροπλάνο και άλλα, να περάσει από διαφορετικές χώρες και να καταλήξει στο κατάστημα λιανικής πώλησης. Το κάθε μέρος και μέσο από αυτά λειτουργεί με το δικό του σύστημα απογραφής. Τα δεδομένα που εγγράφονται στον αναμεταδότη οφείλουν να είναι σε μια μορφή που θα μπορούν να ερμηνευτούν από τα μέλη που βρίσκονται κατά μήκος όλων των διεργασιών που απαιτεί η εφοδιαστική αλυσίδα (Want, 2004).

Η τεχνολογική υποδομή των επιχειρήσεων που χρησιμοποιούν ή που πρόκειται να υιοθετήσουν το νέο τρόπο διαχείρισης των προϊόντων προσαρμόζεται σε νέα δεδομένα. Ένα από αυτά είναι το ασφαλές, ασύρματο «πανταχού παρόν» δίκτυο και ο νέος υλικός εξοπλισμός, που θα πρέπει να ανταποκρίνεται σε αντίξοα περιβάλλοντα λειτουργίας, όπως αποθήκες, κέντρα διανομής και άλλα. Επίσης, ο εξοπλισμός και το λογισμικό που χρησιμοποιείται θα πρέπει να μπορεί να προσαρμόζεται στους καινούριους τομείς επέκτασης των εφαρμογών της τεχνολογίας RFID, όπως είναι τα έξυπνα καρτόνια αγοράς και τα έξυπνα ράφια που προαναφέρθηκαν. Τα δεδομένα που διαβάζονται από τις συσκευές ανάγνωσης και είναι αποθηκευμένα στους αναμεταδότες καταλαμβάνουν μεγάλο όγκο, καθώς οι ετικέτες που είναι τοποθετημένες στα προϊόντα ανιχνεύονται κατ' επανάληψη. Επιπλέον, τα δεδομένα μοιράζονται μεταξύ πολλών εφαρμογών και επιχειρήσεων. Επομένως, οι εφαρμογές πρέπει να είναι ολοκληρωμένες, να παρέχουν διαδικτυακές υπηρεσίες και η ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ των επιχειρήσεων θα πρέπει να είναι άμεση και βασισμένη σε κοινή λογική.

## 3.2 Συσκευασίες τροφίμων

Έξυπνες συσκευασίες έχουν σχεδιαστεί και αναπτύσσονται για τα τρόφιμα. Όπως αναφέρθηκε στο πρώτο κεφάλαιο, οι συσκευασίες μετατρέπονται σε έξυπνες είτε μέσω της τεχνολογίας RFID, είτε μέσω αισθητήρων, είτε με τη χρήση έξυπνων υλικών, όπως τα θερμοχρωμικά μελάνια και οι δείκτες. Τα τρόφιμα αποτελούν ειδική και ευπαθή κατηγορία προϊόντων, καθώς για την κατανάλωσή τους θα πρέπει αρχικά να διασφαλίζεται η ποιότητά τους. Ο έλεγχος της ποιότητάς τους ξεκινάει από το στάδιο παραγωγής τους και οφείλει να επαναλαμβάνεται σε όλη την διαδικασία της εφοδιαστικής αλυσίδας, κατά την παραμονή του προϊόντος στο κατάστημα λιανικής πώλησης και κατά την φύλαξή του στον ιδιωτικό χώρο του καταναλωτή. Οι περισσότερες εφαρμογές και μελέτες που έχουν αναπτυχθεί αναφέρονται στην παρακολούθηση των προϊόντων κατά τη μεταφορά και αποθήκευσή τους στα σημεία πώλησης.

Η έξυπνη συσκευασία προστατεύει προϊόντα που μπορεί να αλλοιωθούν κατά την μεταφορά τους, από διάφορους παράγοντες, όπως η έκθεσή τους σε ακατάλληλες συνθήκες. Τέτοιες συνθήκες μπορεί να είναι οι υψηλές θερμοκρασίες. Για παράδειγμα, το κατεψυγμένο κρέας αν εκτεθεί σε υψηλές θερμοκρασίες, για μεγάλο χρονικό διάστημα, θα είναι ακατάλληλο για κατανάλωση. Ένα παράδειγμα εφαρμογής είναι όταν η θερμοκρασία στο εσωτερικό της συσκευασίας ξεπεράσει μία συγκεκριμένη

τιμή, στην ετικέτα του προϊόντος παρατηρείται μια προσωρινή ηλεκτρική αλλαγή. Όταν η συσκευή ανάγνωσης διαβάζει τα δεδομένα της ετικέτας, μαζί με τον αριθμό αναγνώρισης του προϊόντος. Θα αποκαλυφθεί η θερμή κατάσταση στην οποία είχε βρεθεί το προϊόν. Τέτοια δεδομένα είναι ορατά στους καταναλωτές μέσω δεικτών αλλαγής χρώματος (Huang, Chen, 2006).

Υπάρχει μεγάλη ποικιλία προϊόντων σε αυτόν τον τομέα συσκευασίας, όπως και αρκετά μεγάλος ανταγωνισμός από πλευράς μάρκετινγκ και προώθησης της μάρκας. Είναι αξιοσημείωτο το γεγονός ότι υπάρχουν διαφορετικές μάρκες ίδιων προϊόντων, που με κάποιο τρόπο διαχωρίζονται μεταξύ τους. Έχουν αναπτυχθεί αρκετές καινοτόμες μέθοδοι λειτουργίας της συσκευασίας, βασισμένες στον τρόπο χρήσης τους σε σχέση με το προϊόν, οι οποίες στοχεύουν στην διαφοροποίησή του από άλλα ανταγωνιστικά προϊόντα. Ο καταναλωτής απαιτεί υψηλή ποιότητα αλλά και ευκολία στη χρήση. Τα κριτήρια για επιτυχή σχεδίαση συσκευασιών τροφίμων είναι το εύκολο άνοιγμα, το λογικό κόστος σύμφωνα με το προϊόν, η αρκετά καλή εμφάνιση και η παρουσίαση του προϊόντος, που εξαρτάται από τα γραφικά της συσκευασίας. Επίσης, είναι επιθυμητό το προϊόν να παρέχει ευκολίες όπως το να μαγειρεύεται ή να θερμαίνεται και, ταυτόχρονα, να σερβίρεται στην ίδια συσκευασία (Belcher, 2006).

Οι αλλαγές που ανταποκρίνονται στις επιθυμίες και προτιμήσεις των καταναλωτών, αλλά και ο διαφορετικός τρόπος ζωής τους, έχουν οδηγήσει στην ανάγκη για καινοτομία και ανάπτυξη νέων τεχνολογιών στις συσκευασίες γενικότερα. Το μεγαλύτερο κίνητρο για αυτήν την ανάπτυξη, πέρα από την ποιότητα των προϊόντων, είναι το κόστος. Η καινοτομία αυξάνει το κόστος παραγωγής των προϊόντων. Υπάρχουν περιπτώσεις όπου τέτοιες εφαρμογές θεωρούνται ότι ανταποκρίνονται μόνο σε είδη πολυτελείας. Από την άλλη, η ευρεία χρήση των τεχνολογιών αυτών θα αλλάξει την εικόνα των καταναλωτών καθώς θα βιώσουν τα οφέλη από την όλη διαδικασία. Οι παραγωγοί ενδέχεται να επωφεληθούν από τα αυξημένα κέρδη και οι καταναλωτές να θεωρήσουν σαν κέρδος την «ευχρηστία» των προϊόντων.

Στην ενότητα αυτή περιγράφονται οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται στην διαμόρφωση έξυπνων συσκευασιών τροφίμων. Αρχικά, γίνεται αναφορά στα υλικά από τα οποία αποτελείται μία τέτοια συσκευασία στις περισσότερες περιπτώσεις και ποια είναι τα χαρακτηριστικά γνωρίσματά τους. Έπειτα, γίνεται περιγραφή των ευφυών συσκευασιών, οι οποίες χρησιμοποιούν μηχανισμούς έξυπνων συσκευασιών όπως το RFID, οι αισθητήρες και οι δείκτες, αλλά και των ενεργών και βιοενεργών συσκευασιών, που λειτουργούν με πρόσθετα για περεταίρω ενίσχυση και ενημέρωση για τις λειτουργίες των συσκευασιών τροφίμων.

### **3.2.1 Βασικά χαρακτηριστικά - Υλικά**

Γενικά, τα υλικά που χρησιμοποιούνται στις συσκευασίες τροφίμων είναι τα:

- συνθετικά πολυμερή, τα οποία είναι κατάλληλα για τροφές όταν έχουν μεγάλο μοριακό βάρος
- χαρτί ή χαρτόνι, υλικό αρκετά φιλικό στο περιβάλλον και στον άνθρωπο



- μέταλλο, από το οποίο κατασκευάζονται κυρίως δοχεία, που έχουν μία επίστρωση από πολυμερές υλικό, η οποία έρχεται σε επαφή με τα τρόφιμα.
- γυαλί, το οποίο θεωρείται το πιο φιλικό και ακίνδυνο υλικό, προβλήματα ίσως να παρουσιάζονται με τις διάφορες επιστρώσεις στις περιοχές της συσκευασίας με εκτύπωση γραφικών.

Σήμερα, υπάρχει η τάση επιλογής υλικών που είναι ανανεώσιμα ή ανακυκλώσιμα και φιλικά προς τους καταναλωτές και το περιβάλλον. Έτσι, αναπτύσσονται όλο και περισσότερα υλικά συσκευασίας που βασίζονται σε βιολογικά συστατικά (Cutter, 2006). Η επιλογή των υλικών που χρησιμοποιούνται στις συσκευασίες είναι αρκετά κρίσιμο στοιχείο καθώς, σύμφωνα με τους Rocas και Hogg (2007), οι διάφορες χημικές ουσίες, από τις οποίες αποτελούνται τα υλικά, μπορούν να μεταναστεύσουν στα τρόφιμα και να επηρεάσουν τη σύστασή τους. Οι χημικές ουσίες αυτές είναι συνήθως προσθήκες τροφίμων, κατάλοιπα μικροβιοκτόνων, ιχνοστοιχεία και άλλα. Βασικοί παράγοντες που ορίζουν την επικινδυνότητα σε αυτές τις περιπτώσεις είναι το επίπεδο επέκτασης της μετακίνησης των ουσιών αυτών και η τοξικότητά τους. Ανάλογά με τις τιμές αυτών των παραγόντων, καθορίζεται αν ένα προϊόν είναι ακατάλληλο προς κατανάλωση.

Είναι αρκετά τα είδη προϊόντων και οι παράμετροι που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά τη σχεδίαση των συσκευασιών που τα απαρτίζουν. Διάφορες σχεδιαστικές λύσεις έχουν προκύψει κατά καιρούς, βασιζόμενες στα χημικά συστατικά των τροφίμων, σε συνδυασμό με τα υλικά από τα οποία αποτελείται η συσκευασία που τα περικλείει. Για παράδειγμα, το πλαστικό, η σύσταση του οποίου έχει βελτιωθεί αρκετά, είναι το κύριο υλικό κατασκευής των συσκευασιών σήμερα. Όταν έρχεται σε επαφή με τρόφιμα, δεν προκαλεί προβλήματα, όπως η δυσσοσμία. Επίσης, έχουν θεσπιστεί κάποια κριτήρια για την επιτυχή συσκευασία φαγητού. Αυτά είναι το εύκολο άνοιγμα της συσκευασίας, το λογικό κόστος, σύμφωνα με το προϊόν, η αρκετά καλή εμφάνιση, σε ότι αφορά τα γραφικά και άλλα (Belcher, 2006).

Η έξυπνη συσκευασία τροφίμων, με γνώμονα τις τεχνολογίες RFID και δίκτυα αισθητήρων, αναπτύσσεται σε τομείς όπως οι διαδικασίες διανομής, μεταφοράς και αποθήκευσης των τροφίμων. Στόχος των εφαρμογών αυτών είναι να διατηρείται η ποιότητα των προϊόντων και να παρέχονται πληροφορίες για τις συνθήκες κάτω από τις οποίες διανέμονται και φυλάσσονται. Έτσι, ο καταναλωτής αισθάνεται σίγουρος ότι τα προϊόντα που αγοράζει είναι κατάλληλα για κατανάλωση, μέσα από τις πληροφορίες και τις ενδείξεις που του παρέχονται.

### **3.2.2 Ευφυής συσκευασία (Intelligent packaging)**

Στις περισσότερες περιπτώσεις οι αλλοιώσεις στα τρόφιμα λαμβάνουν χώρα κατά την μεταφορά και αποθήκευσή τους και όχι κατά την παραγωγή τους. Έτσι, είναι αναγκαία η παρακολούθηση και ο έλεγχος των προϊόντων πριν αυτά καταλήξουν στα σημεία πώλησης και κατ' επέκταση στον καταναλωτή. Οι συσκευασίες αυτές, που δίνουν την δυνατότητα στους χειριστές να παρακολουθούν την κατάσταση των τροφίμων και παρέχουν πληροφορίες, που σχετίζονται με την ποιότητα του προϊόντος,

κατά τη διάρκεια μεταφοράς και αποθήκευσής του, ονομάζονται ευφυείς συσκευασίες (intelligent packaging). Οι συσκευασίες αυτές «αισθάνονται», με διάφορα μέσα, τις ιδιότητες του τροφίμου, που περικλείεται στο εσωτερικό τους, ή το περιβάλλον στο οποίο εντάσσονται και ενημερώνουν τον κατασκευαστή, λιανοπωλητή ή καταναλωτή για την κατάσταση του. Μπορούν να τσεκάρουν την αποτελεσματικότητα και την ακεραιότητα των ενεργών συσκευασιών, που περιγράφονται στην επόμενη ενότητα. Σε αυτήν την κατηγορία συσκευασιών χρησιμοποιούνται αισθητήρες, δείκτες και το RFID.

Γενικότερα, οι αισθητήρες, όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, είναι εξαρτήματα που παρακολουθούν ή καταγράφουν κινήσεις, σε ένα σύστημα και ελέγχουν καταστάσεις, όπως αύξηση ή μείωση θερμοκρασίας, απορρόφηση ή έκχυση χημικών ουσιών και άλλα. Συγκεκριμένα, στις συσκευασίες τροφίμων χρησιμοποιούνται για να ανιχνεύουν και να εντοπίζουν την ενέργεια ή την ύλη, δίνοντας σήμα για την ανίχνευση ή την μέτρηση μιας χημικής ή φυσικής ιδιότητας, στην οποία η συσκευή ανταποκρίνεται. Για καλύτερη μέτρηση της ποιότητας οι αισθητήρες πρέπει να παρέχουν πληροφορίες ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Στο εσωτερικό των αισθητήρων οι φυσικές ή χημικές πληροφορίες μετατρέπονται σε μια μορφή ενέργειας, η οποία στη συνέχεια μετατρέπεται σε ειδικό σήμα ένδειξης. Στην περίπτωση χρήσης τους σε συσκευασίες τροφίμων διακρίνονται περιπτώσεις όπως αισθητήρες αερίων, που ανταποκρίνονται αντιστρεπτά και ποσοτικά στην παρουσία αερίων, αλλάζοντας τις φυσικές παραμέτρους του αισθητήρα και παρακολουθούνται από μια εξωτερική συσκευή. Άλλη κατηγορία είναι οι αισθητήρες οξυγόνου που ενημερώνουν για την συγκέντρωση οξυγόνου και τις αλλαγές που μπορεί τυχόν να προκύψουν. Τελευταία κατηγορία αποτελούν οι βίο-αισθητήρες, οι οποίοι ανιχνεύουν, καταγράφουν και μεταδίδουν πληροφορίες που αναφέρονται σε βιολογικές αντιδράσεις.

Οι δείκτες (εικ. 22) είναι τα επόμενα εξαρτήματα, μετά τους αισθητήρες που διαμορφώνουν ευφυείς



Εικ. 22. Δείκτες αλλαγής χρώματος που ελέγχουν την φρεσκάδα του τροφίμου. Το κέντρο της ετικέτας γίνεται μαύρο μετά το πέρασμα χρόνου και μέτρησης της θερμοκρασίας, δηλώνοντας τον προτεινόμενο χρόνο ζωής του προϊόντος.

συσκευασίες τροφίμων. Όπως αναφέρθηκε στο πρώτο κεφάλαιο, τα εξαρτήματα αυτά προσφέρουν ένδειξη για την κατάσταση του προϊόντος, σε ότι αφορά την διαφύλαξη της ποιότητάς του. Οι δείκτες ακεραιότητας, φρεσκάδας ή χρόνου - θερμοκρασίας, επιλέγονται και ενσωματώνονται στις συσκευασίες, σύμφωνα με το είδος του προϊόντος εφαρμογής. Αντίθετα με τους αισθητήρες, οι δείκτες δεν περιλαμβάνουν την διαδικασία αίσθησης και μετατροπής των στοιχείων και μεταβιβάζουν τις πληροφορίες στο χρήστη μέσω οπτικής αλλαγής. Όταν μία μεταβλητή ξεπεράσει το προβλεπόμενο όριο, αλλάζουν χρώμα.

Η τεχνολογία RFID παρέχει ξεχωριστή ηλεκτρονική πληροφορία σε ότι αφορά την ευφυή συσκευασία. Με τη χρήση

των αναμεταδοτών RFID παρέχονται πληροφορίες με ακρίβεια και σε πραγματικό χρόνο στο σύστημα πληροφόρησης και συλλογής των δεδομένων. Οι αναμεταδότες RFID αποθηκεύουν απλές πληροφορίες, όπως είναι ο μοναδικός αριθμός αναγνώρισης προϊόντος αλλά και πιο πολύπλοκες, όπως είναι η θερμοκρασία, τα ποσοστά υγρασίας, πληροφορίες διατροφής, οδηγίες μαγειρικής και άλλα. Αναμεταδότες τέτοιου τύπου μπορούν να «διαβάζονται» σε οποιαδήποτε θέση κι αν βρίσκονται, χωρίς να απαιτείται φυσική επαφή με τις συσκευές ανάγνωσης. Επίσης, ένας ευφυής αναμεταδότης μπορεί να ενημερώνεται, κατά μήκος όλης της εφοδιαστικής αλυσίδας, για να παρέχει ολοκληρωμένα αρχεία πληροφοριών κατά την επεξεργασία, συσκευασία, μεταφορά, διανομή, αποθήκευση, τοποθέτηση στα σημεία πώλησης και ανακύκλωσης των προϊόντων. Η χρήση της τεχνολογίας αυτής διευκολύνει την ανίχνευση των προϊόντων, την διαχείριση απογραφής, την πρόληψη εξόδων, την προώθηση του προϊόντος στα σημεία πώλησης και την αποφυγή ανάκλησης ή επιστροφής ελαττωματικών προϊόντων (Kerry et al, 2006).

- **Σύστημα ανίχνευσης και καταγραφής της ποιότητας των τροφίμων στην εφοδιαστική αλυσίδα**

Τα συστήματα ανίχνευσης συνδυάζουν τις παραπάνω τεχνολογίες δικτύων αισθητήρων και RFID, χρησιμοποιώντας το κατάλληλο λογισμικό και μέσα επικοινωνίας. Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούνται για να εντοπίσουν προβλήματα που αφορούν την ποιότητα των τροφίμων, που προκύπτουν, κυρίως, κατά τη μεταφορά τους στα σημεία πώλησης. Η διαδικασία λαμβάνει χώρα βασιζόμενη στη χρήση των κατάλληλων αισθητήρων και δεικτών.

Από τους Jedermann et al. (2006) περιγράφεται ένα σύστημα ανίχνευσης και καταγραφής της ποιότητας των τροφίμων, κατά την μεταφορά και διανομή τους, δηλαδή κατά την εφοδιαστική αλυσίδα, που βασίζεται στην ευφυή συσκευασία. Γενικά, ένα τέτοιο σύστημα αποτελείται από ένα ασύρματο δίκτυο αισθητήρων, που παρέχει πληροφορίες για την κατάσταση των προϊόντων, ανιχνεύοντας χημικές ουσίες και παρέχοντας πληροφορίες που αφορούν την θερμοκρασία. Το δίκτυο αυτό υποστηρίζεται από ένα σύστημα RFID, συνοδευμένο από τον κατάλληλο εξοπλισμό λογισμικού και εξαρτημάτων. Το κάθε προϊόν έχει μία ετικέτα RFID, που αναγνωρίζεται από τον μοναδικό αριθμό προϊόντος. Στην ετικέτα αποθηκεύονται όλες οι πληροφορίες, που αφορούν το φορτίο μεταφοράς. Οι συσκευές ανάγνωσης, που υπάρχουν σε καθορισμένα σημεία, όπως ο χώρος εισόδου και εξόδου των προϊόντων από τα μέσα μεταφοράς, εντοπίζουν αυτές τις ετικέτες. Το ασύρματο δίκτυο αισθητήρων παρέχει πληροφορίες για την κατάσταση των προϊόντων και τα ελέγχει μέσω των δεικτών. Το δίκτυο αισθητήρων υποστηρίζεται από το δίκτυο RFID. Οι πληροφορίες που συλλέγονται από τις συσκευές ανάγνωσης, διαβιβάζονται σε μια κεντρική μονάδα επεξεργασίας πληροφοριών, από όπου μπορούν να παρακολουθούν την όλη διαδικασία οι παραγωγοί και οι ιδιοκτήτες του φορτίου. Οι παραλήπτες των προϊόντων, που μπορεί να είναι οι ιδιοκτήτες καταστημάτων λιανικής πώλησης, διαβάζουν τις ετικέτες με μια ασύρματη συσκευή ανάγνωσης, ώστε να ενημερωθούν για την ποιότητά τους.

- Σύστημα κινητής διάγνωσης για την ασφάλεια τροφίμων

Οι Huang et all (2006) έχουν αναπτύξει ένα σύστημα κινητής διάγνωσης, που βασίζεται στο RFID για την ασφάλεια των τροφίμων. Στην συγκεκριμένη εφαρμογή ελέγχεται η κατάσταση που επικρατεί σε ένα ψυγείο με τρόφιμα. Αισθητήρες τοποθετούνται σε βασικά σημεία, όπως δίπλα στο σημείο εξόδου του αέρα, δίπλα στο χερούλι της πόρτας, στο σημείο εξαερισμού και στο προϊόν

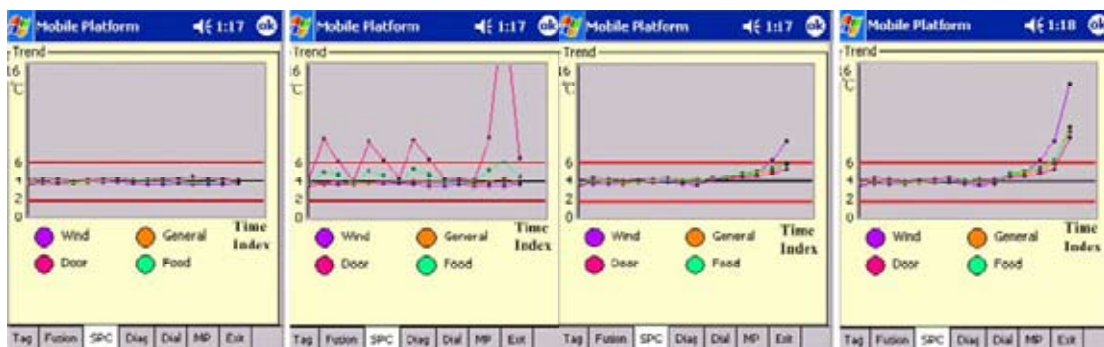


Εικ. 23. Η τοποθέτηση αισθητήρων RFID μέτρησης θερμοκρασίας στο ψυγείο.



Εικ. 24. Η ανάγνωση δεδομένων από τους αισθητήρες RFID.

(εικ. 23). Το σύστημα περιλαμβάνει τη χρήση μιας κινητής συσκευής και έναν απομακρυσμένο υπολογιστή δικτύου. Για κινούμενο εξάρτημα χρησιμοποιείται μία φορητή συσκευή (PDA) με ενσωματωμένη κάρτα ανάγνωσης RFID CF. Η συσκευή αυτή παίρνει πληροφορίες από τους αισθητήρες RFID για την θερμοκρασία των προϊόντων (εικ. 24). Η επικοινωνία αυτή γίνεται στην συχνότητα HF (13.56MHz) και έχει εμβέλεια ανάγνωσης περίπου 10cm. Ο αισθητήρας, που είναι τοποθετημένος στο προϊόν, μπορεί να προγραμματιστεί, έτσι ώστε να καταγράφει τιμές θερμοκρασίας ανά τακτά χρονικά διαστήματα ή να καταγράφει πληροφορίες, μόνο όταν η θερμοκρασία του προϊόντος είναι

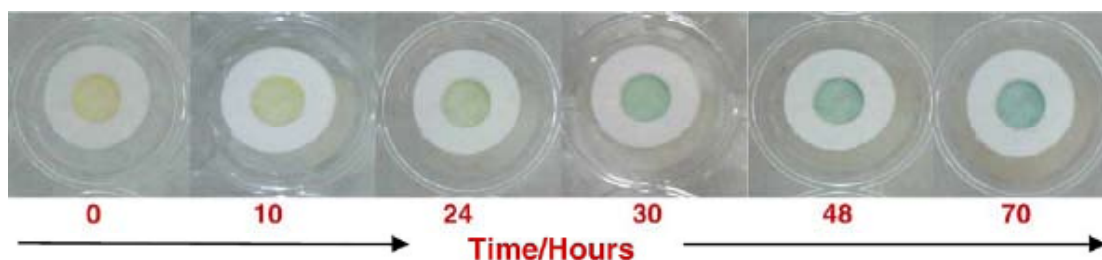


Εικ. 25. α) φυσιολογική μέτρηση για το γάλα, β) άνοιγμα πόρτας με μεγάλη συχνότητα, γ) βλάβη λειτουργίας του ψυγείου, δ) προειδοποίηση ότι η θερμοκρασία του φαγητού είναι σε πολύ υψηλά επίπεδα.

εντός καθορισμένων παραμέτρων. Η φορητή συσκευή ανάγνωσης λαμβάνει τα δεδομένα, ενώ παρουσιάζονται στην οθόνη. Περαιτέρω ανάλυση των δεδομένων γίνεται από τον απομακρυσμένο υπολογιστή δικτύου. Στην εικόνα 25 φαίνεται παράδειγμα της διεπαφής της φορητής συσκευής, με την οποία αλληλεπιδρά ο υπάλληλος ελέγχου των τροφίμων. Μέσω της συνάρτησης χρόνου και θερμοκρασίας γίνεται αντιληπτό πότε οι συνθήκες, στο εσωτερικό του ψυγείου, είναι κατάλληλες για τα τρόφιμα και πότε όχι. Οι πληροφορίες λαμβάνονται από τους αισθητήρες RFID. Το σύστημα αυτό εφαρμόστηκε σε μια συσκευασία γάλακτος. Προβλέπεται ότι θα επεκταθούν τέτοιου είδους εφαρμογές σε πιο ολοκληρωμένα περιβάλλοντα λειτουργίας.

### • Εφαρμογές σε ευπαθή προϊόντα

Αρκετές εφαρμογές έχουν αναπτυχθεί και για ιδιαίτερες κατηγορίες ευπαθών τροφίμων, όπως είναι το κρέας και τα ψάρια (Pacquit, 2006, Belcher, 2006, Kerry et al, 2006, Eilert, 2005). Έπειτα από διάφορα προβλήματα που έχουν εμφανιστεί κατά καιρούς, οι καταναλωτές είναι δύσπιστοι για την ποιότητά των τροφίμων αυτού του είδους. Η χρήση έξυπνων μηχανισμών λειτουργίας, που θα παρουσιάζουν στους καταναλωτές την κατάσταση των τροφίμων, πιστεύεται ότι θα αυξήσει την εμπιστοσύνη τους προς τα προϊόντα αυτά. Οι μηχανισμοί αυτοί λειτουργούν σε συνεργασία με τις συσκευασίες των προϊόντων και είναι η τεχνολογία RFID, οι δείκτες και οι αισθητήρες. Σε αυτές τις περιπτώσεις τροφίμων η έξυπνη συσκευασία παρακολουθεί την μικροβιολογική αποσύνθεσή τους. Η παρακολούθηση αυτή γίνεται με την χρήση ειδικών αισθητήρων μέτρησης pH, θερμοκρασίας, βιοαισθητήρων και άλλα (εικ. 26). Επίσης, χρησιμοποιούνται δείκτες αλλαγής χρώματος και ένδειξης φρεσκάδας. Οι δείκτες αυτοί τοποθετούνται στην συσκευασία, σε μορφή σημειακών αισθητήρων και καταγράφουν την αλλοίωση των τροφίμων. Συγκεκριμένα, στην περίπτωση των ψαριών, χρησιμοποιούνται αισθητήρες pH, οι οποίοι αλλάζουν χρώμα όταν τοποθετούνται σε όξινο ή βασικό περιβάλλον (εικ. 27). Σε μια κλειστή συσκευασία, όπου το προϊόν στο εσωτερικό της αλλοιώνεται, το pH αυξάνεται. Οι δείκτες που λειτουργούν σε συνεργασία με τους αισθητήρες και σε συνδυασμό με την συνεχή ενημέρωση της θερμοκρασίας, μπορούν να αναγνωρίσουν κάτω από ποιες συνθήκες αλλοιώθηκε το προϊόν.



Εικ. 26. Η ανταπόκριση των αισθητήρων, με την αλλαγή χρώματος, κατά την αλλοίωση δείγματος.



Εικ. 27. Η ανταπόκριση των αισθητήρων κατά την αλλοίωση δείγματος ψαριού. Αριστερά: το προϊόν είναι φρέσκο. Δεξιά: το προϊόν έχει αλλοιωθεί και δεν είναι κατάλληλο προς κατανάλωση.



### 3.2.3 Άλλα είδη συσκευασιών τροφίμων

Η ευφυής συσκευασία και οι λειτουργίες που αυτή ενσωματώνει είναι πιο κοντά στις τεχνολογίες διαμόρφωσης έξυπνων συσκευασιών. Παρόλο που οι λειτουργίες αυτές περιορίζονται, προς το παρόν στην εφοδιαστική αλυσίδα και την παρακολούθηση της ποιότητας των τροφίμων, ευρύτερες εφαρμογές ενδέχεται να αναπτυχθούν στο μέλλον. Παράλληλα με αυτές τις τεχνολογίες έχουν αναπτυχθεί και άλλα χαρακτηριστικά στις συσκευασίες τροφίμων, που στοχεύουν στη διατήρηση και συντήρηση των προϊόντων κατά την παραμονή τους στο εσωτερικό της συσκευασίας. Με άλλα λόγια, σε αυτές τις περιπτώσεις δεν παρακολουθείται η αλλοίωση του προϊόντος, αλλά λειτουργεί μηχανισμός διαφύλαξης της ποιότητάς του. Οι συσκευασίες αυτές είναι οι ενεργές και οι βιοενεργές. Σε αυτήν την ενότητα γίνεται σύντομη αναφορά σε αυτές.

- **Ενεργή συσκευασία (Active packaging)**

Η απαίτηση από τους καταναλωτές για την διασφάλιση της ποιότητας των τροφίμων, αλλά και η ενημέρωσή τους για τους κινδύνους που προκαλούνται από την κατανάλωση ακατάλληλων προϊόντων, οδηγεί στην ανάγκη για πιο «υγιή» τρόφιμα. Ταυτόχρονα όμως διατηρείται και η επιθυμία για προϊόντα που αντέχουν στις διάφορες συνθήκες περιβάλλοντος για αρκετό καιρό, χωρίς τη χρήση συντηρητικών. Οπότε, το ενδιαφέρον στρέφεται στην ανάπτυξη νέων μηχανισμών συσκευασίας που θα διαφυλάξουν το προϊόν από εξωγενείς παράγοντες αλλοίωσής του, προσθέτοντας επιπλέον ιδιότητες για την εκπλήρωση αυτών των επιθυμιών. Ένας τρόπος επίτευξης του παραπάνω σκοπού είναι η χρήση πρόσθετων ουσιών (additives) στις συσκευασίες, οι οποίες ονομάζονται ενεργές συσκευασίες. Οι συσκευασίες αυτές έχουν την ιδιότητα να ενεργοποιούν μηχανισμούς που θα ανταποκρίνονται ανάλογα, σύμφωνα με τις αλλαγές του περιβάλλοντος του προϊόντος που επηρεάζουν, είτε το εσωτερικό της συσκευασίας είτε το ίδιο το συσκευασμένο προϊόν. Παραδείγματος χάριν, όταν τα επίπεδα υγρασίας μιας συσκευασίας φτάνουν ένα συγκεκριμένο επίπεδο, ένα ξηραντικό υλικό που είναι προσαρμοσμένο στη συσκευασία θα ξεκινήσει να απορροφά την περίσσια υγρασίας.

Τα κυρίαρχα προσθετικά που χρησιμοποιούνται στον τομέα της συσκευασίας είναι αυτά που αποτρέπουν την αύξηση του οξυγόνου στο εσωτερικό της συσκευασίας. Το οξυγόνο είναι η κύρια αιτία αλλοίωσης των τροφίμων, το οποίο υπάρχει στο περιβάλλον, αλλά εκλύεται και από τα ίδια τα τρόφιμα. Οι πρόσθετες ουσίες ονομάζονται scavengers οξυγόνου, ενώ υπάρχουν επίσης και τα ενεργά scavengers οξυγόνου, που απορροφούν το οξυγόνο που βρίσκεται μέσα στη συσκευασία αλλά και αυτό που εισάγεται από τα τοιχώματά της. Τα προσθετικά αυτά είναι απαραίτητα για να διατηρούν την φρεσκάδα των προϊόντων. Υπάρχουν στην μορφή ετικετών, καρτών και φιλμ, ενώ μπορούν να ενσωματωθούν σε συσκευασίες από πολυμερή υλικά. Άλλα προσθετικά είναι τα scavengers διοξειδίου του άνθρακα που χρησιμοποιούνται για να αποτραπεί η φθορά του προϊόντος και να απομακρυνθούν οι δυσάρεστες οσμές, καθώς εμποδίζει την ανάπτυξη βακτηριδίων. Συγκεκριμένα στις συσκευασίες τροφίμων χρησιμοποιούνται προσθετικά με αντιμικροβιακές ιδιότητες (antimicrobials), που επιβραδύνουν την βιολογική αποικοδόμηση του τροφίμου (Markarian, 2006). Επίσης, χρησιμοποιούνται

απορροφητές υπεριώδους ακτινοβολίας (UV absorbers), που προστατεύουν το περιεχόμενο της συσκευασίας από τέτοιου είδους ακτινοβολίες και μηχανικά πολυμερή (engineered polymers) που είναι σχεδιασμένα για ειδικές περιπτώσεις απορρόφησης ή ελευθέρωσης υγρασίας, διαφόρων αερίων, μυρωδικών και άλλα (Markarian, 2004).

- **Βίο-ενεργή συσκευασία (Bioactive packaging)**

Ο όρος βίο-ενεργή συσκευασία αναφέρεται σε συσκευασίες που περιέχουν τρόφιμα, τα οποία επιδρούν στην υγεία του καταναλωτή μέσω των συστατικών από τα οποία αποτελούνται τα ίδια τα τρόφιμα. Σε αυτήν την κατηγορία, ο ρόλος της συσκευασίας δεν είναι καθοριστικός. Τρόφιμα τέτοιου τύπου ονομάζονται 'functional foods' τα οποία έχουν ιδιότητες πρόληψης από αρρώστιες και βοηθούν στην υγεία των καταναλωτών κάτω από οποιαδήποτε βασική διατροφική λειτουργία. Παραδείγματα τέτοιων τροφίμων είναι αυτά που βοηθούν στην μείωση της χοληστερίνης στον οργανισμό, γαλακτοκομικά προϊόντα, που μειώνουν τις πιθανότητες εμφάνισης οστεοπόρωσης και άλλα. Οι βιοενεργές αρχές και οι μηχανισμοί κίνησης τέτοιων προϊόντων σχεδιάζονται έτσι ώστε να περιληφθούν στα υλικά συσκευασίας και επικάλυψης. Σε σύγκριση με την ενεργή συσκευασία, η βίο-ενεργή συσκευασία έχει πιο άμεση επιρροή στην υγεία του καταναλωτή, καθώς στοχεύει στην δημιουργία πιο υγιών, συσκευασμένων τροφίμων. Από την άλλη, οι ενεργές συσκευασίες λειτουργούν με μηχανισμούς που στοχεύουν να διατηρήσουν την ποιότητα και την ασφάλεια των συσκευασμένων τροφίμων (Lopez-Rubio et al, 2006).

### 3.3 Συσκευασίες φαρμάκων

Η βιομηχανία φαρμάκων είναι ο δεύτερος μεγαλύτερα εξελισσόμενος τομέας ανάπτυξης στην συσκευασία προϊόντων, μετά την βιομηχανία φαγητού. Σύμφωνα με επίσημα ευρωπαϊκά στατιστικά στοιχεία (Eurostat, 2005) παρατηρείται αύξηση στην ανάπτυξη και την έρευνα στον τομέα των φαρμάκων και μεγαλύτερη διάθεση για οικονομικές επενδύσεις. Η ανάγκη για την χρήση έξυπνων συσκευασιών, σε ότι αφορά τις φαρμακευτικές συσκευασίες, προκύπτει από την συνεχώς αυξανόμενη εφαρμογή νέων τεχνολογιών σε διάφορους ιατρικούς τομείς. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η χρήση της τεχνολογίας RFID στα νοσοκομεία, για την αναγνώριση ασθενών και ανίχνευση ιατρικού εξοπλισμού ή σε διάφορα άλλα περιβάλλοντα όπου παρέχεται ιατρική φροντίδα, με σκοπό την πρόληψη ιατρικών λαθών ή την ακρίβεια μετρήσεων. Οι φαρμακευτικές συσκευασίες οφείλουν να ακολουθήσουν την τεχνολογική αυτή εξέλιξη, συμμετέχοντας ενεργά με νέες εφαρμογές.

Οι περισσότερες εφαρμογές εστιάζονται στην συμμόρφωση των ασθενών, σε ότι αφορά την φαρμακευτική αγωγή που ακολουθούν, καταγράφοντας ηλεκτρονικά πότε καταναλώθηκε ένα χάπι, δηλαδή πότε μετακινήθηκε από την συσκευασία. Επίσης, στοχεύουν στον έλεγχο διατήρησης της ποιότητάς των φαρμάκων, κατά την μεταφορά και αποθήκευσή τους, πριν και μετά το άνοιγμα της συσκευα-



σίας. Τα προβλήματα που παρουσιάζονται σε αυτές τις εφαρμογές είναι το αυξημένο κόστος, των συσκευασιών που φέρουν την τεχνολογία RFID και ο κίνδυνος διέρρευσης προσωπικών δεδομένων, που συλλέγονται και μεταφέρονται κατά τις παραπάνω διαδικασίες. Επίσης, υπάρχουν τεχνικά προβλήματα, όπως η επιλογή της κατάλληλης συχνότητας για την επικοινωνία του αναμεταδότη με τη συσκευή ανάγνωσης, που αναφέρονται αναλυτικά στη συνέχεια (Harror, 2006).

Οι νέες τεχνολογίες στοχεύουν να βελτιώσουν την επικοινωνία αυτή, ενώ παράλληλα στοχεύουν να ενισχύσουν και να επιβεβαιώσουν την ποιότητα των φαρμακευτικών προϊόντων και να διευκολύνουν την χρήση τους. Όμως, εφαρμογές όπως οι έξυπνες φαρμακευτικές συσκευασίες δεν στοχεύουν να χρησιμοποιηθούν αποκλειστικά από ηλικιωμένα άτομα. Έχει διαπιστωθεί, γενικά, ότι αρκετά λάθη που αφορούν την ιατρική φροντίδα σημειώνονται από ασθενείς όλων των ηλικιών. Αρκετοί άνθρωποι δεν καταναλώνουν τα φάρμακα για την θεραπεία τους, σύμφωνα με την ποσότητα και την συχνότητα που τους προτείνεται, είτε από δικιά τους βούληση, είτε από εξωτερικούς παράγοντες.

### 3.3.1 Βασικά χαρακτηριστικά - Υλικά

Γενικά, οι συσκευασίες των φαρμάκων αποτελούνται από δύο μέρη, το κύριο και το δευτερεύων. Το κύριο μέρος, είναι η συσκευασία εκείνη που έρχεται σε άμεση επαφή με το προϊόν – φάρμακο, ενώ η δευτερεύουσα συσκευασία, συχνά, περικλείει την κύρια. Το βασικό υλικό που χρησιμοποιείται για



Εικ. 28. Δείγμα κύριας διαφανής συσκευασίας (blister).

την παραγωγή της δευτερεύουσας συσκευασίας είναι το χαρτί. Σε μερικές περιπτώσεις δεν χρησιμοποιείται δευτερεύουσα συσκευασία, όπως στα γυάλινα ή πλαστικά μπουκάλια όπου περιέχονται τα φάρμακα σε στερεά ή υγρή μορφή. Μεγαλύτερη έμφαση δίνεται στην ασφάλεια και την προστασία της κύριας συσκευασίας, από κλιματολογικούς, βιολογικούς, φυσικούς και χημικούς κινδύνους. Η ασφάλεια των φαρμακευτικών προϊόντων εξετάζεται κατά την παραγωγή, αποθήκευση και κατανάλωσή τους. Ενδεχόμενοι παράγοντες καθορισμού της ασφάλειας των προϊόντων είναι η φυσική και η χημική σταθερότητα ολόκληρης της διαμόρφωσης του φαρμάκου, ο τρόπος και το είδος συσκευασίας του. Με άλλα λόγια,

το ενδιαφέρον εστιάζεται στο κατά πόσο είναι συμβατές οι ουσίες του φαρμάκου με τα συστατικά της συσκευασίας.

Το υλικό που χρησιμοποιείται ευρέως στις φαρμακευτικές συσκευασίες, αλλά και γενικότερα σε ιατρικές εφαρμογές, είναι το πλαστικό. Οι εφαρμογές του υλικού αυτού περιλαμβάνουν ιατρικά προϊόντα και διάφορα μέρη ιατρικού εξοπλισμού, όπως σύριγγες, τσάντες, γάντια και άλλα. Τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιούνται πλαστικά υψηλής απόδοσης, ιδιαίτερα όπου εφαρμόζονται επαναλαμβανόμενες διαδικασίες αποστείρωσης για εμφυτεύματα και τεχνικά μέλη. Στις περισσότερες περιπτώσεις η συσκευασία αυτή αποτελείται από τα λεγόμενα 'blisters', διαφανείς συσκευασίες (εικ. 28), οι οποίες

αποτελούν τον πιο συνηθισμένο τύπο συσκευασίας για ταμπλέτες και κάψουλες. Για την κατασκευή τους επιλέγεται η κατάλληλη θερμοπλαστική ρητίνη, αρκετά καλής ποιότητάς, η οποία ελέγχεται πριν από την διαμόρφωσή τους. Ο ποιοτικός έλεγχος των φύλλων πλαστικού, που χρησιμοποιούνται σε τέτοιου τύπου συσκευασίες, πρέπει να περιλαμβάνει, στο ελάχιστο, έλεγχο εμφάνισης, διαστάσεων και πυκνότητας. Στις συσκευασίες παρατηρείται εκτεταμένη χρήση από πολυαιθυλένιο και πολυπροπυλένιο, από άκαμπτο PVC, κυρίως στα blisters, και από PET (πολυετερεφθαλικός αιθυλεστέρας) για μπουκάλια. Ασφαλείς βάσεις για τις περισσότερες ιατρικές εφαρμογές αποτελούν οι «απλές» ρητίνες. Συνήθως, οι ρητίνες αυτές δεν χρησιμοποιούνται μόνες τους, αλλά με κάποια πρόσθετα, όπως για παράδειγμα σταθεροποιητές. Στα πρόσθετα αυτά κυρίως εξετάζεται η τοξικότητά τους. Επίσης, χρησιμοποιούνται βαφικές ύλες και λιπαντικά.

Το PVC είναι το πιο καλά μελετημένο διαθέσιμο πλαστικό υλικό. Προσφέρει διαφάνεια στις εφαρμογές και είναι το μόνο υλικό που προτείνεται για την διαχείριση του αίματος, κατά την αποθήκευση και μεταφορά του. Τα περισσότερα πλαστικά υλικά αλλοιώνονται στις μεγάλες θερμοκρασίες και κατά την έκθεσή τους σε υπεριώδης ακτινοβολία. Έτσι χρησιμοποιούνται πρόσθετα συστατικά για την προστασία τους. Τα πρόσθετα αυτά συστατικά, σε συσκευασίες από πολυμερή, όπως είναι το PVC, το πολυπροπυλένιο (PP) και το πολυαιθυλένιο (PE) έχουν άλλες συνέπειες, όπως το ότι παράγουν ανεπιθύμητες οσμές. Οι οσμές αυτές, που προέρχονται από τα διάφορα συστατικά συσκευασίας, είναι ένα σημαντικό θέμα για τους κατασκευαστές και επεξεργαστές φαρμάκων και τροφίμων, καθώς προκαλούν προβλήματα στην απόδοση του προϊόντος προς τον καταναλωτή. Ακόμα και τα πρόσθετα στις συσκευασίες PVC, για αντιοξειδωτικές ιδιότητες, κάτω από ορισμένες συνθήκες και με την παρουσία αιθανόλης εκλύουν οσμές. Οι Sides et al. (2001) παρουσιάζουν ένα τρόπο μέτρησης και αναγνώρισης των συστατικών που προκαλούν τις οσμές αυτές, μέσω κάποιων μεθόδων για ασφαλέστερο ποιοτικό έλεγχο και καλύτερο αποτέλεσμα.

Η πιστοποίηση των φαρμακευτικών προϊόντων για εμπορική χρήση απαιτεί εκτεταμένο έλεγχο για την επιβεβαίωση της ασφάλειας και της επιρροής του τελικού προϊόντος. Οι διεθνείς οργανισμοί που διαμορφώνουν τα πρότυπα κατασκευής τέτοιων προϊόντων είναι οι United States Pharmacopeia (USP), Food and Drug Administration (FDA), EU's Medical Device Directive, Ελληνικός Οργανισμός Φαρμάκων (ΕΟΦ) και άλλοι. Γενικότερα, η παραγωγή των συστατικών που χρησιμοποιούνται στον ιατρικό τομέα και τις διάφορες εφαρμογές του, αποτελεί πρόκληση για τους επιστήμονες, καθώς είναι ένας τομέας που λειτουργεί σε παγκόσμια κλίμακα και διαχειρίζεται αρκετές οικονομικές πηγές (Murphy, 2000).

### **3.3.2 Εφαρμογές έξυπνων φαρμακευτικών συσκευασιών**

Η τεχνολογία RFID συμβάλει στην ανάπτυξη νέων έξυπνων φαρμακευτικών προϊόντων. Παρακάτω παρουσιάζονται μερικές εφαρμογές που ήδη έχουν αναπτυχθεί από εταιρείες ή βρίσκονται σε πειραματικό στάδιο ανάπτυξης. Στις εφαρμογές αυτές, οι αναμεταδότες της τεχνολογίας RFID είναι υπό

μορφή εμβλήματος, κρεμαστής ετικέτας, απλής ετικέτας ή κάρτας ακόμα και εμφυτεύματος. Στις περισσότερες εφαρμογές το σύστημα RFID χρησιμοποιείται σε συνεργασία με ένα δίκτυο αισθητήρων. Οι ετικέτες RFID χρησιμοποιούνται σαν συσκευές αποθήκευσης δεδομένων, με ενσωματωμένους αισθητήρες, μεταδίδοντας τα δεδομένα τους σε μια συσκευή ανάγνωσης. Οι ετικέτες δεν είναι κόμβοι του δικτύου αισθητήρων, καθώς δεν έχουν την ιδιότητα να επικοινωνούν μεταξύ τους.

### • Σύστημα υποστήριξης υγείας για ηλικιωμένους από το σπίτι

Χαρακτηριστικό παράδειγμα τέτοιας εφαρμογής αποτελεί το σύστημα αισθητήρων με HF/UHF RFID για την προστασία της υγείας των ηλικιωμένων (Ho Loc et al, 2005). Το σύστημα αυτό έχει ως στόχο να παρακολουθήσει τον τρόπο με τον οποίο οι ηλικιωμένοι λαμβάνουν τα φάρμακά τους. Τέτοιες εφαρμογές στοχεύουν να λύσουν το πρόβλημα που προκύπτει όταν οι ασθενείς δεν καταναλώνουν σωστά τα χάπια τους, δηλαδή όταν δεν είναι συνεπείς ως προς τη δοσολογία, την ποσότητα και τη διάρκεια της θεραπείας. Για την διαμόρφωση του πρωτοτύπου αυτού χρησιμοποιείται η τεχνολογία RFID σε συνδυασμό με ένα δίκτυο αισθητήρων, όπου οι αισθητήρες προσφέ-ρουν ιδιότητες αίσθησης σε αντικείμενα που δεν έχουν τέτοιες ικανότητες. Υπενθυμίζεται ότι όταν σε έναν αναμεταδότη RFID δύνονται ιδιότητες αισθητήρων, ο διαχω-ρισμός των λειτουργιών μεταξύ των δύο τεχνολογιών δεν είναι ξεκάθαρος. Οι ανα-μεταδότες RFID δεν μετατρέπονται ακριβώς σε κόμβους αισθητήρων. Ανάλογα με τις απαιτήσεις της κάθε εφαρμογής καθορίζο-νται και τα όρια διαχωρισμού.

Στην συγκεκριμένη εφαρμογή χρησιμο-ποιούνται δύο τιμές συχνότητας εκπομπής ραδιοκυμάτων, η HF, που έχει μικρή απόσταση εμβέλειας και η UHF, που έχει μεγαλύτερη απόσταση εμβέλειας. Το σύστημα αυτό καταγράφει την ποσότητα των φαρμάκων που χρειάζονται οι ηλικιωμένοι και τους βοηθάει να λαμβάνουν την ακριβή ποσότητα φαρμάκων που προβλέπεται με βάση τη συνταγή που τους έχει χορηγηθεί. Το σύστημα αποτελείται από τρεις κόμβους αισθητήρων, μία συσκευή ανάγνωσης HF, μία συσκευή ανάγνωσης UHF, μία κλίμακα βάρους και τον κεντρικό σταθμό που είναι ένας προσω-



Εικ. 29. Πρότυπο σύστημα παρακολούθησης διαχείρισης φαρμάκων.

πικός υπολογιστής (εικ. 29). Σε κάθε φαρμακευτική συσκευασία τοποθετείται ένας HF RFID αναμεταδότης. Οπότε, η αντίστοιχη HF συσκευή ανάγνωσης μπορεί να ανιχνεύει όλες τις συσκευασίες φαρμάκων. Έτσι, το σύστημα καταγράφει πότε και ποια συσκευασία μετακινείται και επανατοποθετείται στη θέση της από τον ασθενή. Η κλίμακα βάρους καταγράφει την αλλαγή του βάρους των συσκευασιών. Η απλή καταγραφή μετακίνησης των συσκευασιών δεν έχει νόημα, καθώς ο ασθενής μπορεί να μετακινεί τις συσκευασίες χωρίς να έχει καταναλώσει το φάρμακο. Συγκρίνοντας τις αλλαγές στο βάρος της συσκευασίας και την συχνότητα μετακίνησης των

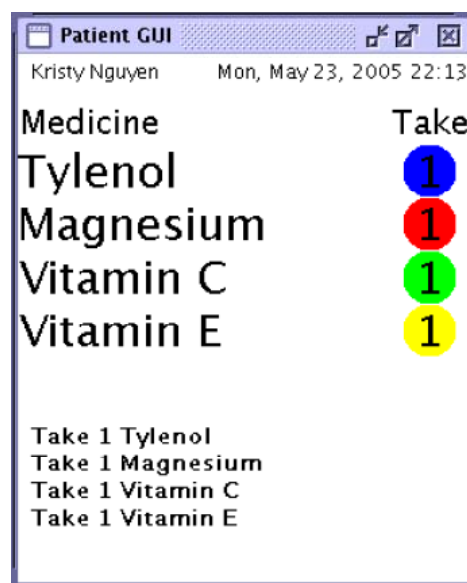
συσκευασιών από τον ασθενή, εκτιμάται πότε ο ασθενής έλαβε τα φάρμακά του. Οι αναμεταδότες και αναγνώστες UHF χρησιμοποιούνται για να ανιχνεύσουν αν οι παραπάνω εργασίες γίνονται από τον ίδιο τον ασθενή. Ο ασθενής έχει προσαρμοσμένο επάνω του έναν αναμεταδότη UHF, που μπορεί να ανιχνευτεί από τον αντίστοιχο UHF αναγνώστη, ο οποίος έχει εμβέλεια ανάγνωσης έως και 6m. Όταν ο χρήστης είναι κοντά και εντοπίζεται από την συσκευή ανάγνωσης, το σύστημα τον ειδοποιεί αν πρέπει να πάρει τα φάρμακά του με τη χρήση ηχητικού ή οπτικού σήματος.

Οι κόμβοι του δικτύου αισθητήρων χρησιμοποιούνται για να επικοινωνούν οι συσκευές ανάγνωσης με το σύστημα ελέγχου. Ο «κόμβος φαρμάκου» επικοινωνεί με την συσκευή ανάγνωσης HF και την κλίμακα βάρους, για να παρακολουθεί τους αναμεταδότες HF και το βάρος των συσκευασιών. Ο «κόμβος του ασθενή», από την άλλη, επικοινωνεί με την συσκευή ανάγνωσης UHF για να παρακολουθεί πότε ο ασθενής εισέρχεται στο δωμάτιο όπου είναι εγκατεστημένο το σύστημα. Ο «κόμβος κεντρικού σταθμού» παρέχει την αναμετάδοση των μηνυμάτων στον προσωπικό υπολογιστή κεντρικού σταθμού. Το γραφικό περιβάλλον επικοινωνίας του χρήστη εμφανίζεται στην οθόνη του υπολογιστή, μέσω του λογισμικού του κεντρικού σταθμού. Το γραφικό αυτό περιβάλλον (εικ. 30) διαμορφώνεται έτσι ώστε να εξυπηρετήσει τον χρήστη. Οπότε, χρησιμοποιούνται μεγάλο μέγεθος γραμμάτων και διαφορετικά χρώματα για την κάθε ποικιλία χαπιών, ώστε να μπορούν να τα ξεχωρίζουν οι ηλικιωμένοι ασθενείς. Επίσης, τα ονόματα των φαρμάκων μπορούν να αντικατασταθούν από φωτογραφίες για καλύτερη αναγνώριση.

Οι κατασκευαστές του συστήματος αυτού υποστηρίζουν ότι η επόμενη φάση εξέλιξής του θα είναι η επέκταση του πρωτοτύπου σε ένα ευρύτερο σύστημα παρακολούθησης ηλικιωμένων, από ένα δωμάτιο σε ολόκληρο σπίτι. Αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί με τη χρήση περισσότερων αισθητήρων και εξαρτήματα της τεχνολογίας RFID, καταμελημένα σε διάφορα στρατηγικά σημεία και αντικείμενα του σπιτιού.

Η πρόταση εφαρμογής έξυπνης συσκευασίας που περιγράφεται στη συνέχεια της εργασίας, σχετίζεται με την εφαρμογή αυτή. Τα κοινά τους στοιχεία είναι η χρήση του συστήματος από τον ασθενή στο σπίτι του. Το βασικό σημείο διαφοροποίησης είναι ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται και η διαμόρφωση της γραφικής διεπαφής του χρήστη. Σε αυτήν την εφαρμογή χρησιμοποιείται ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα συνεργασίας της τεχνολογίας RFID και ενός δικτύου αισθητήρων,

ενώ στην εφαρμογή οικιακής ιατροφαρμακευτικής περίθαλψης το σύστημα περιορίζεται στη χρήση του RFID, όπου η συσκευή ανάγνωσης συνδέεται με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή του ασθενούς. Σε ότι αφορά την γραφική διεπαφή χρήστη, η πληροφορία που παρουσιάζεται στο χρήστη έχει κοινά



Εικ. 30. Γραφικό περιβάλλον επικοινωνίας χρήστη.

στοιχεία, παρόλο αυτά υπάρχει διαφοροποίηση ως προς τον τρόπο προβολής τους στον χρήστη και την ευχρηστία του συστήματος. Η συγκεκριμένη εφαρμογή έχει ως στόχο τον έλεγχο συμπεριφοράς του ασθενούς και αναφέρεται κυρίως σε ηλικιωμένους ασθενείς. Από την άλλη, η εφαρμογή διαμόρφωσης συστήματος διαχείρισης φαρμάκων που προτείνεται βασίζεται στην αντίληψη του ασθενή ότι μπορεί ο ίδιος να συμμετάσχει ενεργά στην ίδια του την θεραπεία. Επίσης, αναφέρεται σε ασθενείς διαφόρων ηλικιών που καταναλώνουν φάρμακα.

### • Σύστημα ελέγχου συμμόρφωσης ασθενών

Ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα που παρουσιάζονται κατά την διάρκεια μιας φαρμακευτικής αγωγής είναι ότι ο ασθενής δεν συμμορφώνεται με τις απαιτήσεις και τις συμβουλές του γιατρού που του χορηγεί την αγωγή. Πολλές φορές έχει τύχει να ξεχάσει ασθενής το φάρμακό του ή να μπερδέψει την δόση που πρέπει να πάρει ή ακόμα και από συνειδητή αμέλεια του ίδιου του ασθενούς να αλλάξει τη θεραπευτική του αγωγή. Το σύστημα, που αναφέρεται σε αυτήν την ενότητα, έχει ως στόχο να συμμορφώσει τον ασθενή εντοπίζοντας και καταγράφοντας πότε κατανάλωσε το φάρμακό του. Το Med-ic ECM (Electronic Compliance Monitor) είναι μία συσκευή που παρέχει μία μέθοδο συμμόρφωσης των ασθενών, έτσι ώστε να λαμβάνουν με συνέπεια τα φάρμακά τους (εικ. 31). Χρησιμοποιώντας έξυπνες τεχνολογίες, η εταιρεία Information Mediary κατασκεύασε την συσκευή αυτή, που ελέγχει την δόση της φαρμακευτικής αγωγής του ασθενούς, για οποιαδήποτε διαφανής συσκευασία χαπιών.



Εικ. 31. Συσκευασία με το σύστημα Med-ic ECM.

Η λειτουργία του συστήματος αυτού βασίζεται στη χρήση ειδικού δικτύου αισθητήρων, σε συνδυασμό με την τεχνολογία RFID και την χρήση του κατάλληλου λογισμικού. Κάθε φορά που αποσπάται ένα χάπι από τη συσκευασία, καταγράφεται αυτή η ενέργεια στον αναμεταδότη της συσκευασίας. Η πληροφορία αυτή αποθηκεύεται και στη συνέχεια, φορτώνεται στον ηλεκτρονικό υπολογιστή ή τη φορητή συσκευή του θεραπευτή, μέσω της συσκευής ανάγνωσης που αυτό διαθέτει. Οι πληροφορίες συλλέγονται και εμφανίζονται στην οθόνη μέσω του γραφικού περιβάλλοντος επικοινωνίας χρήστη. Στην εικόνα 32 φαίνεται ένα παράδειγμα, όπου οι πληροφορίες εμφανίζονται μέσω της εφαρμογής Excel. Σε περίπτωση που οι πληροφορίες αυτές χρησιμοποιούνται για κλινικές δοκιμές, αποθηκεύονται για παραπέρα επεξεργασία.

Ένας τρόπος χρήσης του συστήματος αυτού είναι η διαδικασία κατά την οποία οι αισθητήρες Med-ic RFID προσαρμόζονται στις διαφανείς συσκευασίες χαπιών ή ταμπλετών της συσκευασίας. Η κάθε κάρτα από αυτές, περιέχει χάπια, που πρέπει να λάβει ο ασθενής για θεραπεία δύο εβδομάδων. Οι αισθητήρες καταγράφουν την ημερομηνία και την ώρα που σπάει η κάθε διαφανής θήκη. Μετά το τέλος της θεραπευτικής αγωγής ο ασθενής επιστρέφει την έξυπνη αυτή συσκευασία στο ιατρικό κέντρο από όπου την παρέλαβε. Εκεί σκανάρωνται οι αναμεταδότες της συσκευασίας, από ειδικές συσκευ-



έξ ανάγνωσης με την ονομασία Med-ic CertiScan RF Reader. Αξιολογείται αν ο ασθενής ακολούθησε σωστά την φαρμακευτική αγωγή του. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την συλλογή των δεδομένων, γίνεται αξιολόγηση.

Η συσκευή αυτή χρησιμοποιείται σε διάφορους τομείς. Ένας από αυτούς είναι οι κλινικές δοκιμές, όπου συμβάλει στην βελτίωση της ακρίβειας των κλινικών αποτελεσμάτων. Σε αυτές τις περιπτώσεις τα δεδομένα κρυπτογραφούνται, ώστε να μην αναγνωρίζεται από ποιον ασθενή προέρχονται. Δεν χρησιμοποιούνται ιατρικά ημερολόγια ή μετρήσεις φαρμάκων, οπότε μειώνεται το κόστος των κλινικών δοκιμών. Επίσης, η συσκευή αυτή χρησιμοποιείται σε οποιοδήποτε κλινικό περιβάλλον, όπου το ενδιαφέρον εστιάζεται στην συμμόρφωση του ασθενούς.

#### • Εφαρμογές σε νοσοκομειακές μονάδες

Η τεχνολογία RFID εφαρμόζεται και σε άλλους τομείς που αφορούν διάφορες ιατρικές εφαρμογές. Για παράδειγμα, σε οργανισμούς ιατροφαρμακευτικής περίθαλψης, όπως τα νοσοκομεία, όπου έχει ως στόχο να προσφέρει νέες δραστηριότητες, βελτιωμένες υπηρεσίες και καλύτερη φροντίδα στους ασθενείς. Γενικά, η τεχνολογία RFID σε αυτόν τον τομέα προσφέρει λύσεις που βασίζονται στην αναγνώριση και ανίχνευση ιατρικών αντικειμένων, στοιχείων και ασθενών. Προσφέρει σημαντικά οφέλη ως προς την συλλογή πληροφοριών που χρησιμεύουν στον προσδιορισμό και την διαχείριση φαρμάκων, φορητών ιατρικών στοιχείων και την αναγνώριση δειγμάτων. Επίσης, συμβάλουν στον έλεγχο της θερμοκρασίας ευαίσθητων στοιχείων, όπως το αίμα, τα εργαστηριακά αντικείμενα, εργαλεία, φιαλίδια και διάφορα φαρμακευτικά δείγματα. Τέτοιου είδους εφαρμογές βοηθούν στην ευρεία χρήση και υιοθέτηση της τεχνολογίας RFID στον τομέα της ιατρικής. Αρκετές από αυτές έχουν ήδη εδραιωθεί και άλλες βρίσκονται σε πειραματικό στάδιο. Στόχος είναι να προσφέρουν ουσιαστικές και ολοκληρωμένες λύσεις. Οι εφαρμογές αυτές αναφέρονται σε αυτό το κεφάλαιο, καθώς συνδέονται άμεσα με τη χρήση φαρμάκων και χρησιμοποιούν την τεχνολογία RFID.

#### ο Έξυπνο ερμάριο αποθήκευσης φαρμάκων (Smart Medicine Cabinet)

Μία εφαρμογή αποτελεί ο «έξυπνος χώρος ή ερμάριο αποθήκευσης» φαρμάκων. Το σύστημα αυτό ελέγχει την κίνηση των φαρμάκων στο χώρο αποθήκευσής τους, δίνοντας πληροφορίες που αφορούν την ημερομηνία και την ώρα που κάποια συσκευασία χρησιμοποιήθηκε και μετακινήθηκε από τον χώρο αυτόν. Η χρήση της τεχνολογίας RFID σε αυτήν την περίπτωση στοχεύει να ελέγξει την διαχείριση των φαρμάκων σε ιατρικά κέντρα.

1	2	3	4	5	6
10					
11	Medication:	230			
12	Patient ID:	FCS335HIV			
13	Medication Name:				
14	Medication No:				
15	Medication Dosage:				
16	Medication Duration:				
17	Medication Notes:				
18	Pill Num	Date	Notes		
19	1	Thu Nov 07 06:40:48 2002			
20	2	Thu Nov 07 17:04:10 2002			
21	3	Fri Nov 08 06:49:10 2002			
22	4	Fri Nov 08 16:52:09 2002			
23	5	Sat Nov 09 05:59:12 2002			
24	6	Sat Nov 09 17:19:10 2002			
25	7	Sun Nov 10 07:15:15 2002			
26	8	Sun Nov 10 17:54:14 2002			
27	9	Mon Nov 11 06:51:13 2002			
28	10	Mon Nov 11 17:10:08 2002			
29	11	Tue Nov 12 06:47:06 2002			
30					
31	Patient ID:	FCS335HIV			
32	Patient Last Name:				
33	Patient First Name:				
34	Patient Address:				
35	Patient Phone Number:				
36	Patient Email Address:				
37	Patient Notes:				
38					
39	Medication:	230			
40	Patient ID:	FCS335HIV			
41	Medication Name:				
42	Medication No:				
43	Medication Dosage:				

Εικ. 32. Γραφικό περιβάλλον επικοινωνίας χρήστη.



Εικ. 33. Έξυπνο ερμάριο αποθήκευσης φαρμάκων τύπου MED.IC.

Με αυτήν την εφαρμογή οι συσκευασίες ανιχνεύονται και ελέγχεται η κυκλοφορία τους. Μέσω της τεχνολογίας RFID, γίνεται αντιληπτό πότε μία συσκευασία βρίσκεται στο εσωτερικό του ερμαρίου ή πότε μετακινείται από αυτό. Η εφαρμογή αυτή διαμορφώνεται ενσωματώνοντας έναν RFID αναμεταδότη στις συσκευασίες των φαρμάκων, ο οποίος έχει αποθηκευμένο τον αριθμό αναγνώρισης του φαρμάκου και άλλες ιατρικές πληροφορίες. Κάθε φορά που εισέρχεται ή εξέρχεται μία συσκευασία από το ερμάριο, η συσκευή ανάγνωσης, που είναι τοποθετημένη σε αυτό, επικοινωνεί με τον αναμεταδότη και καταγράφεται η ενέργεια αυτή. Στο εξωτερικό του ερμαρίου υπάρχει οθόνη επικοινωνίας του χρήστη με το λειτουργικό σύστημα, όπου σημειώνονται οι οποιοσδήποτε ενέργειες του χρήστη και ενημερώνεται το σύστημα ή ο ίδιος για το περιεχόμενο του ερμαρίου. Υπάρχει η δυνατότητα σύνδεσης του συστήματος αυτού με το κεντρικό πληροφοριακό σύστημα συγκέντρωσης δεδομένων του νοσοκομείου. Σε περιπτώσεις λάθους, παρέχονται ακριβή στοιχεία για το συμβάν. Επίσης, παρέχεται μήνυμα προειδοποίησης για λάθος χειρισμό.

Η εφαρμογή του έξυπνου χώρου αποθήκευσης μπορεί να επεκταθεί και να συνδυαστεί με ένα ολοκληρωμένο σύστημα ελέγχου φαρμάκων και ασθενών. Αυτό πραγματοποιείται με την επέκταση του συστήματος RFID και την χρήση αισθητήρων που έχουν ιδιότητες αναγνώρισης της ταυτότητας ενός ασθενή, συγκρίνουν τα φάρμακα που λαμβάνει και συγχρονίζουν την ηλεκτρονική καταχώρηση των πληροφοριών αυτών. Συνδέοντας το σύστημα του έξυπνου χώρου αποθήκευσης, με το ανάλογο σύστημα ενημέρωσης και συλλογής πληροφοριών των ασθενών, δημιουργείται ένα ολοκληρωμένο σύστημα ελέγχου και διαχείρισης φαρμάκων σε νοσοκομειακές μονάδες.

#### **ο Σύστημα διακίνησης φαρμακευτικών προϊόντων κατά την νοσηλεία ασθενών**

Ένα από τα κύρια ζητήματα που απασχολούν τους ιατρικούς οργανισμούς είναι η ασφάλεια των ασθενών. Αρκετά λάθη σημειώνονται όταν οι ασθενείς λαμβάνουν φάρμακα, κατά την διάρκεια παραμονής τους σε νοσοκομεία. Το σύστημα που έχουν σχεδιάσει οι Wu et al (2005), στοχεύει στην ενίσχυση της ασφάλειας των ασθενών και βασίζεται στην τεχνολογία RFID. Ένα τέτοιο σύστημα παρέχει συνεχή και άμεση αναγνώριση, που περιλαμβάνει την αναγνώριση ταυτότητας και την ανίχνευση των ασθενών, των φαρμάκων και των ιατρικών αντικειμένων γενικής χρήσης. Με αυτό το σύστημα η υπερβολική δόση ή λάθη που σχετίζονται με τα φάρμακα, μπορούν να μειωθούν.

Το σύστημα ρύθμισης διακίνησης φαρμακευτικών προϊόντων κατά την νοσηλεία των ασθενών σε ιατρικά κέντρα βασίζεται στην χρήση παθητικών αναμεταδοτών RFID, ανάγνωσης και εγγραφής δεδομένων και συμπληρωματικό σύστημα γραμμωτού κώδικα. Η φαρμακευτική συσκευασία που βρίσκεται σε αποθηκευτικό χώρο του νοσοκομείου, φέρει ετικέτα γραμμωτού κώδικα ή RFID αναμε-



ταδότη, ο οποίος περιλαμβάνει πληροφορίες για το περιεχόμενο του φαρμάκου. Ο ασθενής φοράει στον καρπό του, ειδικό δακτύλιο με προσαρμοσμένο αναμεταδότη RFID. Το νοσηλευτικό προσωπικό αναγνωρίζει τον ασθενή, όταν εισέρχεται στο δωμάτιο νοσηλείας, με τη χρήση φορητής συσκευής, η οποία έχει ενσωματωμένη κάρτα ανάγνωσης και επικοινωνεί με τον αναμεταδότη του ασθενή. Μετά από την επικοινωνία αυτή, τα δεδομένα που αφορούν τον ασθενή ανανεώνονται στην φορητή συσκευή του νοσηλευτικού προσωπικού και έπειτα μεταφέρονται στο κεντρικό πληροφοριακό σύστημα του νοσοκομείου, μέσω ασύρματου δικτύου. Από εκεί αποφασίζεται η ποσότητα των φαρμάκων που ο ασθενής θα καταναλώσει από τους αρμόδιους γιατρούς σε πραγματικό χρόνο.

Το σύστημα RFID σε αυτήν την εφαρμογή λειτουργεί μέσω του λογισμικού Savant, το οποίο διαχειρίζεται και ελέγχει την λειτουργία των συσκευών ανάγνωσης. Συγκεντρώνει δεδομένα από τους αναμεταδότες των ασθενών και τα στέλνει στις συσκευές ανάγνωσης, όπου επανεξετάζονται ή διαμορφώνονται κατάλληλα και στέλνονται πίσω στους αναμεταδότες. Οι συσκευές αυτές ελέγχουν τα φάρμακα και τη δόσολογία που χορηγείται στους ασθενείς. Μπορούν να ανιχνεύσουν και τους αναμεταδότες RFID και τις ετικέτες γραμμωτού κώδικα. Εκτός από τις φορητές συσκευές, η όλη διαδικασία περιλαμβάνει υποσύστημα που ελέγχει την διακίνηση των φαρμάκων. Σε αυτή τη διαδικασία ελέγχεται τότε ο ασθενής λαμβάνει ένα φάρμακο, μέσω κατάλληλης φορητής συσκευής που διαβάζει τις πληροφορίες του αναμεταδότη του φαρμάκου και εξετάζεται, τότε τα φάρμακα δρομολογούνται προς την σωστή κατεύθυνση. Τέλος, υπάρχει σύστημα ελέγχου της ασφάλειας των ασθενών, όπου οι ασθενείς παρακολουθούνται μέσω του ειδικού δακτυλίου από συσκευές ανάγνωσης που είναι τοποθετημένες στο κτήριο του νοσοκομείου.

### ο Σύστημα αναγνώρισης και ανίχνευσης ιατρικών αντικειμένων και ασθενών

Χαρακτηριστικό παράδειγμα τέτοιων εφαρμογών, όπως η παραπάνω, έχει σχεδιαστεί από την Alvin Systems. Από την εταιρεία αυτή έχει σχεδιαστεί η ειδική πλατφόρμα “Alvin RFID and Wireless Software Platform for Healthcare”. Η ειδική αυτή πλατφόρμα αποτελεί μια καινοτομία για την νέα γενιά τεχνολογιών διαχείρισης ασθενών και ιατρικών αντικειμένων, καθώς είναι μία λύση αναγνώρισης και ανίχνευσής τους, ειδικά σχεδιασμένη για να ενσωματωθεί σε ένα πληροφοριακό σύστημα νοσοκομειακής μονάδας.



Εικ. 34. Εκτυπωτής έξυπνων βραχιολιών με ενσωματωμένους αναμεταδότες RFID.



Εικ. 35. RFID Pocket PC.



Εικ. 36. RFID Tablet PC.

Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται είναι ένα «έξυπνο» βραχιόλι, το οποίο φέρει τον αναμεταδότη RFID και τοποθετείται στο χέρι του ασθενούς. Το εξάρτημα αυτό έχει ιδιότητες ασύρματης ανάγνωσης και εγγραφής δεδομένων, από την αντίστοιχη συσκευή ανάγνωσης. Ειδικός εκτυπωτής (εικ. 34) παράγει τους αναμεταδότες RFID, κωδικοποιώντας τις πληροφορίες στο RFID chip. Το νοσηλευτικό προσωπικό αναγνωρίζει τους ασθενείς από τις ειδικές συσκευές RFID Pocket PC και Tablet-PC (εικ. 35 & 36), που χρησιμοποιούνται και ως συσκευές ανάγνωσης και επικοινωνίας με τον αναμεταδότη του ασθενούς. Κατά την επικοινωνία αυτή, στην οθόνη της συσκευής ανάγνωσης παρουσιάζονται πληροφορίες για τον ασθενή, τις οποίες συλλέγει από το πληροφοριακό σύστημα του νοσοκομείου,

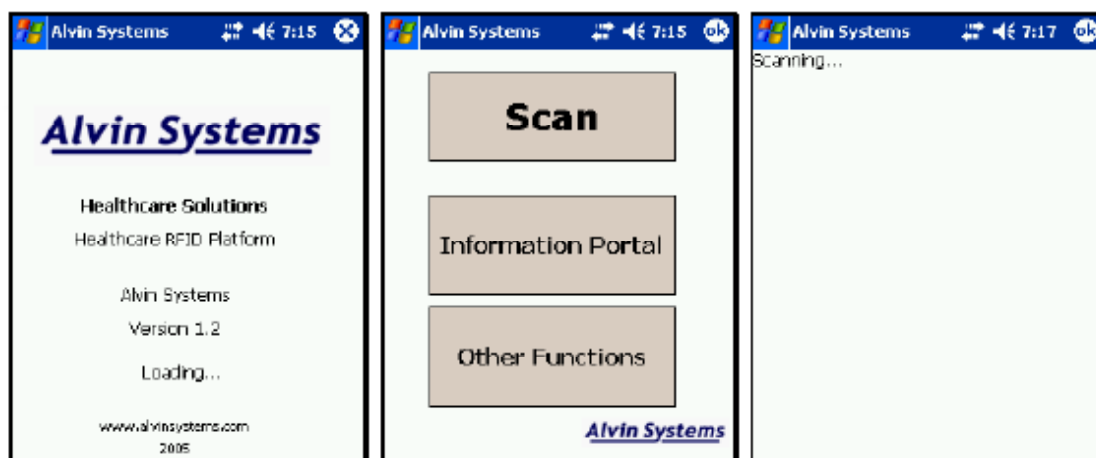


**Εικ. 37.** Επικοινωνία αναμεταδότη με συσκευή ανάγνωσης.

μέσω ασύρματης επικοινωνίας (εικ. 37). Οι πληροφορίες αυτές αφορούν τα προβλήματα υγείας του ασθενούς, ιατρικά αποτελέσματα από εξετάσεις και διάφορες άλλες πληροφορίες. Η εφαρμογή αυτή αποτελεί μια καινοτόμα διαδικασία για το νοσηλευτικό προσωπικό, καθώς όταν οι νοσοκόμες ολοκληρώνουν την εργασία τους με κάποιον ασθενή, που είναι να δίνουν φάρμακα ή να μετρούν και να καταγράφουν την θερμοκρασία του, εισάγουν τις καινούργιες πληροφορίες στην ασύρματη συσκευή τους και ενημερώνουν το σύστημα, σώζοντας τα καινούρια στοιχεία στην κεντρική βάση δεδομένων. Οι ιατροί είναι και αυτοί εξοπλισμένοι με Tablet-PCs και μπορούν εύκολα να αναγνωρί-

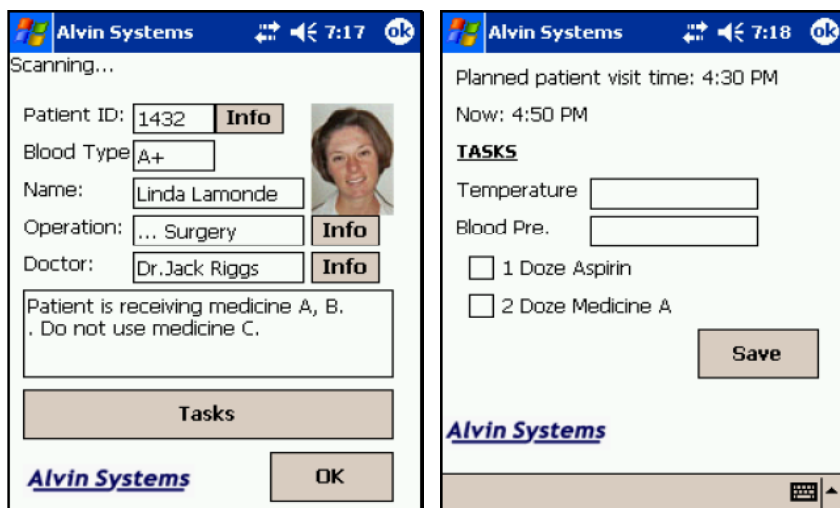
ζουν τον ασθενή τους, να συγκεντρώνουν πληροφορίες για αυτόν και να εκτελούν άλλες απαραίτητες διαδικασίες, από απόσταση και σε πραγματικό χρόνο.

Η διεπαφή χρήστη του εξαρτήματος Pocket PC, που χρησιμοποιεί το νοσηλευτικό προσωπικό, έχει διάφορα χαρακτηριστικά που εξαρτώνται από τις ανάγκες και τον τρόπο λειτουργίας του κάθε νοσοκομείου. Στην εικόνα 38 φαίνεται η αρχική σελίδα, όπου πατώντας το κουμπί 'Scan', η συσκευή ανιχνεύει τον αναμεταδότη του ασθενούς, πλησιάζοντας την συσκευή στο βραχιόλι του ασθενούς. Με την ανίχνευση του αριθμού αναγνώρισης του αναμεταδότη, στην οθόνη της συσκευής εμφανίζονται



**Εικ. 38.** Γραφικό περιβάλλον επικοινωνίας χρήστη.

τα δεδομένα του ασθενούς, που ανακτώνται από την κεντρική βάση δεδομένων του πληροφοριακού συστήματος του νοσοκομείου (Εικόνα 39). Επιλέγοντας το κουμπί 'Tasks' παρουσιάζονται στην οθόνη τα καθήκοντα που είναι σχετικά με τον ασθενή. Όταν ολοκληρωθούν οι απαραίτητες διαδικασίες, τα δεδομένα ενημερώνονται και πατώντας το κουμπί 'Save' αποθηκεύονται στην κεντρική βάση δεδομένων (εικόνα 40).



Εικ. 39 & 40. Γραφικό περιβάλλον επικοινωνίας χρήστη.

Έχουν αναπτυχθεί ιδιαίτερα συστήματα που βασίζονται στο λογισμικό λειτουργίας τέτοιων εφαρμογών, όπως το e-Wellness από τους Wu et al. (2005). Κατά την ενσωμάτωση συστημάτων δικτύων αισθητήρων και RFID σε εφαρμογές νοσοκομείων, χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή στον τρόπο συλλογής, διαχείρισης, φιλτραρίσματος και ερμηνείας των δεδομένων που συλλέγονται. Το e-Wellness είναι ένα middleware που βοηθάει στην κατανόηση και διαχείριση των δεδομένων. Από την ίδια ομάδα (2006) έχει σχεδιαστεί παρόμοιο middleware, που σκοπεύει να ανταποκριθεί στις προκλήσεις χρήσης των αισθητήρων RFID στα νοσοκομεία.

Τυπικά, όταν κάποιο μέλος από το ιατρικό προσωπικό επισκέπτεται έναν ασθενή, κρατάει σημειώσεις σε ένα χαρτί, που αφορούν στοιχεία, όπως αυτά που αναφέρθηκαν προηγουμένως, δηλαδή η πίεση, οι εργαστηριακές εξετάσεις και άλλα. Οι σημειώσεις αυτές αργότερα θα περαστούν σε μία ηλεκτρονική βάση δεδομένων. Η τεχνολογία RFID μέσω του εξοπλισμού που χρησιμοποιεί αντικαθιστά την διαδικασία αυτή με ένα ασύρματο δίκτυο πληροφοριών που λειτουργεί σε πραγματικό χρόνο, όπως αυτό που προαναφέρθηκε. Νέας γενιάς ασύρματα συστήματα, με την συνεργασία γιατρών και νοσηλευτικού προσωπικού, βοηθούν στην παρακολούθηση της υγείας των ασθενών. Από ένα τέτοιο σύστημα προκύπτουν αρκετά οφέλη. Μερικά από αυτά είναι η ταξινόμηση των δεδομένων σε πραγματικό χρόνο και με ακρίβεια, η πρόληψη από ιατρικά λάθη και λάθος αναγνώριση του ασθενή, η άμεση συγκέντρωση δεδομένων σε περίπτωση ανάγκης και η βελτιωμένη επίβλεψη του ασθενή, που έχουν ως αποτέλεσμα την αυξημένη παραγωγικότητα.

Από την άλλη, η ενσωμάτωση καινούργιων τεχνολογιών, στο σύστημα λειτουργίας νοσοκομειακών μονάδων, μπορεί να καταλήξει σε δραματικές αλλαγές, σύμφωνα με τους Fisher και Monahan (2007), που αφορούν την διοίκηση, τον διαχωρισμό των εργασιών και την υπευθυνότητα. Ειδικότερα, οι τεχνολογίες παρακολούθησης, ανίχνευσης και αναγνώρισης έχουν σκοπό να αυξήσουν την αποδοτικότητα στον τρόπο λειτουργίας των νοσοκομείων, αλλά, σκοπεύουν επίσης να εντείνουν την εποπτεία, στην οποία το προσωπικό του νοσοκομείου θα υπόκεινται. Μέσα σε δημόσιους οργανισμούς όπως τα νοσοκομεία η εργασία, μέσω λογικά αυτοματοποιημένων συστημάτων όπως είναι το RFID, μπορεί να αναδιαμορφώσει κοινωνικές σχέσεις που απαιτούν περισσότερη ευελιξία, όπως η σχέση ιατρού - ασθενή. Επίσης, η υιοθέτηση του RFID εξαρτάται από πολλούς κοινωνικούς και οργανωτικούς παράγοντες. Εκτός από το οικονομικό κόστος εγκατάστασης και χρήσης του εξοπλισμού εμφανίζονται και άλλοι παράμετροι που πρέπει να ληφθούν υπόψη. Αυτοί είναι η εκπαίδευση του προσωπικού, η θέσπιση καινούριων τακτικών για τις καθημερινές δραστηριότητες του προσωπικού, η ύπαρξη επαρκούς χώρου για την εγκατάσταση του εξοπλισμού και η θέσπιση λύσεων για αυτά. Με άλλα λόγια, απαιτείται ακόμα αρκετή μελέτη ώστε να προσαρμοστεί, το RFID, στον τρόπο λειτουργίας των νοσοκομειακών μονάδων.

### • Ηλεκτρονικό ημερολόγιο ασθενή

Το ηλεκτρονικό ημερολόγιο ασθενή είναι ένα σύστημα συλλογής δεδομένων, που αφορούν την υγεία του χρήστη. Ο ίδιος ο χρήστης εισάγει πληροφορίες για την κατάσταση της υγείας του, τα φάρμακα που καταναλώνει, την θεραπευτική του αγωγή και άλλα στοιχεία, σε ένα ειδικά διαμορφωμένο πληροφοριακό σύστημα, προσαρμοσμένο στις δικές του ανάγκες. Χαρακτηριστική εφαρμογή αποτελούν τα συστήματα LogPad και StudyPad της εταιρείας ePro, σχεδιασμένα από την ομάδα PHT. Αυτά τα συστήματα λειτουργούν από κοινού, σε συνεργασία με το λειτουργικό πρόγραμμα StudyWorks. Στην εικόνα 41 παρουσιάζονται τα βασικά στάδια λειτουργίας του συστήματος, η διαδρομή που ακολουθείται, ποιοι είναι οι εμπλεκόμενοι και οι ροές επικοινωνίας μεταξύ τους.

Σε αυτό το σύστημα χρησιμοποιούνται φορητές συσκευές, τύπου PDA, τις οποίες χειρίζονται οι ασθενείς. Οι συσκευές αυτές ονομάζονται LogPad και μέσω του γραφικού περιβάλλοντος επικοινωνίας χρήστη παρουσιάζονται και συλλέγονται στην οθόνη της συσκευής οι πληροφορίες για την κατάσταση της υγείας των ασθενών. Η διαδικασία αυτή γίνεται με την απάντηση του χρήστη σε ερωτήσεις, που διαμορφώνονται από το σχεδιαστή του συστήματος, σύμφωνα με την πάθηση του ασθενή. Το StudyPad είναι μία φορητή συσκευή, η οποία είναι ικανή να συλλέγει δεδομένα από πολλά, διαφορετικά αντικείμενα και την χειρίζονται κυρίως οι ειδικοί του συστήματος. Επιβεβαιώνει ότι τα ερωτηματολόγια έχουν απαντηθεί κανονικά και με συνέπεια, σύμφωνα με τους κανόνες πρωτοκόλλου λειτουργίας του συστήματος.

Τα δεδομένα που συλλέγονται είναι ορατά στους διαχειριστές του συστήματος, μέσω ειδικά διαμορφωμένου δικτύου. Η διαδικασία αυτή, πραγματοποιείται μέσω του λογισμικού με την ονομασία StudyWorks. Μέσω του συστήματος αυτού παρακολουθούνται και αξιολογούνται τα δεδομένα των

## PHT's integrated Product Suite



Εικ. 41. Σύστημα επικοινωνίας της ePro. Ο σχεδιαστής διαμορφώνει τις προδιαγραφές του συστήματος, οι ασθενείς επικοινωνούν μέσω του LogPad και οι ειδικοί μέσω του StudyPad. Τα δεδομένα μεταφέρονται κρυπτογραφημένα σε βάση δεδομένων και μέσω του λογισμικού StudyWorks χρησιμοποιούνται από τους αρμόδιους φορείς. Διατηρείται αρχείο σε CD ή DVD-ROM.

ασθενών, αν πληρούν τις προϋποθέσεις με τις οποίες έχει σχεδιαστεί το σύστημα. Επίσης, υπάρχει η δυνατότητα μεσολάβησης από τους ειδικούς όταν προκύπτουν προβλήματα με τους χρήστες, οι οποίοι δυσκολεύονται να διαχειριστούν το σύστημα. Επιπλέον, χρησιμοποιούνται ειδικές συσκευές με ενσωματωμένους αισθητήρες, οι οποίες μετράνε ζωτικά όργανα του ασθενούς και επιβεβαιώνουν ότι έχει εισάγει ακριβή δεδομένα στο LogPad. Υπάρχει ειδικό εργαλείο σχεδίασης του συστήματος, το ePro Designer, που διαμορφώνει τα πρότυπα λειτουργίας, που θα χρησιμοποιηθούν σύμφωνα με τις ανάγκες του χρήστη. Τέλος, το σύστημα κρατάει αρχείο με τις πληροφορίες, το οποίο αποτελείται από τα ακριβή δεδομένα που συλλέχθηκαν από το δίκτυο PHT.



Εικ. 42. Η φορητή συσκευή LogPad.





Εικ. 43. Παράδειγμα από γραφικό περιβάλλον χρήστη του LogPad.



Εικ. 44. Για μεγαλύτερη ασφάλεια χρησιμοποιείται κωδικός πρόσβασης του χρήστη.



Εικ. 45. Χρησιμοποιούνται ερωτήσεις με απαντήσεις 'Ναι' ή 'Όχι' για λόγους ευχρηστίας.

Πιο αναλυτικά, η διαδικασία λειτουργίας ξεκινάει από τον σχεδιαστή της κάθε εφαρμογής, που επιτρέπει στους χρήστες του συστήματος να διαμορφώνουν το δικό τους ηλεκτρονικό ημερολόγιο. Η αρχική διαμόρφωση γίνεται ανάλογα με τις απαιτήσεις και ανάγκες του χρήστη. Ο κάθε χρήστης έχει την συσκευή LogPad, η οποία χρησιμοποιείται για να συγκεντρώσει δεδομένα που αφορούν την υγεία του ασθενή κάνοντας ερωτήσεις όπως από πού προκύπτουν διάφορα συμπτώματα πόνων, σε πιο βαθμό είναι ενοχλητικοί αυτοί οι πόνοι, σε πιο σημείο του σώματος και άλλα. Κατά την είσοδο του χρήστη στο λειτουργικό σύστημα της συσκευής χρησιμοποιείται προσωπικός κωδικός για λόγους ασφαλείας. Άλλου τύπου λειτουργίες που παρέχονται είναι προειδοποιητικά ηχητικά σήματα. Για λόγους ευχρηστίας του συστήματος οι ερωτήσεις απαντώνται με «ναι» ή «όχι». Στις εικόνες 43-54



Εικ. 46. Χρησιμοποιείται οπτική αναλογική κλίμακα για την μέτρηση πόνου. Ο χρήστης δείχνει το σημείο έντασης του πόνου που έχει, κατά μήκος της γραμμής και οι τιμές καταγράφονται αυτόματα.

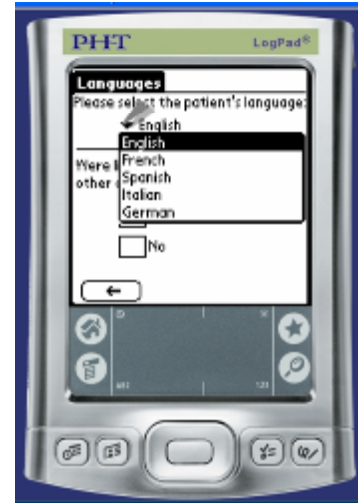


Εικ. 47. Οι χρήστες δεν μπορούν να συνεχίσουν την επικοινωνία τους με το σύστημα σε περίπτωση που δεν έχουν επιλέξει κάποια επιτρεπτή απάντηση. Δεν υπάρχει επιλογή συνέχειας.



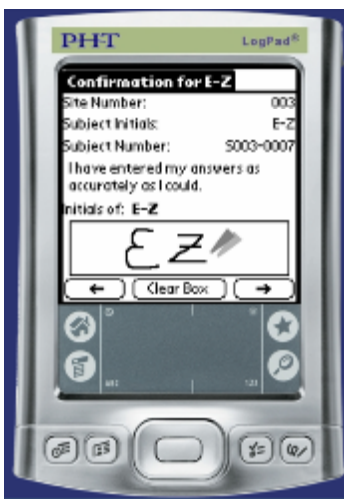
Εικ. 48. Το σύστημα επιβεβαιώνει την σωστή εισαγωγή δεδομένων.





Εικ. 49 & 50. Ειδική απεικόνιση όπου ο χρήστης δείχνει συγκεκριμένο σημείο του σώματος, όπου υπάρχει πρόβλημα.

Εικ. 51. Υπάρχει η δυνατότητα επικοινωνίας σε διάφορες γλώσσες.



Εικ. 52. Η αναφορά υπογράφεται από τον χρήστη για να επιβεβαιωθεί ότι ανταποκρίθηκε στο σύστημα.

Εικ. 53. Τα δεδομένα κρυπτογραφούνται και στέλνονται στον υπολογιστή διαχείρισης δικτύου μέσω ασύρματης επικοινωνίας.



Εικ. 54. Εισαγωγή δεδομένων με ακρίβεια από συσκευές με αισθητήρες, όπως όργανο μέτρησης της αναπνοής. Με αυτόν τον τρόπο επιβεβαιώνεται ότι οι χρήστες χρησιμοποιούν τις συσκευές σωστά.



**Εικ. 55.** Τα δεδομένα του LogPad μπορούν να αναγνωστούν και μέσω διαδικτύου, από το StudyWorks.

παρουσιάζονται συγκεκριμένα παραδείγματα εισαγωγής δεδομένων. Στη συνέχεια, τα δεδομένα που συλλέγονται από το LogPad, μεταφέρονται στο λογισμικό StudyWorks (εικ. 55), το οποίο ανταποκρίνεται βασιζόμενο στο δίκτυο του PHT. Οι συντονιστές του δικτύου αυτού επιθεωρούν τα δεδομένα.

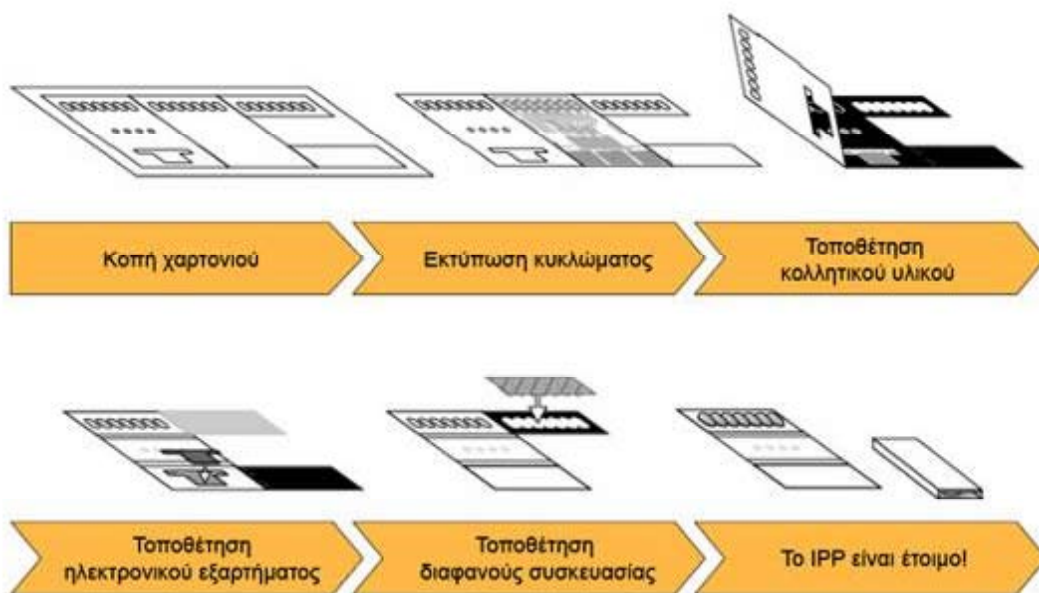
Τέτοια συστήματα δίνουν την δυνατότητα στον ασθενή να έχει ένα ολοκληρωμένο αρχείο με τα προβλήματα υγείας που αντιμετωπίζει. Το γεγονός αυτό του δίνει την δυνατότητα να παρουσιάζει πιο ακριβή στοιχεία στον θεράποντα ιατρό του, ώστε να του χορηγηθεί η σωστή θεραπεία και να προκύπτει η σωστή διάγνωση. Το βασικό πρόβλημα κατά τη χρήση τέτοιων συστημάτων είναι ότι υπάρχει ο κίνδυνος χρήσης των στοιχείων ή η πρόσβαση στο δίκτυο επικοινωνίας από αναρμόδιους φορείς. Έτσι, πρέπει να προβλέπονται όλες οι πιθανές επιθέσεις των βάσεων δεδομένων, που συγκεντρώνουν προσωπικά στοιχεία ασθενών και να θεσπίζονται τα κατάλληλα μέτρα ασφαλείας και προστασίας του ιδιωτικού απορρήτου.



**Εικ. 56.** Το Intelligent Pharmaceutical Packaging της Cypak.

### • Σύστημα συλλογής ηλεκτρονικών δεδομένων για κλινικές δοκιμές

Μερικές εταιρείες έχουν αναπτύξει ολοκληρωμένα συστήματα συλλογής δεδομένων για κλινικές δοκιμές. Μία από αυτές είναι η εταιρεία Cypak που έχει κατασκευάσει το Intelligent Pharmaceutical Packaging (IPP) (εικ. 56). Η συσκευασία αυτή συνδέεται με έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή και μαζί αποτελούν ένα σύστημα συλλογής δεδομένων, που έχει ως στόχο να βελτιώσει την ποιότητα και την ακρίβεια των δεδομένων και να μειώσει τον χρόνο των κλινικών δοκιμών, ενώ ταυτόχρονα, παρατηρείται μεγάλη μείωση των δαπανών τους. Οι κλινικές δοκιμές είναι διαδικασίες χρονοβόρες, όπου υπάρχουν περιπτώσεις που τα στοιχεία που συλλέγονται δεν είναι



Εικ. 57. Τα στάδια κατασκευής του Intelligent Pharmaceutical Packaging της Cypak.

ακριβή, καθώς διαδικασίες, όπως η σημείωση της ώρας λήψης φαρμάκου ή το ημερολόγιο ασθενούς καταγράφονται χειρόγραφα.

Η συσκευασία αυτή είναι σχεδιασμένη σαν ένα χάρτινο κέλυφος. Το χάρτινο αυτό κέλυφος αποτελεί την δευτερεύουσα συσκευασία του φαρμάκου, η οποία εσωκλείει τις διαφανείς συσκευασίες χαπιών ή καψουλών, τα λεγόμενα blisters, που είναι η κύρια συσκευασία. (εικ. 57). Η συσκευασία αυτή διαθέτει ηλεκτρονικό κύκλωμα και μικροσίπ. Όταν ένα χάπι απομακρύνεται από τη συσκευασία, καταγράφεται η στιγμή που έλαβε χώρα η ενέργεια αυτή. Η συσκευασία μπορεί να συνδεθεί με ηλεκτρονικά συστήματα, που δίνουν την δυνατότητα μετάδοσης ηχητικών ή προειδοποιητικών σημάτων προς το χρήστη, όπως επίσης και με ηλεκτρονικούς υπολογιστές, μεταφέροντας δεδομένα. Το σύστημα αποτελείται από ειδικό σκάνερ, στο οποίο τοποθετείται η συσκευασία και της δύνεται η δυνατότητα να συνδεθεί με ηλεκτρονικό υπολογιστή, στον οποίο μεταφέρονται δεδομένα από το μικροσίπ της συσκευασίας. Ο χρήστης συνδέεται με ειδικά διαμορφωμένη σελίδα στο διαδίκτυο, για μεταφορά των δεδομένων σε κεντρική μονάδα επεξεργασίας (εικ. 58).

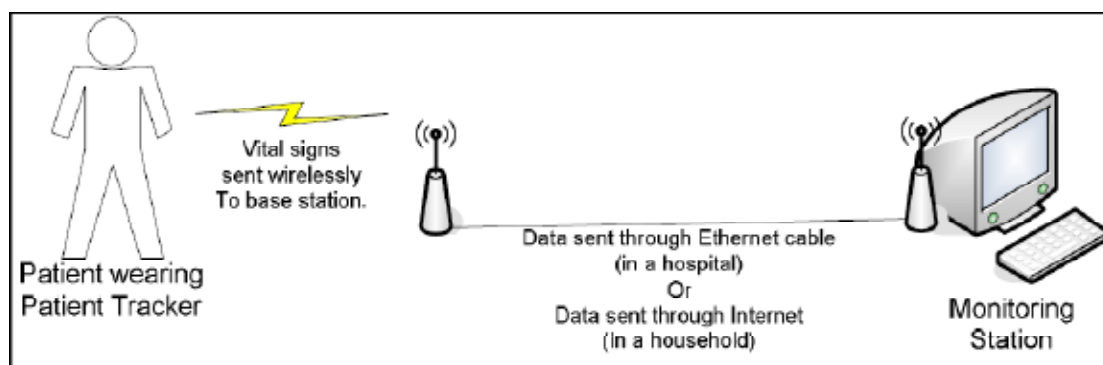


Εικ. 58. Η ροή δεδομένων.

Η συσκευασία αυτή δίνει την δυνατότητα αυτοματοποίησης πολλών διαδικασιών, όπως είναι η αλληλεπίδραση και επικοινωνία του ασθενή με τον γιατρό. Επίσης, διατηρείται ηλεκτρονικό ημερολόγιο, κατά το οποίο καταγράφεται η εμπειρία του ασθενή με την παρούσα φαρμακευτική αγωγή. Έτσι, ο ασθενής συμμορφώνεται σε υπενθυμίσεις και καταγραφή της φαρμακευτικής του αγωγής. Οπότε, τα δεδομένα που συλλέγονται είναι διαθέσιμα σε ηλεκτρονική μορφή και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ανάλογα με τις απαιτήσεις της κάθε κλινικής εφαρμογής. Το IPP είναι ελαφριά και μικρή σε μέγεθος συσκευασία, εύκολη στη χρήση και η παραγωγή της έχει χαμηλό κόστος. Όλες οι απαραίτητες πληροφορίες και οδηγίες χρήσης υπάρχουν πάνω στην συσκευασία, για διευκόλυνση του χρήστη. Επίσης, υπάρχει μεγάλο επίπεδο ασφαλείας κατά την μεταφορά των δεδομένων, από την συσκευασία στον ηλεκτρονικό υπολογιστή, καθώς χρησιμοποιείται μέθοδος κρυπτογράφησης δεδομένων. Οι συσκευασίες αυτές χρησιμοποιούνται σε διάφορες κλινικές δοκιμές, παρέχοντας ασφαλή δεδομένα, όμως υπάρχει η δυνατότητα χρήσης τους και από μεμονωμένους χρήστες, ασθενείς, γιατρούς και βοηθούς.

### • Σύστημα παρακολούθησης ασθενών

Κατά καιρούς αναπτύσσονται και άλλα συστήματα, όπως το Health Tracker 2000, από τους Kane και Farrell (2005). Το σύστημα αυτό έχει ως στόχο την μέτρηση λειτουργίας ζωτικών οργάνων, όπως η θερμοκρασία του ασθενή ή η αρτηριακή πίεση, και τον εντοπισμό θέσης των ασθενών όταν βρίσκονται μέσα στην οικία τους, σε πραγματικό χρόνο, χρησιμοποιώντας την τεχνολογία RFID σε συνδυασμό με ασύρματα δίκτυα αισθητήρων. Τα δεδομένα που αποθηκεύονται χρησιμοποιούνται και ερμηνεύονται κατάλληλα από ιατρούς και νοσηλευτικό προσωπικό. Το σύστημα αυτό ειδοποιεί συγγενείς ή ιατρικό προσωπικό σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης. Η ασύρματη τεχνολογία επιτρέπει στο σύστημα αυτό να εγκατασταθεί σε οποιοδήποτε περιβάλλον, οικιακό αλλά και σε ιατρικά κέντρα. Τα ραδιοκύματα έχουν την ικανότητα να διαπερνούν τείχους και υφάσματα, στέλνοντας τις πληροφορίες στον κεντρικό υπολογιστή μέσω του δικτύου. Οι ειδικοί έχουν εύκολη πρόσβαση στις πληροφορίες μέσω διαδικτύου. Πολλοί ασθενείς μπορούν να παρακολουθούνται μέσω του κεντρικού σταθμού του συστήματος. Η βασική δομή του συστήματος φαίνεται στην εικόνα 59.



Εικ. 59. Σχηματική απεικόνιση του συστήματος.

Αναλυτικά, χρησιμοποιούνται αισθητήρες για την μέτρηση της κατάστασης των ζωτικών οργάνων του ασθενούς. Παράδειγμα αισθητήρων είναι οι θερμικοί, οι οποίοι μετράνε την θερμοκρασία σώματος. Στο σύστημα αυτό χρησιμοποιούνται και άλλα εξαρτήματα, όπως ειδικό εξάρτημα μέτρησης του οξυγόνου στο αίμα και πιεσόμετρο, σε ειδικά προσαρμοσμένους αισθητήρες. Μέχρι τώρα, η εφαρμογή έχει γίνει επιτυχώς για τη μέτρηση θερμοκρασίας του ανθρώπινου σώματος. Η τεχνολογία RFID χρησιμοποιείται τοποθετώντας τον αναμεταδότη σε ειδικό εξάρτημα, που φέρει ο ασθενής και την συσκευή ανάγνωσης στην κεντρική μονάδα του συστήματος. Σε αυτήν την εφαρμογή χρησιμοποιείται παθητικός αναμεταδότης. Οι αισθητήρες συνδέονται με τον κεντρικό κόμβο του δικτύου, όπου η συσκευή ανάγνωσης διαβάζει τις πληροφορίες του ασθενούς, που υπάρχουν στους αισθητήρες, μεταφέροντας τα δεδομένα στην βάση δεδομένων. Στην κεντρική μονάδα, όπου βρίσκεται η βάση δεδομένων, χρησιμοποιείται ειδικό λογισμικό, που ερμηνεύει τα δεδομένα που συγκεντρώνονται και καθορίζει πότε οι χρήστες του συστήματος βρίσκονται σε δύσκολη κατάσταση. Τα δεδομένα μεταδίδονται μέσω διαδικτύου, όταν το σύστημα λειτουργεί σε οικιακό χώρο και μέσω εσωτερικού δικτύου, όταν το σύστημα λειτουργεί σε νοσοκομειακό περιβάλλον. Η κεντρική μονάδα βρίσκεται σε ειδικά διαμορφωμένο χώρο είτε δωμάτιο κατοικίας του ασθενούς, είτε χώρος νοσοκομείου. Χρησιμοποιείται ειδικά διαμορφωμένο γραφικό περιβάλλον επικοινωνίας χρήστη στον κεντρικό σταθμό του συστήματος, με το οποίο επεξεργάζονται και αξιολογούνται τα δεδομένα. Αποστέλλεται προειδοποιητικό μήνυμα στους αρμόδιους, συγγενείς ή νοσηλευτικό προσωπικό σε περίπτωση ανάγκης.

Το κύριο πρόβλημα τέτοιων συστημάτων είναι η προστασία των ιδιωτικών δεδομένων και η ασφάλεια που παρέχεται, ώστε να μην διαρρεύσουν οι πληροφορίες σε μη εξουσιοδοτημένους φορείς. Δεδομένα που αφορούν την υγεία αποτελούν προσωπικά δεδομένα και πρέπει να προστατεύονται. Τα συστήματα διαχείρισης δεδομένων, μέσω ασύρματων δικτύων, είναι αρκετά επιρρεπή σε επιθέσεις από εξωτερικούς φορείς. Οι Song et al. (2006) προτείνουν ένα πρότυπο αρχιτεκτονικής ελέγχου της ασφάλειας δικτύων πανταχού παρόντος συστήματος ιατρικής περίθαλψης RFID. Σύμφωνα με αυτό το πρότυπο, όλοι οι χρήστες του συστήματος χρησιμοποιούν είτε ατομικό κωδικό ασφαλείας, είτε κοινό κωδικό, ώστε να έχουν πρόσβαση σε δεδομένα και ιατρικά αποτελέσματα. Πρόσβαση γίνεται στις πληροφορίες που περιέχει ο αναμεταδότης και όχι στην βάση δεδομένων, όπου περιέχονται τα προσωπικά στοιχεία του κάθε ασθενή.

### • Ηλεκτρονικά φαρμακεία

Τα ηλεκτρονικά φαρμακεία (e-pharmacies), αρχικά, θεσπίστηκαν σαν μια καινοτόμα τεχνολογική προσέγγιση για την ανάπτυξη καινούριων υπηρεσιών, με την χρήση διαδικτύου, στο πλαίσιο αναδόμησης του Γερμανικού συστήματος υγείας. Η λειτουργία τους βασίζεται στην παραγγελία και αγορά φαρμάκων, ηλεκτρονικά, μέσω διαδικτύου. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση είναι λίγες οι χώρες που επιτρέπουν την παραγγελία φαρμάκων με αυτόν τον τρόπο. Οι νομικοί περιορισμοί που επιβάλλονται, σε ότι αφορά τις πωλήσεις μέσω διαδικτύου, έχουν περιορίσει σημαντικά την απόδοση τέτοιων συστημάτων, όπως για παράδειγμα, η απαγόρευση αγοράς φαρμάκων από χώρες όπου οι τιμές είναι σε



πιο χαμηλά επίπεδα. Μερικά από τα ερωτήματα που προκύπτουν είναι κατά πόσο τα ηλεκτρονικά φαρμακεία προσδίδουν αξία σε τομείς όπως η ποιότητα, η καλύτερη εξυπηρέτηση, η ασφάλεια και η προστασία του ιδιωτικού απορρήτου. Η λειτουργία των ηλεκτρονικών φαρμακείων δεν βασίζεται στην χρήση τεχνολογιών και ειδικού εξοπλισμού, όπως στις προηγούμενες εφαρμογές. Είναι μια ειδική κατηγορία εφαρμογών που χρησιμοποιεί το διαδίκτυο σαν μέσο επικοινωνίας και μεταφοράς δεδομένων στα πλαίσια του ηλεκτρονικού εμπορείου.

Η αγορά φαρμακευτικών προϊόντων μέσω διαδικτύου έχει σαν προϋπόθεση, ότι η υποδομή κατασκευής και συσκευασίας των προϊόντων γίνεται ώστε να υπάρχει πλήρης αυτοματισμός των συστημάτων επιλογής και ελέγχου, χρησιμοποιώντας τεχνολογίες έξυπνων ετικετών. Τα φαρμακεία, αυτού του τύπου, ανήκουν στον τομέα του ηλεκτρονικού εμπορίου, όπου οι συναλλαγές πραγματοποιούνται από μεμονωμένους πελάτες και όχι από εταιρείες ή διοικήσεις. Το ηλεκτρονικό εμπόριο έχει δημιουργήσει καινούρια επιχειρηματικά μοντέλα. Σε ότι αφορά τους καταναλωτές, εμφανίζονται πλέον με μεγαλύτερη αυτογνωσία και επιρροή, ενώ υπάρχει μεγαλύτερη διαφάνεια στις τιμές και ενισχυμένη αγορά.

Τα ηλεκτρονικά φαρμακεία μπορούν να χαρακτηριστούν εξουσιοδοτημένοι προμηθευτές φαρμακευτικών υπηρεσιών, οι οποίοι αποστέλλουν τα φαρμακευτικά προϊόντα μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου ή μέσω δεμάτων από εξουσιοδοτημένες υπηρεσίες διανομής. Διεξάγουν διάφορες φάσεις συναλλαγής με τους καταναλωτές διαδικτυακά. Οι βασικοί παράγοντες επιτυχίας των συναλλαγών αυτών είναι η ικανοποίηση των καταναλωτών, η προστασία των προσωπικών τους δεδομένων αλλά και η ασφάλεια. Για την προστασία του ιδιωτικού απορρήτου των καταναλωτών απαιτείται ο έλεγχος πρόσβασης σε αυτά και η περιορισμένη διακίνηση των πληροφοριών. Απαραίτητη προϋπόθεση αποτελεί η ασφάλεια, δηλαδή η προστασία του συστήματος από εξωτερική πρόσβαση, η ακεραιότητα των δεδομένων και των εφαρμογών και η αξιόπιστη οικονομική συναλλαγή. Οπότε, η υιοθέτηση των τριών βασικών παραγόντων εξασφαλίζει, ως ένα επίπεδο, εμπιστοσύνη για τέτοιου τύπου συναλλαγές. Αυτοί οι παράγοντες είναι η αναγνώριση, που επιβεβαιώνει την ταυτότητα του ατόμου, η πιστοποίηση, που εγγυάται ότι η πληροφορία δεν διαστρεβλώνεται κατά τη μεταφορά, και τέλος, η απόκρυψη, η οποία μετατρέπει την πληροφορία σε έναν δυσανάγνωστο κώδικα για να προστατέψει ευαίσθητες πληροφορίες του καταναλωτή (Borgman et al., 2004).

### **3.3.4 Προβληματικοί τομείς**

Ένα από τα βασικά προβλήματα που εμφανίζονται στην διαχείριση και διακίνηση των φαρμάκων είναι η έλλειψη ευρέως χρησιμοποιούμενων προτύπων κωδικοποίησης της πληροφορίας στα φαρμακευτικά προϊόντα. Όπως προαναφέρθηκε στην ενότητα παρουσίασης του τρόπου λειτουργίας της φαρμακευτικής εφοδιαστικής αλυσίδας, στην Ευρωπαϊκή ένωση δεν υπάρχει ενιαίο πρότυπο κωδικοποίησης, γεγονός που δυσκολεύει τη χρήση τεχνολογιών όπως το bar code και το RFID. Οπότε, εφαρμογές σαν αυτές που αναφέρονται παραπάνω, είναι δύσκολο να υλοποιηθούν και να εξαπλωθεί



η χρήση τους σε επίπεδο μεμονωμένων προϊόντων. Η κάθε ευρωπαϊκή χώρα έχει το δικό της τρόπο κωδικοποίησης των φαρμάκων και ελέγχου της κυκλοφορίας τους στο εσωτερικό της χώρας (EFPIA, 2006). Παρόλα αυτά, γίνονται προσπάθειες για κοινά αποδεκτές λύσεις, για την δημιουργία ενιαίων προτύπων.

Σημαντικό ζήτημα στην χρήση του RFID στον τομέα των φαρμακευτικών προϊόντων, από τεχνικής πλευράς, αποτελεί η σωστή επιλογή συχνότητας επικοινωνίας αναμεταδότη και συσκευής ανάγνωσης. Πρέπει να υπάρχει μία τιμή συχνότητας που θα καλύπτει τις απαιτήσεις της κάθε εφαρμογής. Επικρατέστερες τιμές συχνότητας για τα φαρμακευτικά προϊόντα είναι η HF-high frequency και η UHF-ultra high frequency. Κάθε μία από τις δύο αυτές τιμές συχνότητας έχει τα δικά της πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Η συχνότητα UHF έχει πλεονέκτημα ως προς το κόστος, ενώ η HF υπερτερεί σε ότι αφορά την ασφάλεια, καθώς έχει μικρότερη εμβέλεια ανάγνωσης. Παρουσιάζει αντοχή στην ανάγνωση μέσω μεταλλικών συσκευασιών και προϊόντων που περιέχουν υγρό. Ένας, ακόμα, παράγοντας που συμβάλει στην ευρεία χρήση της HF συχνότητας είναι το γεγονός ότι εναρμονίζεται παγκοσμίως, ενώ η UHF ενεργεί σε διαφορετικές συχνότητες από χώρα σε χώρα. Επίσης, οι αναμεταδότες HF είναι πιο μικροί σε μέγεθος και μπορούν να τοποθετηθούν και στις πιο μικρές συσκευασίες. Οι αναμεταδότες UHF έχουν χρησιμοποιηθεί από τη Wal-Mart τον τελευταίο χρόνο, κυρίως για έλεγχο αποθέματος αλλά και για αντικλεπτικές χρήσεις. Οι φαρμακευτικές εταιρίες, όπως οι Pfizer και GlaxoSmithKline, χρησιμοποιούν αναμεταδότες HF σε παρόμοιες συσκευασίες, σύμφωνα με τις οδηγίες του Αμερικανικού Οργανισμού Φαρμάκων, για την αποφυγή πλαστογράφησης προϊόντων. Πέρα από τη συχνότητα, κατά τη χρήση της τεχνολογίας RFID στις φαρμακευτικές συσκευασίες εμφανίζονται τα τεχνικά προβλήματα που υφίσταται και σε ευρύτερους τομείς εφαρμογής της τεχνολογίας, όπως είναι ο προσανατολισμός και άλλα.

Ανεξάρτητα από τα τεχνικά χαρακτηριστικά, άλλοι ανασταλτικοί παράγοντες για την χρήση του RFID στον τομέα των φαρμακευτικών προϊόντων είναι οι φόβοι για διαρροή προσωπικών δεδομένων. Στον τομέα της υγείας, τα περισσότερα ζητήματα προστασίας του ιδιωτικού απορρήτου καλύπτονται από σχετικές νομοθετικές ρυθμίσεις και οδηγίες. Οι Xiao et al. (2006) εξηγούν βασικές εφαρμογές της τεχνολογίας RFID στα νοσοκομεία, που αφορούν την προσφορά και την ζήτηση των ασθενών και του προσωπικού και την κινητή τηλεϊατρική υπηρεσία, που χρησιμοποιεί έξυπνους αισθητήρες. Επίσης, προτείνεται η χρήση μηχανισμών προστασίας του συστήματος λειτουργίας RFID, όπως είναι οι διάφορες τεχνικές κρυπτογράφησης δεδομένων και η καλή γνώση χρήσης και λειτουργίας του εξοπλισμού από το προσωπικό. Με αυτόν τον τρόπο θα αποφεύγονται φαινόμενα αντιγραφής των μοναδικών αριθμών αναγνώρισης των αναμεταδοτών RFID, και άλλοι παρόμοιοι τρόποι παραβίασης της ασφάλειας του συστήματος.

Επόμενο εμπόδιο, για την εξάπλωση χρήσης του RFID στον τομέα της υγείας, είναι ο χαμηλός προϋπολογισμός και το υψηλό κόστος χρήσης των συστημάτων RFID. Το κόστος παίζει αρκετά σημαντικό ρόλο, καθώς συμβάλει στην αργή υιοθέτηση της τεχνολογίας, κυρίως από τις μικρές φαρμακευτικές

βιομηχανίες. Όμως, η χρηματική αξία μερικών φαρμάκων είναι αρκετά μεγάλη και έχουν το περιθώριο απορρόφησης του επιπρόσθετου κόστους, που απαιτεί η ενσωμάτωση των αναμεταδοτών RFID στις φαρμακευτικές συσκευασίες. Παρόλα αυτά, λίγες είναι οι φαρμακευτικές εταιρίες που χρησιμοποιούν την τεχνολογία RFID σήμερα. Όπως προαναφέρθηκε στην ενότητα περιγραφής της εφοδιαστικής αλυσίδας φαρμακευτικών προϊόντων, αρκετοί είναι σήμερα οι υποστηρικτές χρήσης του γραμμωτού κώδικα, παρόλο που η τεχνολογία RFID θεωρείται το μέλλον για τέτοιου τύπου εφαρμογές.

Συμπερασματικά, εφαρμογές σαν τις παραπάνω μπορεί να βρίσκονται ακόμα σε πειραματικό στάδιο και να φαίνονται «ασήμαντες» σε κάποιον που δεν καταναλώνει φάρμακα ημερησίως, αποτελούν όμως σημαντικά εργαλεία για τους εμπλεκόμενους τέτοιων συστημάτων, όπως είναι οι ασθενείς, ιατρικό προσωπικό, φαρμακευτικές εταιρίες και άλλα. Επίσης, οι έξυπνες φαρμακευτικές συσκευασίες κάνουν τον ασθενή να συμμετέχει ενεργά στην δική του θεραπεία και απλοποιούν την διαδικασία διαχείρισης των φαρμάκων. Μειώνουν τα ιατρικά λάθη και ενισχύουν την δύναμη και ακεραιότητα του προϊόντος, ενώ υποστηρίζουν τη μάρκα του με τη χρήση νέων τεχνολογιών.

### 3.4 Συμπεράσματα & Σύνοψη

Συνοψίζοντας, στο κεφάλαιο αυτό εξετάστηκαν περιπτώσεις εφαρμογής έξυπνων συσκευασιών σε τρεις βασικούς τομείς. Αυτοί οι τομείς είναι η εφοδιαστική αλυσίδα, τα τρόφιμα και τα φαρμακευτικά προϊόντα. Στην εφοδιαστική αλυσίδα, η τεχνολογία RFID χρησιμοποιείται για την διαμόρφωση συστήματος διαχείρισης των προϊόντων, του οποίου οι έξυπνες ιδιότητες δύνονται με την ενσωμάτωση ειδικών ετικετών στις συσκευασίες, είτε σε μεμονωμένα προϊόντα, είτε σε παλέτες. Με αυτό το σύστημα, γίνεται ευκολότερη η διακίνηση των προϊόντων κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας, καθώς μπορούν να εντοπιστούν άμεσα, να προληφθούν ανακλήσεις και επιστροφές προϊόντων και άλλα. Επίσης, εξετάζεται η ποιότητα ευπαθών προϊόντων, όπως είναι τα τρόφιμα σε όλα τα στάδια δρομολόγησής τους. Στις συσκευασίες τροφίμων οι έξυπνες ιδιότητες δύνονται με την χρήση της τεχνολογίας RFID, σε συνδυασμό με δίκτυα αισθητήρων και δείκτες. Σε αυτόν τον τομέα εφαρμογής, σκοπός είναι η διασφάλιση και ο έλεγχος της ποιότητας των προϊόντων. Αυτό επιτυγχάνεται με τις ευφυείς συσκευασίες, όπου ο καταναλωτής ή ο λιανοπωλητής ενημερώνονται για την κατάσταση των τροφών από ειδικά διαμορφωμένα πληροφοριακά συστήματα. Άλλου τύπου συσκευασίες όπως οι ενεργές και βιοενεργές διατηρούν τα τρόφιμα σε κατάλληλες συνθηκών ώστε να αποφευχθεί τυχόν αλλοίωσή τους. Στις συσκευασίες φαρμάκων αναπτύσσονται εφαρμογές όπου η τεχνολογία RFID χρησιμοποιείται σε μεμονωμένα προϊόντα. Οι εφαρμογές αυτές διαμορφώνουν συστήματα υποστήριξης υγείας για ηλικιωμένους, συστήματα ελέγχου συμμόρφωσης των ασθενών, εφαρμογές σε νοσοκομειακές μονάδες, συστήματα παρακολούθησης ασθενών, ηλεκτρονικά ημερολόγια ασθενή και ηλεκτρονικά φαρμακεία. Τα προβλήματα που παρουσιάζονται σε αυτές τις εφαρμογές αφορούν κυρίως την προστασία προσωπικών δεδομένων και το αυξημένο κόστος χρήσης της τεχνολογίας RFID. Κάνοντας σύγκριση, το RFID χρησιμοποιείται περισσότερο σε επίπεδο παλετών στα τρόφιμα και σε

επίπεδο μεμονωμένων προϊόντων στα φαρμακευτικά προϊόντα. Ο λόγος που συμβαίνει αυτό είναι ότι ορισμένα φάρμακα έχουν αρκετά υψηλό κόστος, έως και 1000€, οπότε η ενσωμάτωση στην συσκευασία τους ενός αναμεταδότη των 0,30€, είναι πιο εύκολο να πραγματοποιηθεί από ότι σε κάποιο προϊόν φαγητού, όπου στην αξία του 1€, θα υπάρχει περιθώριο κέρδους 0,10€.

---



## Κεφάλαιο 4 - Ανάλυση σχεδίασης πρωτοτύπου έξυπνης φαρμακευτικής συσκευασίας

---

## Ανάλυση σχεδίασης πρωτοτύπου φαρμακευτικής έξυπνης συσκευασίας

---

Έπειτα από την κριτική επισκόπηση που πραγματοποιήθηκε στα προηγούμενα κεφάλαια, γύρω από την έννοια της έξυπνης συσκευασίας, των τεχνολογιών από τις οποίες διαμορφώνεται και τις εφαρμογές της, στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η διαδικασία σχεδίασης πρωτοτύπου έξυπνης φαρμακευτικής συσκευασίας και διαδραστικού συστήματος που να υποστηρίζει την αυτόνομη και ορθή λήψη φαρμάκων από τους ασθενείς στο σπίτι. Το πρωτότυπο αυτό διαμορφώνεται σύμφωνα με τις ανάγκες και τις απαιτήσεις των ασθενών, που είναι οι κύριοι χρήστες ενός τέτοιου συστήματος διαχείρισης φαρμάκων. Στόχος της σχεδίασης αυτής είναι η προστασία και η κάλυψη των αναγκών των εμπλεκομένων του συστήματος και η παροχή βοήθειας, ώστε να αποφεύγονται λάθη, όταν ακολουθείται μία συγκεκριμένη θεραπευτική αγωγή. Έχει γενικά διαπιστωθεί, ότι πολλά από τα προβλήματα υγείας συνεχίζουν να υπάρχουν και έπειτα από την ολοκλήρωση φαρμακευτικής αγωγής, λόγω του ότι οι ασθενείς δεν ακολούθησαν σωστά την θεραπευτική τους αγωγή. Προβλήματα σαν και αυτά μπορούν να μειωθούν ή και να εξλειφθούν με την χρήση έξυπνων λειτουργιών στις φαρμακευτικές συσκευασίες.

Τα ιατρικά προϊόντα και οι εφαρμογές προσαρμόζονται σε καινούρια δεδομένα που προκύπτουν από νέα δημογραφικά στοιχεία, που αφορούν την Ευρωπαϊκή Ένωση (Eurostat, 2004). Τα στοιχεία αυτά δείχνουν ότι ο αριθμός των ηλικιωμένων ατόμων συνεχώς αυξάνεται, ενώ, ταυτόχρονα, αυξάνεται και η ανάγκη για διατήρηση της υγείας τους σε ικανοποιητικό επίπεδο. Σύμφωνα με επίσημα ευρωπαϊκά στοιχεία το 16% του ευρωπαϊκού πληθυσμού είναι άνω των 65 ετών, με αρκετά μεγάλο ρυθμό αύξησης του τα τελευταία χρόνια. Επίσης, ένας στους τέσσερις ηλικιωμένους ανθρώπους περιγράφουν την κατάσταση της υγείας τους ως «κακή». Οπότε, γίνεται αντιληπτό ότι οι άνθρωποι στην ηλικία αυτή καταναλώνουν αρκετά φάρμακα ημερησίως και οφείλουν να έχουν αρκετά συχνή επικοινωνία με τον θεράποντα ιατρό τους. Ο μεγάλος αριθμός ιατρικών συνταγών, η πολυπλοκότητα που αφορά τη δοσολογία, η αλληλεπίδραση των φαρμάκων μεταξύ τους και η άρνηση συμμόρφωσης των ασθενών είναι τα κύρια προβλήματα χρήσης των φαρμάκων ανάμεσα στους ηλικιωμένους ανθρώπους και όχι μόνο.



## 4.1 Προβλήματα και ανάγκες κατά την υγειονομική περίθαλψη

Σύμφωνα με τον Forcinio (2003) τα κύρια προβλήματα και οι ανάγκες που πρέπει να εκπληρωθούν στον τομέα της υγείας είναι η αύξηση του βαθμού συμμόρφωσης ασθενών, η μείωση φαρμακευτικών λαθών και η εξάλειψη φαινόμενων πλαστογραφίας φαρμάκων. Έρευνες και δοκιμές διεξάγονται για την λύση των προβλημάτων αυτών, με τη χρήση της τεχνολογίας RFID.

### 4.1.1 Φαρμακευτικά λάθη και ασφάλεια ασθενή

Σύμφωνα με τον American National Coordinating Council for Medication Error Reporting and Prevention φαρμακευτικό λάθος θεωρείται «οποιοδήποτε προβλέψιμο γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε ακατάλληλη χρήση φαρμάκων ή να προκαλέσει βλάβη στον ασθενή, ενώ η φαρμακευτική αγωγή είναι υπό τον έλεγχο του επαγγελματία στον τομέα της υγείας, του ασθενή ή καταναλωτή. Τέτοια γεγονότα μπορεί να σχετίζονται με την επαγγελματική πρακτική, με προϊόντα για την φροντίδα της υγείας, με οδηγίες και συστήματα, συμπεριλαμβανομένου συνταγές και παραγγελίες, με ετικέτες προϊόντων, συσκευασίες και ονοματολογία, με την σύνθεση του φαρμάκου, την διαθεσιμότητα, την διανομή, την διαχείριση, την καταγραφή και τέλος τη χρήση» (Southard, 2005, FDA, 2008). Είναι αρκετά μεγάλο το ποσοστό των φαρμακευτικών λαθών που λαμβάνουν χώρα και προκαλούν σοβαρά προβλήματα στους ίδιους τους ασθενείς, ενώ παράλληλα, ζημιώνουν οικονομικά ιατρικούς φορείς και θεραπευτικές μονάδες.

Ένας από τα συνηθισμένα είδη φαρμακευτικών λαθών είναι η έλλειψη πληροφοριών και ενημέρωσης προς τους καταναλωτές που πρέπει να παρέχουν τα ίδια τα φάρμακα με σχετικές ενδείξεις στις συσκευασίες τους. Επίσης, οι μη κατανοητές πληροφορίες, όπως είναι οι συντομογραφίες και οι συντμήσεις λέξεων, που υπάρχουν σε οδηγίες, αποστρέφουν τους καταναλωτές από το να δίνουν προσοχή σε τέτοιου είδους πληροφορίες, αφού δεν αντιλαμβάνονται τι σημαίνουν. Λάθη προκαλούνται και από προβλήματα που εμφανίζονται κατά την παραγγελία φαρμάκων, όπως είναι ο δυσανάγνωστος γραφικός χαρακτήρας, η σύγχυση που προκαλείται στους ασθενείς μεταξύ φαρμάκων με παρόμοιο όνομα, οι μη κατανοητές οδηγίες χρήσης και άλλα. Τέλος, η φύλαξη φαρμάκων σε ακατάλληλες συνθήκες προκαλεί προβλήματα, καθώς περιβαλλοντικοί παράγοντες όπως η υγρασία και η αύξηση θερμοκρασίας, επηρεάζουν την κατάσταση των φαρμάκων με κίνδυνο αλλοίωσής τους. Οπότε οι καταναλωτές πρέπει να ενημερώνονται και να δίνουν προσοχή στις συνθήκες φύλαξης φαρμάκων.

Κατά καιρούς έχουν χρησιμοποιηθεί διάφορες μέθοδοι και τεχνικές, με στόχο την μείωση τέτοιου είδους προβλημάτων και επαγρύπνηση των καταναλωτών. Οι τεχνικές αυτές είναι η χρήση γραμμωτού κώδικα, ο έλεγχος των ονομάτων των φαρμάκων από τον αρμόδιο οργανισμό ελέγχου, η βελτίωση εμφάνισης των πληροφοριών που περιέχονται στις ετικέτες των φαρμάκων και η ενημέρωση του κοινού για την πρόληψη λαθών. Ο γραμμωτός κώδικας εφαρμόζεται κυρίως σε νοσοκομειακές μονάδες, όπου με την χρήση του κατάλληλου εξοπλισμού γίνεται η αναγνώριση ασθενή και η σύν-

δεση του ονόματός του με πληροφορίες που αφορούν την πάθησή του και την φαρμακευτική αγωγή που του χορηγείται. Ένα τέτοιο σύστημα στοχεύει στην μείωση φαινομένων που σχετίζονται με την λάθος αντιστοίχιση της ταυτότητας του ασθενή με την πάθησή του και την θεραπευτική του αγωγή. Η τεχνολογία RFID και οι εφαρμογές της σε νοσοκομειακές μονάδες, αποτελούν επέκταση του συστήματος του γραμμικού κώδικα, προσφέροντας επιπλέον χαρακτηριστικά και ιδιότητες μειώνοντας την συχνότητα εμφάνισης των φαρμακευτικών λαθών. Παραδείγματα από τέτοιου είδους εφαρμογές αναφέρονται στο σχετικό κεφάλαιο εφαρμογών. Κατά τον έλεγχο των ονομάτων απορρίπτονται ονομασίες φαρμάκων που είναι παρόμοιες με ήδη υπάρχουσες. Η βελτίωση εμφάνισης των πληροφοριών που υπάρχουν σε ετικέτες φαρμάκων γίνεται με την χρήση κατάλληλου μεγέθους γραμμάτων και αντίθεσης χρωμάτων, ώστε να είναι ευανάγνωστα για τους ασθενείς (FDA, 2008).

Η λάθος διαχείριση των ιατρικών συνταγών προκαλείται από την δυσκολία ενθύμησης του τρόπου που θα πρέπει να λαμβάνει ο ασθενής τα φάρμακά του και ο ακατάλληλος τρόπος εμφάνισης των οδηγιών χρήσης σε αυτά (Malkinson, 2001). Αρκετά προβλήματα προκύπτουν από το γεγονός ότι πολλά φάρμακα έχουν παρόμοιες ονομασίες, με αποτέλεσμα να δημιουργείται σύγχυση. Επίσης, οι επιγραφές και τα γράμματα από τα οποία είναι γραμμένα τα ονόματα των φαρμάκων, οφείλουν να είναι ευδιάκριτα και ευανάγνωστα. Σε αρκετές περιπτώσεις αυτό δεν συμβαίνει, καθώς τα γράμματα είναι μικρά σε μέγεθος και χρησιμοποιείται ποικιλία χρωμάτων δίνοντας έμφαση στην εμφάνιση και όχι στην αναγνωσιμότητα. Κάποιες πληροφορίες που είναι απαραίτητες πρέπει να αναγράφονται πάνω στις φαρμακευτικές συσκευασίες. Αυτές είναι, ο αριθμός των φαρμάκων που πρέπει να καταναλωθούν μέσα σε συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα, ο μέγιστος αριθμός των φαρμάκων που μπορούν να καταναλωθούν μέσα σε ένα 24ωρο, ο αριθμός φαρμάκων που μπορεί να καταναλωθεί κατά την διάρκεια συγκεκριμένης θεραπείας, οι παρενέργειες, τι διαδικασία πρέπει να ακολουθηθεί σε περίπτωση ανάγκης και οι αντενδείξεις.

### **4.1.2 Πλαστογράφιση φαρμακευτικών προϊόντων**

Το φαινόμενο της πλαστογραφίας παρουσιάζεται σε διάφορους τομείς της παγκόσμιας βιομηχανίας, όπως για παράδειγμα προϊόντα ένδυσης, προϊόντα οπτικοακουστικού υλικού και φαρμακευτικά προϊόντα. Η επίδραση του φαινομένου αυτού είναι αρκετά μεγάλη, καθώς πέρα από τις οικονομικές επιπτώσεις, μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στην δημόσια υγεία και ασφάλεια, ειδικότερα, όταν συμβαίνει σε φαρμακευτικά προϊόντα και ιατρικό εξοπλισμό. Η τεχνολογία RFID χρησιμοποιείται σε διάφορους τομείς, με στόχο την αποφυγή φαινομένων πλαστογραφίας ή αντιγραφής προϊόντων από μη εξουσιοδοτημένους φορείς (Harror, 2007). Μία από τις βασικές εφαρμογές της είναι η φαρμακευτική εφοδιαστική αλυσίδα. Έτσι, μπορεί να συμβάλει ενεργά και σε αυτόν τον τομέα προϊόντων.

Η διαδικασία της πλαστογράφησης, στον τομέα της ιατροφαρμακευτικής περίθαλψης, μπορεί να ερμηνευτεί ως μια κατάσταση, όπου το περιεχόμενο, που προβλέπεται να έχει μια φαρμακευτική συσκευασία, έχει αντικατασταθεί με άλλο. Όταν εντοπιστεί μια τέτοια συσκευασία πρέπει να ανακληθεί

από τον αρμόδιο κρατικό οργανισμό ελέγχου φαρμάκων, ολόκληρη η παρτίδα από το συγκεκριμένο φάρμακο. Με την τεχνολογία RFID η διαδικασία της ανάκλησης μπορεί να αποφευχθεί, καθώς παρέχεται επιτήρηση κατά την αποθήκευση και δρομολόγηση φαρμακευτικών προϊόντων, όπου μπορεί να εντοπιστεί που έλαβε χώρα η λάθος ενέργεια, οπότε άλλα παρόμοια προϊόντα θα αναγνωριστούν και θα εξεταστεί η ακεραιότητά τους. Σε διαδικασίες σαν την παραπάνω, μέχρι σήμερα, χρησιμοποιούνται άλλες μέθοδοι όπως τα ολογράμματα, ο γραμμωτός κώδικας και άλλα. Ο έλεγχος της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι διαδικασία που δεν επηρεάζει τον τρόπο χρήσης του φαρμακευτικού προϊόντος από τον ασθενή. Η πλαστογραφία φαρμάκων είναι μια διαδικασία που ο τελικός παραλήπτης του προϊόντος και καταναλωτής, δεν μπορεί να ελέγξει ή να αποτρέψει. Από την άλλη, ο καταναλωτής είναι αυτός που επηρεάζεται άμεσα από το αποτέλεσμα της όλης διαδικασίας.

Γενικότερα, η τεχνολογία RFID προβλέπεται ότι θα συμβάλει στην μείωση προβλημάτων που σχετίζονται με φαρμακευτικά προϊόντα και φαινόμενα πλαστογραφίας (FDA, 2006), στην σωστή δοσολογία και διάθεση φαρμάκων, στην καλύτερη εξυπηρέτηση των ασθενών σε ότι αφορά την ποιότητα των προϊόντων και την ευχρηστία. Η υιοθέτηση του RFID στον τομέα συσκευασίας φαρμάκων σκοπό έχει να βοηθήσει την επάρκεια, την ασφάλεια, την διαθεσιμότητα και να μειώσει τις ελλείψεις και τα λάθη. Αυτό πραγματοποιείται με την αυτοματοποίηση διαδικασιών όπως η επικοινωνία των φαρμακευτικών συσκευασιών με τις λειτουργίες που διεξάγονται στον χώρο αποθήκευσης και φύλαξης φαρμάκων, σε συνδυασμό με το προσωπικό και τους ασθενείς νοσοκομειακών μονάδων, δημιουργώντας ένα σύστημα επικοινωνίας και ελέγχου μέσω του ειδικού εξοπλισμού που χρησιμοποιεί η τεχνολογία RFID.

### **4.1.3 Συμμόρφωση ασθενή**

Ένα από τα κρίσιμα χαρακτηριστικά των χρηστών κατά την παρακολούθηση συγκεκριμένης φαρμακευτικής θεραπευτικής αγωγής είναι ο βαθμός συμμόρφωσης ασθενή. Ο όρος αυτός χρησιμοποιείται για να δηλώσει τον βαθμό που ο ασθενής παρακολουθεί σωστά την θεραπευτική του αγωγή, σύμφωνα με τις οδηγίες του θεράποντα ιατρού του. Με άλλα λόγια, αναφέρεται στον τρόπο που οι ασθενείς καταναλώνουν τα φάρμακά τους, σε ότι αφορά τη συνέπεια ως προς το χρόνο λήψης και τη δοσολογία. Η αντίθετη έννοια, της μη συμμόρφωσης, είναι η αποτυχία κατανάλωσης φαρμάκων την κατάλληλη ώρα και σε σωστές δόσεις, σύμφωνα με την ιατρική συνταγή που έχει χορηγηθεί στον ασθενή.

Αρχικά, πρέπει να προσδιοριστεί πως ακολουθεί σωστά τη θεραπεία του ένας ασθενής. Ανάλογα με το είδος της ασθένειας, χορηγείται στον ασθενή η κατάλληλη θεραπευτική αγωγή και ο ιατρός του δίνει οδηγίες για τον τρόπο που θα την ακολουθεί. Οι οδηγίες αυτές αναφέρονται σε πληροφορίες όπως η συχνότητα κατανάλωσης των φαρμάκων, η ποσότητα και άλλα. Ένα αρκετά μεγάλο ποσοστό ασθενών δεν συμμορφώνεται με τις οδηγίες των γιατρών και λαμβάνουν τα φάρμακά τους με λάθος τρόπο, ως προς την ποσότητα, το χρόνο και την διάρκεια που υποχρεούνται να ακολουθούν την θε-

ραπευτική τους αγωγή. Σύμφωνα με τον Haggop (2006) και στοιχεία από την εταιρεία MeadWestvaco, οι ασθενείς συγχέουν τον λόγο για τον οποίο υποχρεούνται να καταναλώσουν φάρμακα και δεν συνειδητοποιούν ότι η θεραπεία τους είναι απαραίτητη. Έτσι, υπάρχουν περιπτώσεις που οι ασθενείς δεν συμμορφώνονται με τις οδηγίες της θεραπευτικής τους αγωγής, ενώ άλλοι δεν καταναλώνουν τα φάρμακά τους σωστά. Πολλοί ασθενείς αποτυγχάνουν να ακολουθήσουν τις οδηγίες της ιατρικής συνταγής που τους χορηγείται, ενώ άνθρωποι ηλικίας άνω των 45 ετών, έχει διαπιστωθεί ότι διακόπτουν την θεραπεία τους πρόωρα.

Η συμμόρφωση των ασθενών στις οδηγίες των ιατρών εξαρτάται από πολλούς και διαφορετικούς παράγοντες. Οι βασικές αιτίες που οδηγούν στη μη συμμόρφωση του ασθενή είναι οι ακόλουθες:

- ο Αρχικά, παρατηρείται έλλειψη ενθύμησης. Με άλλα λόγια οι ασθενείς ξεχνάνε να πάρουν το φάρμακό τους την κατάλληλη ώρα ή συγχέουν πληροφορίες που αφορούν την δοσολογία και την συχνότητα λήψης φαρμάκων.
- ο Υπάρχουν περιπτώσεις όπου η φαρμακευτική αγωγή που χορηγείται στους ασθενείς δεν διανέμεται σε σημεία πώλησης φαρμάκων, με αποτέλεσμα να μην είναι εφικτό για τον ασθενή να προμηθευτεί τα απαραίτητα φάρμακα.
- ο Επόμενος παράγοντας, που δυσκολεύει την συμμόρφωση των ασθενών, είναι ότι αρκετές φορές ο σκοπός της θεραπείας τους δεν είναι σαφής. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να μην αντιλαμβάνεται ο ασθενής πόσο αναγκαία είναι η φαρμακευτική αγωγή για την εξέλιξη της υγείας του και να αδιαφορεί για το εάν θα την ακολουθήσει σωστά.
- ο Κατά τη διάρκεια της θεραπείας, ίσως να μην αντιλαμβάνεται ο ασθενής πως επιδρά η θεραπεία στην πορεία της υγείας του, οπότε αποθαρρύνεται και δεν ακολουθεί τις συμβουλές του ιατρού.
- ο Οι οδηγίες λήψης των φαρμάκων δεν είναι ξεκάθαρες από τον θεράποντα ιατρό ή τον φαρμακοποιό, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται διαφωνίες και σύγχυση στον ασθενή.
- ο Βασικό ρόλο παίζει και η φυσική και σωματική κατάσταση του ασθενή. Δυσκολίες όπως το άνοιγμα και κλείσιμο της φαρμακευτικής συσκευασίας, ο τρόπος διαχείρισης μικρών ταμπλετών και η ανικανότητα κατάποσης των χαπιών είναι μερικοί από τους παράγοντες που επηρεάζουν την συμμόρφωση του ασθενή. Ο βαθμός δυσκολίας χρήσης και διαχείρισης φαρμάκων εξαρτάται από ορισμένα χαρακτηριστικά του ασθενή, όπως είναι η ηλικία και η σωματική του ακεραιότητα. Ακόμα, πρέπει να υπάρχει ισορροπία στην επιλογή των σχεδιαστικών παραμέτρων μιας συσκευασίας, καθώς παρατηρούνται αντιθέσεις στις ανάγκες των ασθενών. Για παράδειγμα, τις μικρές σε μέγεθος συσκευασίες δυσκολεύονται να χειριστούν οι ηλικιωμένοι, ενώ οι μεγάλες συσκευασίες δεν μεταφέρονται εύκολα, ώστε να μπορεί ο ασθενής να τις έχει μαζί του όπου κι αν βρίσκεται. Επίσης, στις συσκευασίες φαρμάκων θα πρέπει να υπάρχουν μηχανισμοί που δυσκολεύουν το άνοιγμά τους από τα μικρά παιδιά, ενώ παράλληλα, θα πρέπει να είναι εύκολες στο άνοιγμα από ηλικιωμένους ασθενείς.

ο Η μη ελκυστική εμφάνιση των συσκευασιών και η δυσάρεστη γεύση των φαρμάκων, αποστρέφει τους ασθενείς από την παρακολούθηση της θεραπείας τους. Για παράδειγμα, υπάρχουν δύο είδη συσκευασιών για ταμπλέτες και χάπια, οι συσκευασίες μπουκαλιών και οι λεγόμενες διαφανείς συσκευασίες (blisters). Έχει διαπιστωθεί ότι οι τα μπουκάλια δυσκολεύουν την συμμόρφωση των ασθενών, καθώς δεν είναι ευδιάκριτο πόσα φάρμακα έχουν καταναλωθεί, ώστε να μπορεί ο ασθενής να ελέγξει την πορεία της θεραπείας του.

ο Όταν η θεραπευτική αγωγή είναι πολύπλοκη και εξαρτάται από διάφορες παραμέτρους δυσκολεύει τον ασθενή να την ακολουθήσει σωστά.

ο Τέλος, το αυξημένο κόστος ορισμένων φαρμάκων, στο οποίο δεν μπορούν να ανταποκριθούν οι ασθενείς και να προμηθευτούν ορισμένα φάρμακα με υψηλό κόστος.

Η πιο συχνή αιτία έλλειψης συμμόρφωσης, από αυτές που αναφέρονται παραπάνω, είναι η έλλειψη ενθύμησης της κατανάλωσης φαρμάκου. Έχουν χρησιμοποιηθεί διάφοροι τρόποι για να μειωθεί αυτό το φαινόμενο. Ένας από αυτούς είναι η μείωση της συχνότητας χορήγησης φαρμάκων από τους ιατρούς, κατά τη διάρκεια της ημέρας και η μείωση του αριθμού των φαρμάκων που ο ασθενής πρέπει να καταναλώσει. Δεν έχει αποδειχθεί ότι οι μέθοδοι αυτοί είναι αποτελεσματικοί, οπότε απαιτούνται πιο άμεσες λύσεις που θα αυτοματοποιούν την διαδικασία ενθύμησης, όπως η ενσωμάτωση ηχητικών σημάτων στις συσκευασίες. Επίσης, η έλλειψη συμμόρφωσης προκαλεί οικονομική επιβάρυνση στους ίδιους τους ασθενείς αλλά και στα ιατρικά κέντρα, καθώς η υγεία επιβαρύνεται περισσότερο, επομένως αυξάνονται τα ποσοστά εισαγωγής ασθενών στα νοσοκομεία και η ανάγκη για ιατρική φροντίδα από το σπίτι. Από την άλλη, οι έξυπνες φαρμακευτικές συσκευασίες στοχεύουν στην ενίσχυση της συμμόρφωσης του ασθενή, δημιουργώντας την αίσθηση ότι συμμετέχει ενεργά στην ίδια του την θεραπεία. Επίσης, απλοποιεί τον τρόπο διαχείρισης φαρμάκων, ώστε να μην μπερδεύεται ο ασθενής και να δημιουργείται σύγχυση εξαιτίας των παραγόντων που προαναφέρθηκαν (Wikipedia / patient compliance).

## 4.2 Ανασκόπηση και συσχέτιση εφαρμογών

Τα τελευταία χρόνια έχει παρατηρηθεί ραγδαία ανάπτυξη στην υιοθέτηση της τεχνολογίας RFID, σε όλο και περισσότερες εφαρμογές, που σχετίζονται με φαρμακευτικά προϊόντα και υπηρεσίες. Οι περισσότερες από τις εφαρμογές που αφορούν την διαχείριση φαρμακευτικών συσκευασιών εκτός ιατρικών μονάδων, στοχεύουν στην συμμόρφωση των ασθενών στις οδηγίες των ιατρών και την επιβεβαίωση ότι ο ασθενής έχει καταναλώσει το φάρμακό του σύμφωνα με την συνταγή που του έχει προταθεί. Εκτός από την διασφάλιση συμμόρφωσης ασθενή, οι εφαρμογές αυτές στοχεύουν να μειώσουν τα φαρμακευτικά λάθη και φαινόμενα πλαστογραφίας. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται σε εφαρμογές όπου ο ίδιος ο ασθενής χειρίζεται κάποιο σύστημα αλληλεπίδρασης.

Σύμφωνα με τις εφαρμογές που έχουν αναπτυχθεί σε αυτόν τον τομέα μέχρι σήμερα, οι οποίες ανα-

φέρονται στο σχετικό κεφάλαιο εφαρμογών, έχει γίνει προσπάθεια ελέγχου συμμόρφωσης από τους Ho Loc et all (2005), οι οποίοι σχεδίασαν ένα σύστημα υποστήριξης υγείας για ηλικιωμένους από το σπίτι. Σκοπός της εφαρμογής αυτής είναι η ανάπτυξη ενός συστήματος, το οποίο καταγράφει πότε ο ασθενής πήρε το χάπι του, ώστε να ελέγχεται αν ο ασθενής συμμορφώνεται στις οδηγίες που του έχουν δοθεί και ακολουθεί σωστά τη θεραπεία του. Το σύστημα αυτό αναφέρεται κυρίως σε ηλικιωμένους και λειτουργεί από τον οικιακό χώρο του ασθενή. Για την εφαρμογή του χρησιμοποιείται η τεχνολογία RFID και ένα δίκτυο αισθητήρων προσαρμοσμένο στις ανάγκες της εφαρμογής. Χρήστης του συστήματος μπορεί να είναι ο ίδιος ο ασθενής ή ο βοηθός του. Ο χρήστης επικοινωνεί με το σύστημα και επεμβαίνει σε αυτό από τον προσωπικό του υπολογιστή, μέσω του γραφικού περιβάλλοντος χρήστη, που είναι ειδικά διαμορφωμένο για ηλικιωμένους. Γενικά, στο σύστημα αυτό γίνεται προσπάθεια αντικειμενικής εξέτασης αν ο ασθενής έχει λάβει το φάρμακό του, καθώς εκτός από την μετακίνηση της συσκευασίας, καταγράφεται και υπολογίζεται και το βάρος του κουτιού που περιέχονται τα φάρμακα. Το σύστημα αυτό επεκτείνεται με την προσπάθεια παρακολούθησής των κινήσεων των ατόμων αυτών στον οικιακό τους χώρο με σκοπό την διαφύλαξη της σωματικής ακεραιότητάς τους και έγκαιρη παροχή βοήθειας σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης.

Άλλες εφαρμογές δεν αναφέρονται σε χρήση του συστήματος από τον ασθενή στον οικιακό του χώρο, αλλά σε συνεργασία με ιατρικά κέντρα. Συγκεκριμένα, τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούν την τεχνολογία RFID για την αναγνώριση των ασθενών, ώστε να αποφεύγονται ιατρικά λάθη, και για τον έλεγχο κυκλοφορίας φαρμάκων και ιατρικού εξοπλισμού στο εσωτερικό του νοσοκομείου. Πέρα από τα ιατρικά κέντρα, άλλες εφαρμογές αναφέρονται σε ηλεκτρονικά ημερολόγια ασθενών, στα οποία ο χρήστης εισάγει πληροφορίες που αφορούν την κατάσταση της υγείας του. Τα ημερολόγια αυτά συγκεντρώνουν πληροφορίες που εισάγει ο ασθενής στο σύστημα και αφορούν τον τρόπο που ακολουθεί την φαρμακευτική του αγωγή. Τα δεδομένα αυτά χρησιμοποιούνται σε κλινικές δοκιμές ή για την επικοινωνία του ασθενή με τον θεράποντα ιατρό του. Οι συγκεκριμένες εφαρμογές στοχεύουν στην αξιόπιστη συγκέντρωση πληροφοριών με την χρήση της τεχνολογίας RFID. Για τις εφαρμογές αυτές έχουν διαμορφωθεί έξυπνες συσκευασίες, όπως το Intelligent Pharmaceutical Packaging της Cyrak και η συσκευασία με το σύστημα Med-ic της εταιρείας Information Mediary. Οι συσκευές αυτές ενημερώνουν πότε ο ασθενής λαμβάνει το φάρμακό του και συνδέονται με φορητές συσκευές ή ηλεκτρονικούς υπολογιστές χρησιμοποιώντας την τεχνολογία RFID.

Όλες οι παραπάνω εφαρμογές έχουν κοινό χαρακτηριστικό ότι χρησιμοποιούν την τεχνολογία RFID και σχετίζονται άμεσα με την χρήση φαρμακευτικών προϊόντων. Σε ορισμένες από αυτές, στόχος είναι η ενθύμηση του ασθενούς να λάβει το φάρμακό του και να ακολουθήσει σωστά την φαρμακευτική του αγωγή. Σε άλλες περιπτώσεις, στόχος είναι η παρακολούθηση του ασθενή και η συγκέντρωση πληροφοριών, μέσω των οποίων αξιολογείται η αποτελεσματικότητα του φαρμάκου. Σε αυτή την εργασία, στόχος είναι η ανάπτυξη συστήματος έξυπνης φαρμακευτικής συσκευασίας, το οποίο χρησιμοποιείται από τον ίδιο τον ασθενή, διαμορφωμένο σύμφωνα με τις ανάγκες του και προσαρμοσμένο στην θεραπεία που πρέπει να ακολουθήσει και την ιατρική συνταγή που του έχει χορηγηθεί. Επίσης,



στόχος είναι η παροχή βοήθειας στον ασθενή και η ενεργή συμμετοχή του στην ίδια του τη θεραπεία. Η χρήση του συστήματος αυτού γίνεται από ιδιωτικό χώρο του ασθενή, όπως είναι η οικία του. Για τη σχεδίαση ενός τέτοιου συστήματος ακολουθήθηκαν τα βήματα της μεθόδου σχεδίασης γενικού πλαισίου (Contextual Design). Μέσω τις διαδικασίας αυτής έγινε ο εντοπισμός των αναγκών του ασθενή, κατά την παρακολούθηση ιατρικής θεραπείας και προέκυψαν τα προβλήματα που αντιμετωπίζει με την διαχείριση φαρμάκων. Λίγα λόγια για τη μέθοδο και τα στάδια σχεδίασης αναφέρονται στην παρακάτω ενότητα.

### 4.3 Σύντομη περιγραφή της σχεδίασης γενικού πλαισίου

Η σχεδίαση γενικού πλαισίου είναι μία μέθοδος ανθρωποκεντρικής σχεδίασης, που παρέχει στις σχεδιαστικές ομάδες συναφή βήματα εργασίας, ξεκινώντας από τα δεδομένα του χρήστη μέχρι τον τελικό σχεδιασμό. Οι καλύτερες ιδέες για τη σχεδίαση προκύπτουν από το πάντρεμα της λεπτομερούς κατανόησης των αναγκών του χρήστη και της γνώσης σε βάθος νέων τεχνολογιών από την σχεδιαστική ομάδα. Ο καλύτερος σχεδιασμός ενός προϊόντος ή συστήματος προκύπτει, όταν οι σχεδιαστές έχουν αναμειχθεί και ερμηνεύσει τα δεδομένα που λαμβάνουν από τον χρήστη και έχουν εκτιμήσει τι πραγματικά χρειάζονται οι άνθρωποι που χρησιμοποιούν ένα σύστημα ανθρώπινης δραστηριότητας. Για να γίνει σωστή προσέγγιση του πλαισίου δουλειάς, είναι αναγκαίο η σχεδιαστική ομάδα ή ο σχεδιαστής, να βρεθεί στο χώρο δουλειάς, έτσι ώστε να συλλέξει δεδομένα από συνεντεύξεις και παρατήρηση, μέσω της εθνογραφικής μεθόδου. Τα δεδομένα αυτά κυρίως αφορούν τη δομή οργάνωσης και λειτουργίας του συστήματος ανθρώπινης δραστηριότητας, αλλά και τον τρόπο δουλειάς του κάθε εμπλεκόμενου (Beyer, Holtzblatt, 1999, Simonsen, Kensing, 1997). Κατά την εφαρμογή της σχεδίασης γενικού πλαισίου ακολουθούνται συγκεκριμένα βήματα εργασίας. Στην ενότητα αυτή γίνεται σύντομη περιγραφή των βημάτων αυτών.

- **Αναζήτηση γενικού πλαισίου (contextual inquiry)**

Σε αυτό το στάδιο πραγματοποιείται η συνέντευξη από μέλη τις σχεδιαστικής ομάδας σε χρήστη του συστήματος, χρησιμοποιώντας εθνογραφική μέθοδο, δηλαδή την επίσκεψη στο χώρο δουλειάς. Μέσω της συνέντευξης αναπτύσσεται η σχέση μαθητή – μαθητευόμενου, ανάμεσα στον χρήστη και τον σχεδιαστή. Ο σχεδιαστής μαθαίνει πως διεξάγεται η δουλειά του χρήστη σημειώνοντας, κάνοντας ερωτήσεις και σχεδιάζοντας, ενώ ο χρήστης εξηγεί στον σχεδιαστή τον τρόπο εργασίας του. Τέλος, ο σχεδιαστής ενημερώνει το χρήστη για τα συμπεράσματα που έχουν προκύψει και γενικότερα για το τι ο ίδιος έχει αντιληφθεί.

- **Μοντέλα δουλειάς (work modelling)**

Τα μοντέλα δουλειάς είναι ειδικά διαμορφωμένα σχέδια, στα οποία καταγράφονται τα στοιχεία που

συνέλεξαν οι σχεδιαστές κατά την διάρκεια της αναζήτησης γενικού πλαισίου. Τα μοντέλα αυτά πραγματοποιούνται για να περιγράψουν τη δουλειά που έχει γίνει, αλλά και για να υπάρχει μία σχηματική αναπαράσταση των γεγονότων, που βοηθάει στην καλύτερη κατανόηση του τρόπου λειτουργίας του συστήματος που εξετάζεται. Επίσης, με αυτόν τον τρόπο είναι εύκολο να εντοπιστούν τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι χρήστες. Ορίζονται τα παρακάτω μοντέλα δουλειάς:

- ο Μοντέλο ροής (flow model), το οποίο αναπαριστά τις ροές επικοινωνίας μεταξύ ρόλων των εμπλεκομένων του συστήματος.
- ο Μοντέλο συνέχειας (sequence model), το οποίο αναπαριστά τους σκοπούς και τις ενέργειες των χρηστών.
- ο Μοντέλο τεχνουργημάτων ή φυσικών αντικειμένων (artefact model), το οποίο αναπαριστά φυσικά αντικείμενα χρήσιμα για την διεκπεραίωση κάποιας εργασίας.
- ο Μοντέλο κουλτούρας (cultural model), το οποίο αναπαριστά την αλληλεπίδραση των ρόλων.
- ο Φυσικό μοντέλο (physical model), το οποίο αναπαριστά την οργάνωση του φυσικού χώρου όπου διεξάγεται μία εργασία.

### • Ερμηνεία (interpretation)

Στο στάδιο αυτό ερμηνεύονται τα δεδομένα που προέκυψαν από τις συνεντεύξεις. Αυτό επιτρέπει στα μέλη της ομάδας να μοιραστούν τις απόψεις τους και να οδηγηθούν στην κατανόηση των πληροφοριών. Με αυτόν τον τρόπο ενισχύονται τα μοντέλα δουλειάς.

### • Συγκέντρωση (consolidation)

Τα δεδομένα από τα διάφορα μοντέλα συγκεντρώνονται μαζί, συγκρίνονται και προκύπτει μια γενική εικόνα του συστήματος και των προβλημάτων που προέκυψαν. Επίσης, διαμορφώνεται το διάγραμμα συνάφειας (affinity diagram) το οποίο θα βοηθήσει στην οργάνωση των ενδιαφερόντων και των καθηκόντων του κάθε χρήστη. Ένα τέτοιο διάγραμμα διαμορφώνεται από την αρχή χρησιμοποιώντας σημειώσεις από τα καθήκοντα του κάθε χρήστη ξεχωριστά και ομαδοποιώντας τα όταν κάποιες εργασίες είναι κοινές ή έχουν ομοιότητες.

### • Επανασχεδιασμός δουλειάς (work redesign)

Σε αυτό το στάδιο η σχεδιαστική ομάδα συζητάει προτεινόμενες λύσεις και ιδέες που προκύπτουν από τη συλλογή των δεδομένων. Αφού αξιολογηθούν τα θετικά και αρνητικά σημεία, προκύπτει ομόφωνη απόφαση. Το όραμα αυτό δείχνει το τι θα αφορά η καινούρια σχεδίαση. Χρησιμοποιούνται οι πίνακες ιστοριών (story boards) για να περιγράψουν τις λεπτομέρειες του σχεδιασμού, δηλαδή δίνουν μια πιο αναλυτική εικόνα για το όραμα της σχεδίασης.

- **Σχεδιασμός περιβάλλοντος πελάτη (user environment design)**

Ο σχεδιασμός περιβάλλοντος πελάτη περιλαμβάνει τις λειτουργίες και τις δομές που προέκυψαν για την επανασχεδίαση του συστήματος, οι οποίες εμφανίζονται σε ένα πλήρες αρχιτεκτονικό μοντέλο. Στο μοντέλο αυτό υποδηλώνονται συνδέσεις μεταξύ συντονισμένων ενεργειών ή δραστηριοτήτων που αλληλοϋποστηρίζονται, οι οποίες διεκπεραιώνουν μία εργασία.

- **Πρωτοτυποποίηση και έλεγχος στο χαρτί (paper prototyping)**

Από το σχεδιασμό περιβάλλοντος πελάτη σχεδιάζεται η διεπαφή του συστήματος, αρχικά σε χαρτί. Ο σχεδιαστής ζητάει από τον χρήστη ή πελάτη να διεκπεραιώσει συγκεκριμένες εργασίες. Με το πρόχειρο αυτό πρωτότυπο είναι εύκολο για το σχεδιαστή να κάνει αλλαγές και να επανακαθορίσει τη σχεδίασή του.

Συνοψίζοντας, η σχεδίαση γενικού πλαισίου, είναι μία μεθοδολογία που χρησιμοποιείται κυρίως για τη σχεδίαση διαδραστικών συστημάτων. Βοηθά στην κατανόηση συστημάτων ανθρώπινης δραστηριότητας και την τεκμηρίωση για τις σχεδιαστικές αποφάσεις που μπορεί να προκύψουν. Επίσης, βοηθά στην κατανόηση του τρόπου δουλειάς σε περιβάλλοντα εργασίας, δίνοντας δεδομένα που είναι δύσκολη η ανεύρεσή τους μόνο σε θεωρητικό επίπεδο.

## **4.4 Προφίλ χρηστών και συλλογή πληροφοριών**

Για την συγκέντρωση των απαραίτητων πληροφοριών σχετικά με τις αρμοδιότητες των χρηστών, την αλληλεπίδραση των εμπλεκόμενων μεταξύ τους, τον χώρο και τον τρόπο λειτουργίας του υπό εξέταση συστήματος, επιλέχθηκαν αντιπροσωπευτικοί μελλοντικοί χρήστες. Η επαφή του σχεδιαστή με τους χρήστες αναπτύσσεται με την παρακολούθηση του τρόπου κατανάλωσης των φαρμάκων και της γενικότερης συμπεριφοράς των ασθενών κατά τη διαχείριση των φαρμάκων. Κατά την διάρκεια της επαφής αυτής, όταν ήταν αναγκαίο γινόντουσαν ερωτήσεις από τον σχεδιαστή σχετικά με την φαρμακευτική αγωγή, την επικοινωνία του ασθενή με τον θεράποντα ιατρό, την συχνότητα και τον τρόπο ενθύμησης κατανάλωσης των φαρμάκων, την σχέση τους με τους εμπλεκόμενους, τον τρόπο αντιμετώπισης των προβλημάτων και άλλα. Η παρατήρηση και μόνο της συμπεριφοράς των χρηστών προσέφερε αρκετές πληροφορίες χρήσιμες για την μελέτη της συμπεριφοράς τους και τον τρόπο διαχείρισης των φαρμάκων.

- **Προφίλ χρηστών**

Σε αυτήν την ενότητα γίνεται αναφορά στα χαρακτηριστικά που είναι κρίσιμα για την αποδοχή του συστήματος, στις ανάγκες των χρηστών και τις απαιτήσεις τους. Με βάση αυτές τις πληροφορίες επιλέχθηκαν οι χρήστες που θα συμμετέχουν στη σχεδίαση του συστήματος. Πρωτογενείς χρήστες του συστήματος είναι οι ασθενείς που ακολουθούν θεραπευτική αγωγή, η οποία περιλαμβάνει τη χορήγηση φαρμάκων. Δευτερογενείς και τριτογενείς χρήστες θεωρούνται αυτοί που επικοινωνούν και

ανταλλάσσουν πληροφορίες με τον ασθενή, σε ότι αφορά την φαρμακευτική του αγωγή και έρχονται σε άμεση επαφή με τα φαρμακευτικά προϊόντα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν ο γιατρός και ο φαρμακοποιός.

Βασικά χαρακτηριστικά των χρηστών, με βάση τα οποία επιλέγονται για την εξέταση του τρόπου διαχείρισης φαρμάκων είναι η ηλικία και το φύλλο. Ο διαχωρισμός γίνεται με βάση δημογραφικά στοιχεία, που δίνουν πληροφορίες όπως σε ποια ηλικία οι άνθρωποι καταναλώνουν περισσότερα φάρμακα, ο ρυθμός αύξησης του πληθυσμού των ηλικιωμένων, ποια η κατάσταση της υγείας τους, η θνησιμότητα και άλλα. Οι πληροφορίες αυτές αναφέρονται στην εισαγωγή του κεφαλαίου. Σύμφωνα με αυτές τις πληροφορίες, επιλέχθηκαν χρήστες διαφόρων ηλικιών, καθώς η συμπεριφορά αλλάζει ανάλογα με την ηλικία. Βασικό στοιχείο για τον διαχωρισμό αυτό αποτελεί το γεγονός ότι καθώς αυξάνεται η ηλικία, αυξάνεται και η ανάγκη για την παροχή βοήθειας από δεύτερο άτομο κατά τη διάρκεια της θεραπείας.

Άλλα κρίσιμα χαρακτηριστικά των χρηστών είναι η συχνότητα και η ποσότητα κατανάλωσης φαρμάκων και το χρονικό διάστημα για το οποίο διαρκεί η θεραπεία. Όσο περισσότερα φάρμακα καταναλώνει ο χρήστης, τόσο περισσότερο αυξάνεται η πιθανότητα να προκληθεί σύγχυση, σε ότι αφορά την δοσολογία και τον τρόπο λήψης των φαρμάκων, επομένως να μειωθεί ο βαθμός συμμόρφωσης του ασθενή. Το πρόβλημα γίνεται εντονότερο στην περίπτωση που καταναλώνονται διαφορετικά είδη φαρμάκων για διαφορετικές ή ίδιες παθήσεις, ταυτόχρονα. Επίσης, εξετάζεται πόσο επηρεάζεται ο βαθμός συμμόρφωσης του ασθενή, σε σχέση με το χρόνο που διαρκεί η θεραπεία. Επόμενο χαρακτηριστικό είναι ο βαθμός εξοικείωσης των χρηστών με τη χρήση νέων τεχνολογιών και πληροφοριακών συστημάτων. Το χαρακτηριστικό αυτό είναι κρίσιμο καθώς ο χρήστης ενδέχεται να διαχειρίζεται τις συσκευασίες μέσω πληροφοριακού συστήματος, οπότε υποχρεούται να έχει την ευχέρεια χρήσης και γνώση του τρόπου λειτουργίας τέτοιων συστημάτων.

### • Συλλογή πληροφοριών

Κατά την αρχική επαφή, οι χρήστες ενημερώθηκαν ότι στόχος του σχεδιαστή είναι η κατανόηση του τρόπου διαχείρισης των φαρμάκων και η αναγνώριση των αναγκών και των προβλημάτων που αντιμετωπίζουν κατά την παρακολούθηση συγκεκριμένης θεραπευτικής αγωγής. Έπειτα, μέσω παρακολούθησης εξετάστηκε ποιες από αυτές τις ανάγκες δεν ικανοποιούνται, σύμφωνα με τα υπάρχοντα συστήματα και διατυπώθηκαν οι απαιτήσεις του υπό σχεδίαση συστήματος από τους ίδιους τους χρήστες. Οι πληροφορίες αυτές στη συνέχεια συγκεντρώθηκαν και αξιολογήθηκαν από το σχεδιαστή. Οι χρήστες εξέφρασαν την προσωπική τους άποψη, όμως δεν είναι σε θέση να αντιληφθούν ποιες είναι οι βασικές αιτίες από τις οποίες προκαλούνται προβλήματα και ποιες είναι οι τεχνολογικές δυνατότητες για τη λύση τους.

Παρόλο που οι χρήστες ήταν πρόθυμοι να βοηθήσουν, παρουσιάστηκαν μερικά προβλήματα. Σε ορισμένες περιπτώσεις, δεν ήταν εύκολος ο εντοπισμός των αναγκών των ασθενών, καθώς αρκετοί

είχαν βρει δικά τους τεχνάσματα, που τους βοηθούσαν και τους έδιναν λύση σε ορισμένα προβλήματα όπως, για παράδειγμα, στην ενθύμηση και ταξινόμηση των φαρμάκων. Επίσης, αρκετοί χρήστες δεν γνωρίζουν την ύπαρξη νέων τεχνολογιών, με αποτέλεσμα να δυσκολεύονται να κατανοήσουν τις δυνατότητες που αυτές προσφέρουν. Σημαντικές πληροφορίες συλλέχθηκαν και κατά την επικοινωνία με άλλους εμπλεκόμενους του συστήματος, όπως με τους βοηθούς των ασθενών. Οι πληροφορίες αυτές παρουσιάζονται μέσα από τα μοντέλα δουλειάς και αναλύονται στην επόμενη ενότητα ερμηνείας των δεδομένων.

## 4.5 Περιγραφή συστήματος - Μοντέλα δουλειάς

Η παρατήρηση των χρηστών και η συζήτηση μαζί τους ήταν αρκετά χρήσιμη. Παρόλα αυτά, οι εργασίες τους είναι πολύπλοκες και σε αρκετές περιπτώσεις οι αρμοδιότητες των εμπλεκόμενων του συστήματος αλληλεπικαλύπτονται. Ένα τέτοιο σύστημα είναι δύσκολο να περιγραφεί, λόγω των διαφορετικών παραμέτρων που πρέπει ο σχεδιαστής να λάβει υπόψη του. Η εκτέλεση των εργασιών δεν είναι κάτι χειροπιαστό και επομένως η προσπάθεια προσδιορισμού τους είναι δύσκολη διαδικασία. Μέσω των μοντέλων δουλειάς, έγινε προσπάθεια να παραχθεί μια πιο συμπαγή αναπαράσταση των εργασιών και του ρόλου που αναλαμβάνει ο κάθε χρήστης μέσα στο σύστημα. Η μοντελοποίηση ενός συστήματος ανθρώπινης δραστηριότητας δεν είναι κάτι εύκολο, για αυτό έπρεπε να γίνει προσπάθεια να αναπαρασταθούν κάθε φορά οι πιο σημαντικές πληροφορίες, ώστε να μην γίνει εμπλοκή σε χαοτικά σχεδιαγράμματα. Έτσι, η ενότητα αυτή χωρίζεται σε δύο μέρη, όπου στο ένα γίνεται αναφορά στους εμπλεκόμενους του συστήματος και στο άλλο περιγράφονται οι ροές επικοινωνίας μεταξύ τους.

### 4.5.1 Οι εμπλεκόμενοι του συστήματος

Το σύστημα που εξετάζεται είναι η διαχείριση των φαρμάκων από τον ασθενή, στον οικιακό του χώρο, κατά την παρακολούθηση συγκεκριμένης φαρμακευτικής αγωγής. Οι εμπλεκόμενοι και βασικοί χρήστες του συστήματος είναι ο ασθενής, ο βοηθός του ασθενή, ο φαρμακοποιός και ο θεράπων ιατρός. Όλοι οι παραπάνω έχουν σαν κοινά χαρακτηριστικά ότι επικοινωνούν με τον ασθενή, έρχονται σε άμεση επαφή με φαρμακευτικές συσκευασίες και επηρεάζουν ή διαμορφώνουν τον τρόπο λειτουργίας του συστήματος. Οπότε, οι εμπλεκόμενοι του συστήματος είναι οι εξής:

- **Ασθενής**

Ο βασικός χρήστης του συστήματος είναι ο ασθενής που ακολουθεί μια δεδομένη ιατρική θεραπεία, στην οποία περιλαμβάνεται φαρμακευτική αγωγή. Η θεραπεία διαρκεί για κάποιο χρονικό διάστημα, το οποίο καθορίζεται από τον ιατρό και εξαρτάται από την κατάσταση και την πορεία της υγείας του ασθενούς. Η βασική αρμοδιότητα του ασθενή είναι να συμμορφώνεται με τις οδηγίες του ιατρού, ώστε να έχει αποτέλεσμα η φαρμακευτική αγωγή. Επομένως, στόχος είναι η παρακολούθηση και κα-

τανόηση του τρόπου κατανάλωσης των φαρμάκων και επικοινωνίας του ασθενή με τους υπόλοιπους εμπλεκόμενους του συστήματος.

Υπάρχουν περιπτώσεις ασθενών που έχουν χρόνιες παθήσεις, με αποτέλεσμα να καταναλώνουν φάρμακα για μεγάλο χρονικό διάστημα, ακόμα και εφόρου ζωής. Άλλο χαρακτηριστικό που επηρεάζει την συμπεριφορά των ασθενών είναι η ποσότητα φαρμάκων που καταναλώνουν ημερησίως. Υπάρχουν περιπτώσεις όπου οι ασθενείς καταναλώνουν μεγάλη ποσότητα φαρμάκων, έως και πέντε διαφορετικά χάπια κατά τη διάρκεια της ημέρας. Τα χαρακτηριστικά αυτά, η διάρκεια θεραπείας και η ποσότητα φαρμάκων, αναφέρονται και παρουσιάζουν αυξημένο ενδιαφέρον, καθώς ανάλογα με τον τρόπο που συνδυάζονται σε κάθε περίπτωση, αυξάνονται τα προβλήματα και η πολυπλοκότητα του συστήματος που εξετάζεται. Επίσης, ανάλογα με την κατάσταση της υγείας του ασθενούς, την πάθηση, την ηλικία και άλλα χαρακτηριστικά, εξαρτάται η ικανότητα τού να ακολουθήσει σωστά την αγωγή που του έχει χορηγηθεί. Σε μερικές περιπτώσεις υπάρχουν κινητικά ή νοητικά προβλήματα, οπότε είναι απαραίτητη η παροχή βοήθειας από δεύτερο άτομο. Σε άλλες περιπτώσεις ο ασθενής εξυπηρετείται χωρίς την παροχή βοήθειας.

### • Βοηθός ασθενή

Ο βοηθός ανήκει στους άμεσα εμπλεκόμενους του συστήματος, καθώς η κύρια αρμοδιότητά του είναι η παρακολούθηση και η παροχή βοήθειας στον ασθενή. Παρόλα αυτά, ο ρόλος του είναι προαιρετικός, καθώς ο ασθενής μπορεί να εξυπηρετηθεί και χωρίς την βοήθειά του. Ο βοηθός μπορεί να είναι κάποιο συγγενικό ή φιλικό πρόσωπο, το οποίο είτε συγκατοικεί με τον ασθενή, είτε τον επισκέπτεται συχνά. Μερικές από τις αρμοδιότητες του βοηθού είναι να παρακολουθεί την πορεία της υγείας του ασθενή, να θυμίζει στον ασθενή πότε πρέπει να λάβει τα φάρμακά του, να τα ξεχωρίζει και να τα ταξινομήσει σε περίπτωση που ο ασθενής δεν μπορεί, να επικοινωνεί με τον θεράποντα ιατρό σε έκτακτη ανάγκη, να συνοδεύει τον ασθενή κατά τις ιατρικές του επισκέψεις και άλλα. Ο ρόλος του βοηθού συγκεντρώνει πολλές αρμοδιότητες, οι οποίες αυξάνονται ή μειώνονται κατά περίπτωση, ανάλογα με τις ανάγκες του ασθενή. Σε άλλες περιπτώσεις είναι απαραίτητη η συμμετοχή του, οπότε, αναφέρεται σαν ένας από τους βασικούς εμπλεκόμενους του συστήματος.

### • Ιατρός

Βασικός ρόλος του ιατρού, που έχει σημασία για το υπό σχεδίαση σύστημα, είναι ο εντοπισμός του προβλήματος υγείας του ασθενή και η χορήγηση φαρμακευτικής αγωγής, εφόσον χρειάζεται. Δεν είναι απαραίτητη προϋπόθεση η χορήγηση φαρμάκων, σαν αποτέλεσμα της επίσκεψης του ασθενή στον ιατρό. Για την περιγραφή του συστήματος, το ενδιαφέρον εστιάζεται σε περιπτώσεις όπου στη θεραπεία που προτείνει ο ιατρός, περιλαμβάνεται φαρμακευτική αγωγή. Η επικοινωνία του ασθενή με τον θεράποντα ιατρό τού δεν είναι στατική, αλλά εξελίσσεται και βασίζεται στην συνεργασία και την επαφή του ασθενή με τον ιατρό. Κατά τη διάρκεια της θεραπείας, ο ιατρός παρακολουθεί την πορεία της υγείας του ασθενή και μπορεί να αλλάξει ή να διακόψει την αγωγή όταν και εφόσον χρειαστεί.



Επίσης, ο ιατρός αλληλεπιδρά με το σύστημα, καθώς δέχεται ή δίνει πληροφορίες, είτε στον ασθενή, είτε στον βοηθό του. Επομένως, δεν είναι ο άμεσος χρήστης του συστήματος, αλλά είναι αυτός που διαμορφώνει και επηρεάζει τον τρόπο λειτουργίας του. Μπορεί να επέμβει σε αυτό ανά πάσα στιγμή και να το αναδιαμορφώσει ανάλογα με τις ανάγκες του ασθενή, αλλάζοντας τα δεδομένα λειτουργίας του, μέσω αλλαγής στην φαρμακευτική αγωγή.

- **Φαρμακοποιός**

Ο φαρμακοποιός είναι αρμόδιος για την παροχή φαρμάκων στους ασθενείς, όταν βρίσκονται εκτός νοσοκομείου. Ο ασθενής παρουσιάζει την ιατρική συνταγή, που του έχει δοθεί από τον ιατρό, στον φαρμακοποιό και αυτός με τη σειρά του, τον προμηθεύει με τα απαιτούμενα φάρμακα. Μερικές από τις αρμοδιότητες του φαρμακοποιού είναι να ενημερώνει τον ασθενή για τυχόν παρενέργειες των φαρμάκων, να δίνει διευκρινήσεις που αφορούν την δοσολογία, να παρέχει τις πρώτες βοήθειες και άλλα. Γενικότερα, λειτουργεί και σαν σύμβουλος στον ασθενή, χωρίς όμως να επεμβαίνει στις αποφάσεις του ιατρού. Άλλες αρμοδιότητες του φαρμακοποιού είναι η παροχή των πρώτων βοηθειών σε έκτακτες ανάγκες, διάφορες μετρήσεις, όπως η μέτρηση της αρτηριακής πίεσης, του βάρους σώματος και άλλα. Ο φαρμακοποιός επικοινωνεί με τον ασθενή ή τον βοηθό του. Παρόλο που δεν ανήκει στους άμεσα εμπλεκόμενους του συστήματος, επηρεάζεται από αυτό.

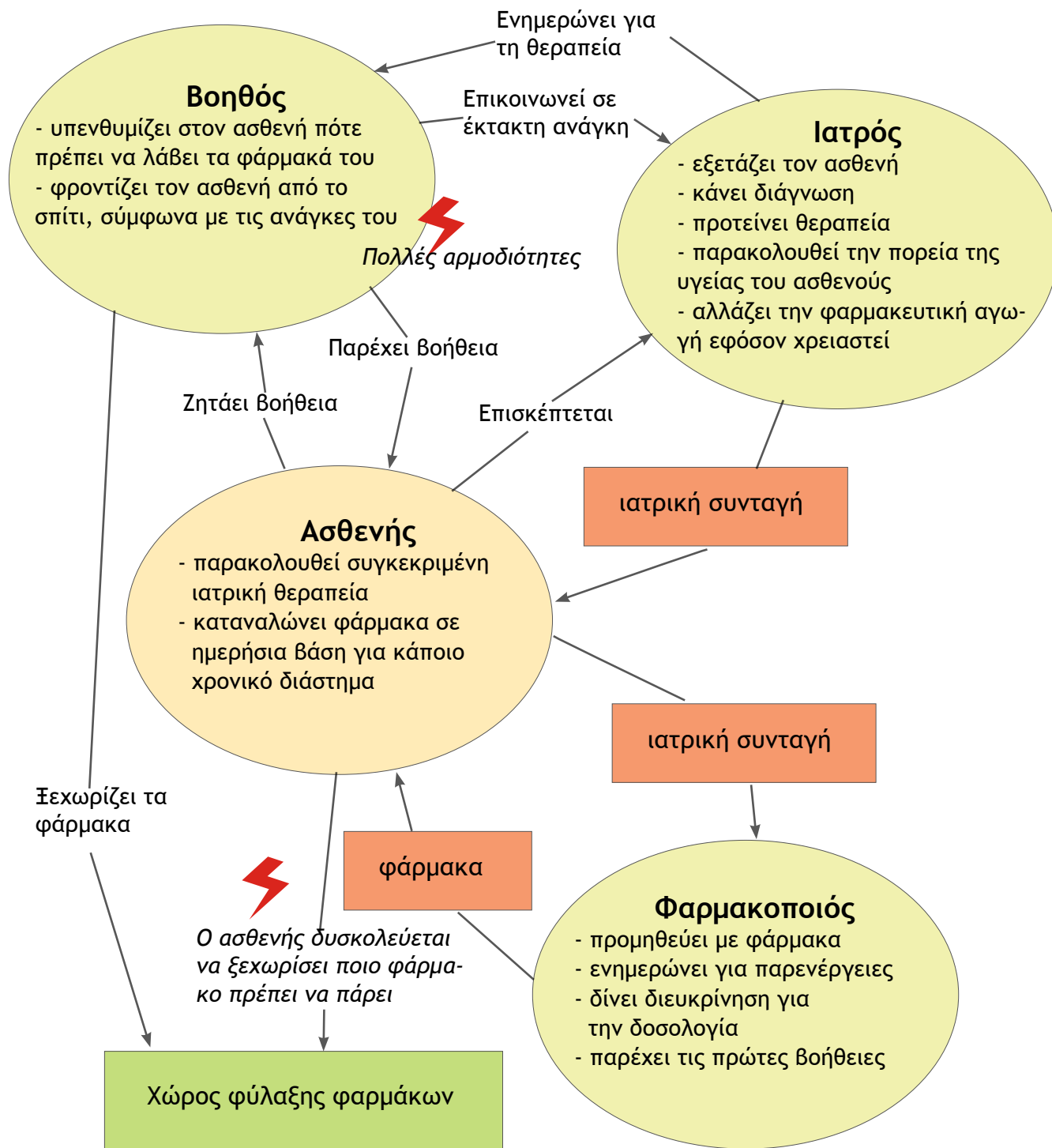
## **4.5.2 Ροές επικοινωνίας των εμπλεκόμενων του συστήματος**

Στην προηγούμενη ενότητα περιγράφηκαν συνοπτικά οι ρόλοι και οι αρμοδιότητες των εμπλεκόμενων του συστήματος. Το ενδιαφέρον εστιάζεται στην επικοινωνία των εμπλεκόμενων μεταξύ τους, με στόχο την καλύτερη εξυπηρέτηση του ασθενή, προστασία και ασφάλεια της υγείας του. Κατά την επικοινωνία αυτή, παρουσιάζονται προβλήματα και συγκρούσεις, για τις οποίες γίνεται αναφορά σε αυτήν την ενότητα. Στις επόμενες σελίδες παρουσιάζονται τα συγκεντρωτικά μοντέλα δουλειάς, όπου φαίνονται σχηματικά οι αρμοδιότητες των εμπλεκόμενων του συστήματος. Στο μοντέλο ροής παρουσιάζεται ο τρόπος που γίνονται οι εργασίες όταν ο ασθενής θέλει να καταναλώσει ένα χάπι. Έπειτα, περιγράφονται οι ροές επικοινωνίας των εμπλεκόμενων.

- **Ασθενής - Ιατρός**

Ο ασθενής που αντιμετωπίζει ένα πρόβλημα υγείας επισκέπτεται τον αρμόδιο ιατρό. Ο ιατρός εξετάζει τον ασθενή και ανάλογα με την διάγνωση, προτείνει την κατάλληλη θεραπεία. Μία θεραπεία μπορεί να αποτελείται από διάφορα χαρακτηριστικά και μεθόδους, ένα από τα οποία είναι η χορήγηση φαρμακευτικής αγωγής. Όπως προαναφέρθηκε, το ενδιαφέρον εστιάζεται στην περίπτωση όπου γίνεται η διαχείριση και κατανάλωση φαρμάκων από τον ασθενή. Ο ιατρός δίνει στον ασθενή γραπτώς την φαρμακευτική του αγωγή και οδηγίες κατανάλωσής των φαρμάκων, όπως είναι η δοσολογία και η συχνότητα λήψης τους. Το γραπτό αυτό κείμενο αποτελεί την ιατρική συνταγή του ασθενή.

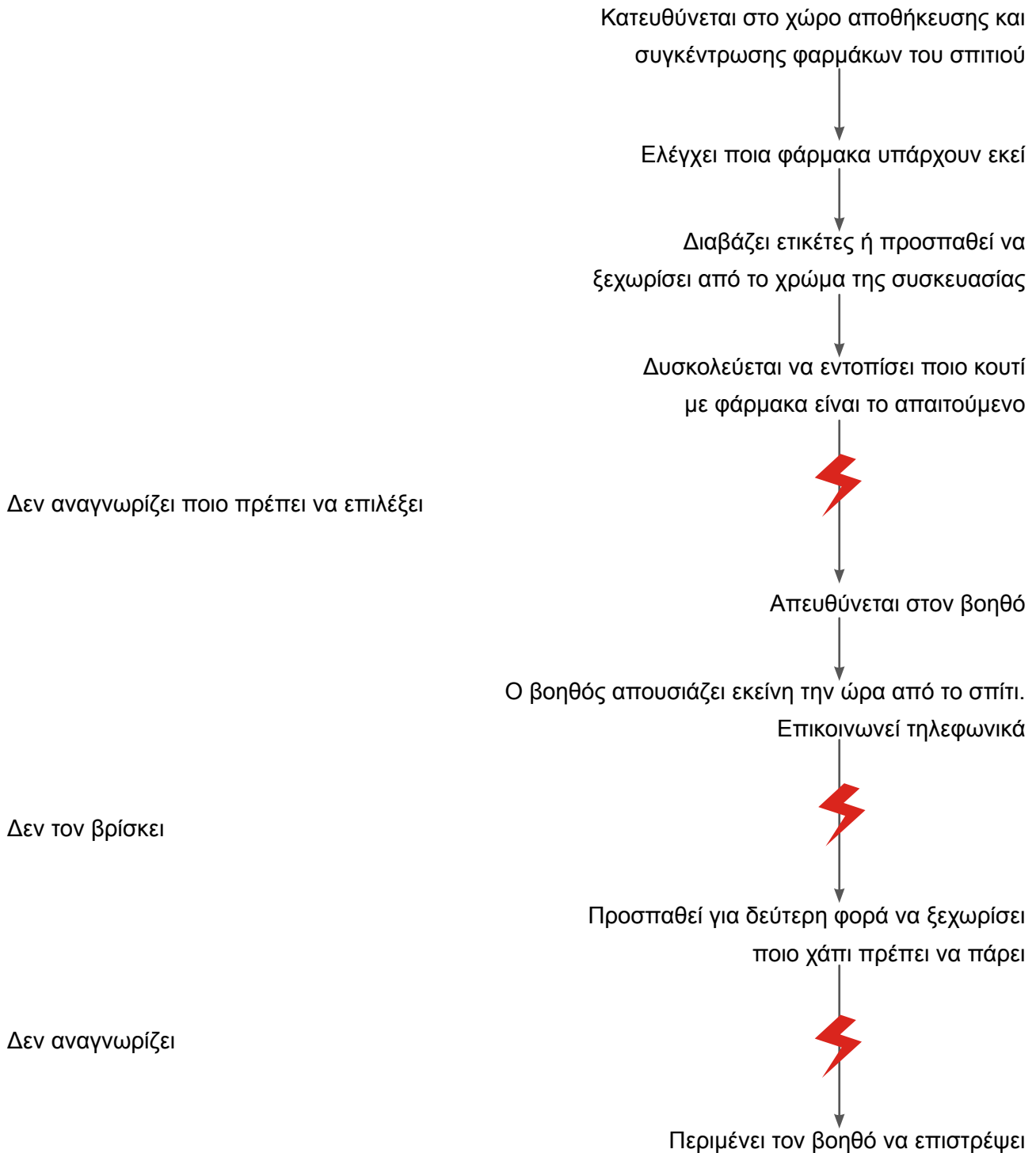
# Μοντέλο Ροής



Το μοντέλο ροής παρουσιάζει τον τρόπο επικοινωνίας του ασθενή με τους εμπλεκόμενους του συστήματος. Η περιγραφή σε αυτήν την ενότητα γίνεται με βάση τα γενικά χαρακτηριστικά που διακρίνουν ένα τέτοιο σύστημα και όχι ιδιαίτερες περιπτώσεις αλληλεπίδρασης μεταξύ των εμπλεκόμενων.

# Μοντέλο συνέχειας

**Σκοπός:** Ο ασθενής πρέπει να πάρει χάπι, ακολουθώντας συγκεκριμένη φαρμακευτική αγωγή.



**Αποτέλεσμα:** Καθυστερεί να λάβει το χάπι, οπότε δεν ακολουθεί σωστά την φαρμακευτική αγωγή.

Ο γιατρός είναι υπεύθυνος για την επιλογή των φαρμάκων που θα καταναλώσει ο ασθενής, ενώ παράλληλα, καθορίζει τον τρόπο και τον χρόνο που θα λάβει χώρα η όλη διαδικασία. Με άλλα λόγια οργανώνει τον τρόπο λειτουργίας του συστήματος και το προσαρμόζει στις ανάγκες και τις συνήθειες του ασθενή και χρήστη. Ο ιατρός παρακολουθεί την πορεία της υγείας του ασθενή, κατά την διάρκεια της θεραπείας και επεμβαίνει αλλάζοντας την φαρμακευτική αγωγή εφόσον χρειαστεί.

Υπάρχουν περιπτώσεις όπου οι ασθενείς δεν ακολουθούν τις οδηγίες των ιατρών, με αποτέλεσμα η κατάσταση της υγείας τους να παραμένει σταθερή ή να επιδεινώνεται. Συνηθισμένη αιτία αποτελεί το γεγονός ότι δεν κατανοούν τις οδηγίες του ιατρού. Ορισμένοι από αυτήν την κατηγορία ασθενών, δεν επισκέπτονται ξανά στον θεράποντα ιατρό τους, καθώς αισθάνονται αμηχανία, αφού δεν έχουν συμμορφωθεί με τις οδηγίες του.

Σε ορισμένες περιπτώσεις, ο ασθενής επισκέπτεται τον ιατρό ακολουθούμενος από συνοδό. Ο ρόλος του συνοδού σε αυτό το στάδιο ταυτίζεται με τον ρόλο του βοηθού ασθενή. Ο συνοδός βοηθάει τον ασθενή στη μετακίνησή του, όταν υπάρχει πρόβλημα κινητικό. Παράλληλα, συμμετέχει στην επικοινωνία του ιατρού με τον ασθενή ακούγοντας τις συμβουλές και οδηγίες του ιατρού, ώστε να μπορεί στη συνέχεια να προσφέρει βοήθεια στον ασθενή σε όλη την πορεία της θεραπείας του.

### • Ασθενής - Φαρμακοποιός

Έπειτα από την επικοινωνία με τον ιατρό, για να ξεκινήσει την θεραπεία του ο ασθενής προμηθεύεται τις συσκευασίες φαρμάκων από τα καταστήματα πώλησης φαρμάκων, τα φαρμακεία. Ο ασθενής δίνει στον φαρμακοποιό την ιατρική συνταγή, που έχει προμηθευτεί από τον ιατρό. Ο φαρμακοποιός, με τη σειρά του, δίνει στον ασθενή τα απαραίτητα φάρμακα, που αναγράφονται στην ιατρική συνταγή και τον ενημερώνει για την δοσολογία. Σε ορισμένες περιπτώσεις ο φαρμακοποιός κάνει διευκρινήσεις για τυχόν παρενέργειες των φαρμάκων και δίνει συμβουλές ή ενημερώνει τον ασθενή για άλλες σημαντικές πληροφορίες. Επίσης, ο ασθενής και γενικότερα οι πολίτες σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης και για την παροχή των πρώτων βοηθειών απευθύνεται στον φαρμακοποιό.



Εικ. 60. Φαρμακευτική συσκευασία όπου είναι εμφανείς οι σημειώσεις του φαρμακοποιού «1 το μεσημέρι».

Για την καλύτερη εξυπηρέτηση του ασθενή, οι πληροφορίες που αναφέρονται στην ιατρική συνταγή γράφονται από ορισμένους φαρμακοποιούς πάνω στην φαρμακευτική συσκευασία, ώστε να μην ξεχνάει ο ασθενής την δοσολογία. Το ύφος γραφής των πληροφοριών αυτών είναι, για παράδειγμα, «1 πρωί, βράδυ» (εικόνα 60). Η ενέργεια αυτή εξυπηρετεί αρκετά τον ασθενή, ιδιαίτερα σε περίπτωση που καταναλώνει πολλά φάρμακα ταυτόχρονα, καθώς μπορεί να ενημερώνεται άμεσα για την δοσολογία, χωρίς να ψάχνει για την ιατρική συνταγή. Παρόλα αυτά, η μέθοδος αυτή αποτελεί ένα τέχνασμα, το οποίο δεν εξασφαλίζει την συμμόρφωση του ασθενή. Παρατηρούνται προβλήματα όπως το ότι ο γραφικός χαρακτήρας του φαρμακοποιού δεν είναι αναγνωρίσιμος από τον ασθενή, υπάρχει η πιθανότητα να γραφούν λάθος πληροφορίες και άλλα.

Η επικοινωνία του ασθενή με τον φαρμακοποιό μπορεί να μην γίνεται άμεσα, αλλά με την διαμεσολάβηση του βοηθού ασθενή. Σε περίπτωση που ο ασθενής δεν είναι σε θέση να πάει στο φαρμακείο, ο βοηθός ασθενή θα προβεί στην αγορά των φαρμάκων. Η επικοινωνία με το φαρμακοποιό λαμβάνει χώρα με τον ίδιο ακριβός τρόπο και κάτω από τις ίδιες συνθήκες, όπως περιγράφηκε παραπάνω, με τη διαφορά ότι ο βοηθός μεταφέρει τις πληροφορίες που παίρνει από τον φαρμακοποιό στον ασθενή.

Ένα από τα προβλήματα που δημιουργούνται, κατά την επικοινωνία του ασθενή με τον φαρμακοποιό, είναι η παράδοση στον ασθενή λάθος φαρμακευτική αγωγή. Το γεγονός αυτό, μπορεί να προκαλέσει ανεξέλεγκτες επιπτώσεις στην πορεία της υγείας του ασθενή. Ο ασθενής και παραλήπτης φαρμάκων είναι υπεύθυνος να ελέγχει εάν το προϊόν που παρέλαβε είναι αυτό που αναγράφεται στην ιατρική συνταγή και ο φαρμακοποιός, με τη σειρά του, οφείλει να είναι ιδιαίτερα προσεκτικός. Υπάρχουν περιπτώσεις ασθενών που δεν έχουν την δυνατότητα να ελέγξουν το είδος, να αναγνωρίσουν το όνομα των φαρμάκων που τους χορηγεί ο ιατρός και να το συγκρίνουν με το προϊόν που παραλαμβάνουν. Οι ασθενείς αυτοί είναι συνήθως ηλικιωμένοι ή ασθενείς με προβλήματα στην όραση και δυσκολία στην ανάγνωση. Από την μεριά του φαρμακοποιού, οι αίτιες από τις οποίες προκαλούνται τέτοιες ενέργειες είναι το φόρτο εργασίας, η δυσκολία ανάγνωσης των πληροφοριών που περιέχονται στην ιατρική συνταγή και άλλα.

### • Οικιακός χώρος ασθενή

Τα φάρμακα μεταφέρονται στην οικία του ασθενή και ξεκινάει η θεραπευτική του αγωγή. Γενικά, στα φαρμακευτικά προϊόντα αναγράφονται οδηγίες ορθολογικής χρήσης φαρμάκων που περιέχουν πληροφορίες όπως, το ότι πρέπει να φυλάσσονται κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες περιβάλλοντος, δηλαδή τιμές θερμοκρασίας και ποσοστά υγρασίας, σε ασφαλές μέρος μακριά από παιδιά και ότι πρέπει να ελέγχεται συχνά η ημερομηνία λήξης τους. Στις οικίες των ασθενών, συνήθως υπάρχει συγκεκριμένος χώρος αποθήκευσης φαρμάκων, όπου συγκεντρώνονται φαρμακευτικές συσκευασίες διαφόρων ειδών. Ο χώρος αυτός μπορεί να είναι κουτί, συρτάρι ή ερμάριο. Συνήθως, οι συσκευασίες των φαρμάκων είναι ταξινομημένες στο χώρο αυτό, σύμφωνα με τον τρόπο και την συχνότητα χρήσης τους από τους καταναλωτές και κατοίκους του σπιτιού. Μπορεί να ταξινομηθούν ανάλογα

με την ημερομηνία λήξης, την συχνότητα κατανάλωσης, το μέγεθος της συσκευασίας και άλλα. Για παράδειγμα, συσκευασίες φαρμάκων που καταναλώνονται σε μεγαλύτερη συχνότητα, είναι τοποθετημένες σε εμφανές σημείο, πάνω ή μπροστά από άλλες συσκευασίες για να εντοπίζονται, να μετακινούνται και να επανατοποθετούνται στην ίδια θέση με ευκολία. Επίσης, σημαντικό παράγοντα για την ταξινόμηση των φαρμάκων στο χώρο αυτό, αποτελεί το μέγεθος και η ποσότητα των συσκευασιών που είναι τοποθετημένες στο εσωτερικό του. Οι μικρές σε μέγεθος συσκευασίες τοποθετούνται στο πάνω μέρος για να είναι ευδιάκριτες, ενώ, κάθε καινούριο προϊόν που αγοράζεται, τοποθετείται πίσω ή κάτω από το παλιό που ήδη υπάρχει και δεν έχει καταναλωθεί ακόμα.

Προβλήματα παρουσιάζονται όταν ο χρήστης δεν μπορεί να εντοπίσει που βρίσκεται το φάρμακο που ψάχνει. Ένας από τους λόγους που προκύπτει αυτό το πρόβλημα είναι η άτακτη τοποθέτηση των φαρμάκων στο χώρο φύλαξής τους. Στην εικόνα 61 παρουσιάζεται ένα τέτοιο παράδειγμα όπου δεν ξεχωρίζουν οι συσκευασίες, καθώς δεν είναι ευδιάκριτο το όνομα, το χρώμα της συσκευασίας και άλλα χαρακτηριστικά γνωρίσματα του φαρμακευτικού προϊόντος, λόγω άτακτης τοποθέτησής τους. Το πρόβλημα γίνεται εντονότερο όταν ο ασθενής δυσκολεύεται να ξεχωρίσει ποιο φάρμακο πρέπει να καταναλώσει, λόγω δυσκολιών στην ανάγνωση ή λόγω ελλιπής όρασης. Έτσι, ενώ ο ασθενής ψάχνει για ένα φάρμακο που βρίσκεται στο εσωτερικό του χώρου φύλαξης, δεν μπορεί να το εντοπίσει. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αποθάρρυνση του ασθενή να ακολουθήσει την φαρμακευτική του αγωγή σύμφωνα με τις οδηγίες του ιατρού, οπότε μειώνεται ο βαθμός συμμόρφωσης του. Επίσης, οδηγείται σε λάθος εκτιμήσεις, καθώς όταν ψάχνει ένα φαρμακευτικό προϊόν και δεν το εντοπίζει, του δημιουργείται η εντύπωση πως δεν υπάρχει, οπότε υποχρεούται να αγοράσει καινούριο προϊόν, με αποτέλεσμα να συσσωρεύονται ίδια προϊόντα στον χώρο φύλαξης.



**Εικ. 61.** Χώρος αποθήκευσης φαρμάκων όπου οι συσκευασίες είναι άτακτα τοποθετημένες. Όπως φαίνεται και στην εικόνα, δεν είναι ευδιάκριτα τα ονόματα ορισμένων φαρμάκων και μεγαλύτερες σε μέγεθος συσκευασίες βρίσκονται πάνω από μικρότερες.



Συγκεκριμένος χώρος τοποθέτησης και ταξινόμησης φαρμάκων δεν υπάρχει πάντα. Σε άλλες περιπτώσεις τα φάρμακα τοποθετούνται σε κάποιο ευδιάκριτο σημείο του σπιτιού, ώστε να μπορεί ο ασθενής να βλέπει τις συσκευασίες και να θυμάται ότι πρέπει να καταναλώσει. Η διαδικασία αυτή αποτελεί λύση για το πρόβλημα έλλειψης ενθύμησης κατανάλωσης φαρμάκων την προβλεπόμενη ώρα. Αυτό συνήθως γίνεται σε περιπτώσεις όπου η θεραπεία διαρκεί για σύντομο χρονικό διάστημα, οπότε οι συσκευασίες φαρμάκων δεν παραμένουν εκεί μόνιμα, αλλά για το διάστημα που διαρκεί η θεραπεία. Πέρα από τον τρόπο ταξινόμησης των φαρμάκων το ενδιαφέρον εστιάζεται στον τρόπο που διακινούνται τα φάρμακα στο εσωτερικό της οικίας από τον ασθενή, διαδικασία που περιγράφεται παρακάτω.

### • Συμπεριφορά ασθενή στον οικιακό του χώρο

Για να έχει αποτέλεσμα η θεραπευτική αγωγή που έχει δώσει ο ιατρός στον ασθενή, θα πρέπει να ακολουθούνται σωστά οι οδηγίες του ιατρού. Έτσι, ο ασθενής θα πρέπει να συμμορφώνεται με τις απαιτήσεις των ιατρικών οδηγιών. Όπως αναφέρθηκε στην αρχή του κεφαλαίου, τα ποσοστά των ασθενών που δεν συμμορφώνονται με τις οδηγίες των ιατρών είναι αρκετά υψηλά, γεγονός που πιστοποιεί ότι τα φάρμακα δεν καταναλώνονται σωστά. Αυτή η διαπίστωση επιβεβαιώνεται, με βάση την συμπεριφορά των ασθενών που μελετήθηκαν. Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται ο τρόπος που διαχειρίζεται ο ίδιος ο ασθενής τα φάρμακα στον οικιακό του χώρο και δημιουργείται μια πληρέστερη εικόνα για τη σχέση του με τον βοηθό.

Ο ασθενής ταξινομεί τα φάρμακά του στο χώρο αποθήκευσής τους, ή σε άλλο σημείο του σπιτιού, όπου θεωρεί ότι μπορούν να τοποθετηθούν για μεγαλύτερη διευκόλυνσή του. Οι συσκευασίες παραμένουν στον χώρο αυτό για το διάστημα που διαρκεί η θεραπεία. Κατά την διάρκεια της θεραπείας ο ασθενής καταναλώνει το φάρμακό του, σύμφωνα με την συχνότητα που έχει προταθεί από τον ιατρό. Την προβλεπόμενη ώρα ο ασθενής επιλέγει το φάρμακο που αναμένεται να καταναλωθεί. Αφαιρεί το χάπι από την εσωτερική συσκευασία και έπειτα επανατοποθετεί την συσκευασία στην αρχική της θέση. Σε αυτό το στάδιο παρατηρήθηκε ότι προκύπτουν τα προβλήματα συμμόρφωσης ασθενή. Οι ασθενείς δεν καταναλώνουν σωστά τη θεραπεία τους γιατί παρουσιάζονται προβλήματα σε δύο βασικά σημεία. Το ένα είναι η δυσκολία ενθύμησης ότι πρέπει να λάβουν τα φάρμακά τους την συγκεκριμένη ώρα και το άλλο είναι η δυσκολία αναγνώρισης του φαρμάκου που πρέπει να καταναλώσουν. Στην δεύτερη περίπτωση, βασική προϋπόθεση αποτελεί το γεγονός ότι ο ασθενής καταναλώνει πάνω από δύο διαφορετικά είδη φαρμάκων.

### ο Δυσκολία ενθύμησης

Η βασική αιτία μείωσης του βαθμού συμμόρφωσης του ασθενή είναι η έλλειψη ενθύμησης. Έλλειψη ενθύμησης σημαίνει ότι ο ασθενής δεν θυμάται πότε πρέπει να λάβει τα φάρμακά του ή ότι την δεδομένη στιγμή που πρέπει, δεν το αντιλαμβάνεται ότι είναι η κατάλληλη ώρα και ξεχνάει να καταναλώσει την προβλεπόμενη δόση. Όταν ο ασθενής αντιληφθεί ότι έχει περάσει η ώρα, είτε καταναλώνει

εκ των υστέρων το φάρμακο, είτε αγνοεί τη δόση και περιμένει να έρθει η ώρα για την επόμενη. Όπως γίνεται αντιληπτό, η έλλειψη ενθύμησης προκαλεί προβλήματα και σύγχυση στον ασθενή, με αρνητικές επιπτώσεις στην πορεία της θεραπείας του. Όταν οι ασθενείς ρωτήθηκαν αν θυμούνται να καταναλώσουν τα φάρμακά τους στην ώρα που προβλέπεται, η πλειοψηφία απάντησε θετικά. Παρόλο που στους ίδιους δημιουργείται αυτή η εντύπωση, στην πράξη αποδεικνύεται πως δεν είναι και τόσο συνεπείς όσο δηλώνουν. Αρκετοί παράγοντες ευθύνονται για την συμπεριφορά αυτή. Μερικοί από αυτούς είναι οι πολλές υποχρεώσεις και δραστηριότητες των ασθενών κατά τη διάρκεια της ημέρας, το γεγονός ότι υποτιμούν την σημασία της πάθησής τους και δεν θεωρούν προτεραιότητα την κατανάλωση φαρμάκων και άλλα.

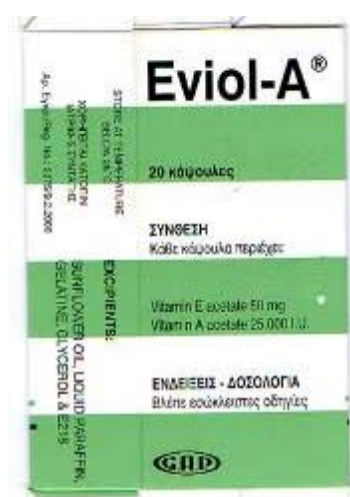
Οι ασθενείς που είναι συνεπείς με την φαρμακευτική τους αγωγή, συνήθως χρησιμοποιούν διάφορα τεχνάσματα που τους βοηθούν να συμμορφώνονται. Για παράδειγμα, η τοποθέτηση των συσκευασιών σε εμφανές σημείο του σπιτιού δίνει την δυνατότητα στον ασθενή οποιαδήποτε στιγμή της ημέρας έχει οπτική επαφή με τα φάρμακα, γεγονός που τον βοηθάει να θυμάται ότι πρέπει να τα καταναλώσει. Άλλη περίπτωση είναι η ρύθμιση ειδικής υπενθύμισης με τη χρήση ήχου και σήμανσης στο κινητό τηλέφωνο του ασθενή συγκεκριμένη ώρα της ημέρας, όπου πρέπει να καταναλώσει συγκεκριμένο φάρμακο. Επίσης, αρκετοί ασθενείς συνδέουν χρονικά την κατανάλωση φαρμάκων πριν ή μετά από τις καθημερινές τους συνήθειες ή προγραμματισμένες ενέργειες, που εκτελούν κατά την διάρκεια της ημέρας. Για παράδειγμα, η κατανάλωση φαρμάκων πριν ή μετά από κάποιο γεύμα, πριν από το νυχτερινό ύπνο, μετά το πρωινό ξύπνημα και άλλα.

### ο Δυσκολία αναγνώρισης των φαρμάκων

Επόμενο πρόβλημα που αντιμετωπίζουν οι ασθενείς είναι η δυσκολία αναγνώρισης των φαρμάκων που πρέπει να καταναλώσουν. Σε αυτή την περίπτωση, οι ασθενείς μπορεί να θυμούνται ότι πρέπει



Εικ. 62. Φάρμακο Eviol του οποίου η συσκευασία έχει πράσινο χρώμα.



Εικ. 63. Φάρμακο Eviol A του οποίου η συσκευασία έχει πράσινες και άσπρες ρίγες. Είναι εμφανές ότι ξεχωρίζει από το Eviol.

να καταναλώσουν το φάρμακο τους, δεν μπορούν όμως να εντοπίσουν ποιο ακριβώς χάπι προβλέπεται, σύμφωνα με τις οδηγίες του ιατρού, για τη δεδομένη χρονική στιγμή. Είναι αρκετές οι αιτίες από τις οποίες προκαλείται αυτό το πρόβλημα. Μερικές από αυτές είναι προβλήματα στην όραση του ασθενή, οπότε δεν είναι σε θέση να διαβάσει το όνομα που αναγράφεται στη συσκευασία του φαρμάκου ή να εντοπίσει και να ξεχωρίσει την συσκευασία από τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα της.

Συσκευασίες οι οποίες είναι παρόμοιες, σε ότι αφορά την εξωτερική εμφάνισή τους, δηλαδή έχουν κοινά χαρακτηριστικά όπως χρώμα, μέγεθος και ύψος γραφής γραμμμάτων, τείνουν να προκαλούν σύγχυση στον ασθενή, καθώς είναι πολύ πιθανό να τις μπερδέψει και να επιλέξει λάθος φάρμακο. Ένα παράδειγμα φαίνεται στις εικόνες 62 και 63, όπου η σχεδίαση της εξωτερικής εμφάνισης της συσκευασίας βοηθάει στον να ξεχωρίζει ο ασθενής ότι πρόκειται για δύο διαφορετικά φάρμακα, των οποίων το όνομα μοιάζει αρκετά. Το πρόβλημα δυσκολίας αναγνώρισης φαρμάκων γίνεται εντονότερο με την άτακτη τοποθέτηση των φαρμάκων στον χώρο αποθήκευσής τους, που αναφέρεται σε προηγούμενη ενότητα.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάστηκε στη συμπεριφορά ηλικιωμένων ατόμων, στους οποίους το πρόβλημα αναγνώρισης εμφανίστηκε σε μεγαλύτερο ποσοστό. Οι ηλικιωμένοι ασθενείς έχουν την τάση να αναγνωρίζουν το φάρμακο που καταναλώνουν για καιρό και είναι πιο οικία η εξωτερική εμφάνιση της συσκευασίας του σε αυτούς. Επίσης, καινούρια φάρμακα ή η αλλαγή στις ήδη υπάρχουσες συσκευασίες, επηρεάζουν και δυσκολεύουν την προσπάθεια αναγνώρισης. Σε αυτές τις περιπτώσεις είναι αναγκαία η βοήθεια δεύτερου ατόμου, που θα τους βοηθάει να επιλέγουν το σωστό φάρμακο ή θα τους προσφέρει τα φάρμακα ο ίδιος.

Σε περίπτωση που οι ασθενείς αντιμετωπίσουν κάποιο πρόβλημα κατά την διάρκεια της θεραπείας τους με την φαρμακευτική τους αγωγή, επικοινωνούν με τον θεράποντα ιατρό τους είτε τηλεφωνικά, είτε τον επισκέπτονται. Επίσης, επικοινωνούν με τον ιατρό και μετά το τέλος της θεραπείας, όπου ανάλογα με την πρόοδο της υγείας τους είτε ανανεώνουν την φαρμακευτική αγωγή, είτε τη διακόπτουν. Ακόμα και σε περιπτώσεις ασθενών που καταναλώνουν φάρμακα εφόρου ζωής, η επικοινωνία με τον ιατρό ανά τακτά χρονικά διαστήματα είναι απαραίτητη.

### • Ασθενής - Βοηθός ασθενή

Υπάρχουν περιπτώσεις όπου ο ασθενής δεν είναι σε θέση να εξυπηρετηθεί από μόνος του και να συμμορφωθεί με τις οδηγίες του ιατρού, οπότε χρειάζεται την βοήθεια δεύτερου ατόμου, κατά τη διάρκεια της θεραπευτικής του αγωγής. Παραπάνω έγινε αναφορά σε περιπτώσεις όπου χρειάζεται η συμμετοχή επιπλέον ατόμου που βοηθάει τον ασθενή κατά την επικοινωνία με τον ιατρό και τον φαρμακοποιό. Το άτομο αυτό ονομάζεται βοηθός ασθενή. Ο ρόλος του βοηθού είναι προαιρετικός. Παρόλα αυτά, όταν υπάρχει βοηθός η συμβολή του στην λειτουργία του συστήματος είναι καθοριστική. Το ρόλο αυτό συνήθως τον αναλαμβάνει κάποιο συγγενικό ή φιλικό πρόσωπο του ασθενή, με το οποίο ίσως να συγκατοικεί. Οι αρμοδιότητες του βοηθού είναι αρκετές και αυξάνονται ή μειώνονται

ανάλογα με την κατάσταση της υγείας του ασθενή. Σε αυτήν την ενότητα περιγράφεται ο τρόπος επικοινωνίας του ιατρού με τον βοηθό και γίνεται αναφορά στα προβλήματα που προκύπτουν κατά την συνεργασία αυτή.

Ο βοηθός ωφέλει να γνωρίζει τις ανάγκες του ασθενή και τις οδηγίες που έχει προτείνει ο ιατρός. Ανάλογα με τις ανάγκες του ασθενή, προσαρμόζονται και οι αρμοδιότητες του βοηθού. Σε ορισμένες περιπτώσεις ο ασθενής συμμορφώνεται με τις οδηγίες του ιατρού και είναι σε θέση να αυτοεξυπηρετείται, οπότε ο ρόλος του βοηθού περιορίζεται στην παροχή βοήθειας, όταν του ζητηθεί ή κρίνει ο ίδιος ότι απαιτείται. Σε άλλη περίπτωση, η αρμοδιότητες του βοηθού αυξάνονται, οπότε πρέπει να είναι παρόν και να βοηθάει τον ασθενή συστηματικά, πολλές φορές και σε καθημερινή βάση. Για παράδειγμα, σε περίπτωση που ο ασθενής δεν είναι σε θέση να αναγνωρίζει το φάρμακο που πρέπει να καταναλώσει, η αρμοδιότητα του βοηθού είναι να του προσφέρει ο ίδιος τα φάρμακά του, ώστε κάθε φορά να μην γίνονται λάθη και ο ασθενής να ακολουθεί σωστά τη θεραπεία του. Επίσης, σε περίπτωση που ο ασθενής αντιμετωπίζει κινητικά προβλήματα, ο βοηθός του προσφέρει τις βασικές υπηρεσίες. Με βάση τα παραδείγματα αυτά, προκύπτει το συμπέρασμα ότι η σχέση ασθενή με βοηθό πρέπει να είναι αρμονική και να υπάρχει επικοινωνία, έτσι ώστε να μην προκύπτουν επιπλέον προβλήματα.

Από την άλλη, όταν ο βοηθός συγκεντρώνει πολλές αρμοδιότητες, λόγω των αυξημένων αναγκών του ασθενή, δεν μπορεί πάντα να ανταπεξέλθει σε όλες με επιτυχία. Μερικές από τις επιπλέον υποχρεώσεις του βοηθού είναι να επικοινωνεί με τον ιατρό, να παρακολουθεί τον τρόπο που ο ασθενής συμμορφώνεται με τις οδηγίες του ιατρού, να είναι υπεύθυνος για την διατροφή και υγιεινή του ασθενή και άλλα. Στις βασικές αρμοδιότητες του βοηθού προσθέτονται επιπλέον ασχολίες, με αποτέλεσμα να δυσκολεύεται να ανταποκριθεί στις αυξημένες απαιτήσεις ενός τέτοιου συστήματος. Το αποτέλεσμα που προκύπτει είναι να μην ακολουθεί ο ασθενής σωστά την θεραπεία του, διότι ο βοηθός δεν μπορεί να είναι πανταχού παρόν. Στο μοντέλο συνέχειας που παρουσιάζεται παρακάτω, περιγράφονται οι ενέργειες που κάνει ο ασθενής όταν πρέπει να λάβει την φαρμακευτική του αγωγή, αλλά δεν αναγνωρίζει ποιο φάρμακο πρέπει να επιλέξει, οπότε ζητάει την βοήθεια του βοηθού.

## 4.6 Συγκέντρωση - Όραμα

Όπως προαναφέρθηκε, βασικός χρήστης του συστήματος διαχείρισης έξυπνων φαρμακευτικών συσκευασιών είναι ο ασθενής. Σε ιδιαίτερες περιπτώσεις, όπου ο χρήστης δεν είναι σε θέση να χειριστεί το σύστημα, επεμβαίνει ο βοηθός ασθενή. Η όλη διαδικασία κατανάλωσης φαρμάκων λαμβάνει χώρα στον οικιακό χώρο του ασθενή. Η επικοινωνία των εμπλεκόμενων του συστήματος γίνεται στους χώρους εργασίας τους, όπως είναι ένα ιατρείο ή ένα φαρμακείο. Ο κάθε εμπλεκόμενος εκτελεί τα βασικά καθήκοντά του επεμβαίνοντας στο σύστημα. Έτσι, ο ιατρός είναι υπεύθυνος για το είδος των φαρμάκων που θα καταναλώσει ο ασθενής και τον τρόπο που θα διεξαχθεί η φαρμακευτική αγωγή. Ουσιαστικά, ο ιατρός διαμορφώνει τον τρόπο συμπεριφοράς του ασθενή, καθώς οφείλει να

## Δυσκολία Ενθύμησης Φαρμάκων

Ασθενής		Βοηθός ασθενή
<b>Τεχνάσματα ενθύμησης:</b>	<b>Συμπεριφορά ασθενή στην περίπτωση που έχει παραλείψει κάποια δόση:</b>	
Τοποθέτηση φαρμάκων σε εμφανές σημείο για να έχει ο ασθενής οπτική επαφή με τις συσκευασίες.	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Περιμένει την επόμενη.</li><li>2. Καταναλώνει το φάρμακο εκείνη τη στιγμή που θα το θυμηθεί.</li></ol>	Υπενθύμιση από τον βοηθό ασθενή προς τον ασθενή να λάβει τα φάρμακά του.
Υπενθύμιση κινητού τηλεφώνου ή φορητής συσκευής με ηχητικό μήνυμα.		
Κατανάλωση φαρμάκων πριν ή μετά από καθημερινές εργασίες, όπως γεύματα, ώρες ύπνου κλπ.		

## Δυσκολία Αναγνώρισης Φαρμάκων

Ασθενής

Βοηθός ασθενή

Χώρος τοποθέτησης  
φαρμάκων

Ηλικιωμένοι  
ασθενείς

Προβλήματα στην  
όραση.

Εξοικείωση με την εμφάνιση της συσκευασίας του φαρμάκου που καταναλώνουν για καιρό, ενώ έχουν αυξημένο πρόβλημα στην όραση.

Ξεχωρίζει για τον ασθενή το κατάλληλο φάρμακο και του το προσφέρει

1. Σε εμφανές σημείο στο σπίτι.
2. Στον ειδικό χώρο αποθήκευσης φαρμάκων.

Παρόμοια εμφάνιση  
συσκευασιών.

Αυξημένη δυσκολία στην αναγνώριση άγνωστων φαρμακευτικών συσκευασιών.

Άτακτα τοποθετημένα φάρμακα δυσκολεύουν τον ασθενή στην προσπάθειά του να εντοπίσει το σωστό.

Άτακτη τοποθέτηση  
φαρμάκων.



συμμορφωθεί με τις οδηγίες του. Ο φαρμακοποιός είναι υπεύθυνος για την παροχή φαρμάκων στον ασθενή. Έτσι, επεμβαίνει στην όλη διαδικασία καθώς είναι ο υπεύθυνος διαχείρισης και παροχής φαρμάκων. Τα βασικά προβλήματα που αντιμετωπίζει ο ασθενής, κατά την διάρκεια παρακολούθησης φαρμακευτικής αγωγής, είναι η έλλειψη ενθύμησης και η δυσκολία αναγνώρισης φαρμάκων. Στα διαγράμματα συνάφειας παρουσιάζεται η προσπάθεια ιεράρχησης των βασικών θεμάτων που σχετίζονται με τα προβλήματα αυτά, μέσα από τους εμπλεκόμενους και τις ενέργειές τους.

Για την επίλυση των παραπάνω προβλημάτων προτείνεται σχεδιαστικό πρωτότυπο, που βασίζεται στη χρήση έξυπνων συσκευασιών. Στόχος είναι η διαμόρφωση έξυπνης φαρμακευτικής συσκευασίας που ενσωματώνει κάποια μορφή τεχνολογίας πληροφορικού συστήματος, όπως είναι η τεχνολογία RFID. Η λειτουργία της τεχνολογίας RFID βασίζεται στην μεταφορά δεδομένων με στόχο την αναγνώριση αντικειμένων, είτε ανθρώπων, είτε οτιδήποτε φέρει αναμεταδότη RFID, μέσω ειδικής συσκευής ανάγνωσης. Το ερώτημα που προκύπτει είναι γιατί επιλέγεται η τεχνολογία αυτή, ώστε να αντιμετωπιστούν τα παραπάνω προβλήματα. Η τεχνολογία RFID είναι ένα αναπτυσσόμενο και εξελισσόμενο μέσο επικοινωνίας αντικειμένων και ανθρώπων, που εφαρμόζεται σε όλο και περισσότερους τομείς της βιομηχανίας. Ένας από αυτούς τους τομείς είναι οι συσκευασίες προϊόντων. Όπως αναφέρεται και στο κεφάλαιο 3, πολλές εφαρμογές της τεχνολογίας RFID έχουν αναπτυχθεί σε φαρμακευτικές συσκευασίες και ιατρικό εξοπλισμό, με στόχο τον έλεγχο συμμόρφωσης ασθενή και οργάνωση λειτουργίας ιατρικών μονάδων.

Σε αυτό το στάδιο, στόχος είναι η ανάπτυξη πρωτοτύπου, όπου ο ασθενής θα έχει την δυνατότητα να ελέγχει ο ίδιος τον βαθμό συμμόρφωσής του ώστε να καλύπτει τις βασικές ανάγκες του και να οργανώνει την φαρμακευτική του αγωγή. Με αυτόν τον τρόπο επιλύονται τα βασικά προβλήματα που αντιμετωπίζει, τα οποία αναφέρονται παραπάνω, όπως είναι η αναγνώριση και η ενθύμηση. Το αξιοσημείωτο στην όλη διαδικασία είναι η προσπάθεια δημιουργίας της εντύπωσης στον ασθενή ότι συμμετέχει ο ίδιος ενεργά στην ίδια του την θεραπεία.

## 4.7 Συμπεράσματα - σύνοψη

Συνοψίζοντας, κατά την υγειονομική περίθαλψη είναι πολλές οι ανάγκες και τα προβλήματα που λαμβάνουν χώρα. Τα βασικά από αυτά είναι τα φαρμακευτικά λάθη, η πλαστογράφηση των φαρμακευτικών προϊόντων και ο βαθμός συμμόρφωσης του ασθενή. Για την ανάπτυξη και σχεδιασμό πρωτοτύπου διαχείρισης φαρμάκων από τον ίδιο τον ασθενή στον οικιακό του χώρο, το ενδιαφέρον εστιάζεται σε διαδικασίες που σχετίζονται με την συμπεριφορά και την κάλυψη των αναγκών του, κατά την παρακολούθηση συγκεκριμένης θεραπευτικής αγωγής. Οπότε, έγινε έρευνα γύρω από τον τρόπο που οι ασθενείς διάφορων ηλικιών και φύλλου, διαφορετικών χαρακτηριστικών θεραπείας και άλλα, χειρίζονται τα φάρμακα και ακολουθούν τις οδηγίες των ιατρών. Οι εμπλεκόμενοι ενός τέτοιου συστήματος είναι άτομα που διαχειρίζονται και έρχονται σε επαφή με φαρμακευτικές συσκευασίες, Αυτοί είναι ο ασθενής, ο βοηθός ασθενή, ο ιατρός και ο φαρμακοποιός. Μελετήθηκαν οι ροές επικοι-

νωνίας των εμπλεκομένων μεταξύ τους. Πρέπει να επισημανθεί ότι το ενδιαφέρον εστιάζεται γύρω από τους ηλικιωμένους ασθενείς, καθώς αυτοί καταναλώνουν μεγαλύτερο αριθμό φαρμάκων, όμως δεν περιορίζεται μόνο σε αυτήν την κατηγορία ασθενών, καθώς προβλήματα παρουσιάζονται και στους νεότερους σε ηλικία ασθενείς.

Προέκυψε το συμπέρασμα ότι τα βασικά προβλήματα εστιάζονται γύρω από το βαθμό συμμόρφωσης των ασθενών και την δυσκολία αναγνώρισης των φαρμάκων. Στην πρώτη περίπτωση εννοείται κατά πόσο οι ασθενείς συμμορφώνονται με τις οδηγίες των ιατρών, όπου το κυρίαρχο πρόβλημα είναι η έλλειψη ενθύμησης κατανάλωσης φαρμάκων την προβλεπόμενη ώρα. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να μην παρακολουθούν σωστά οι ασθενείς την θεραπεία, οπότε να μην έχει αποτέλεσμα η κατανάλωση φαρμάκων στην βελτίωση της υγείας του ασθενή. Στην δεύτερη περίπτωση το πρόβλημα εστιάζεται στην δυσκολία αναγνώρισης των ασθενών ποιο φάρμακο πρέπει να καταναλώσουν μια δεδομένη χρονική στιγμή. Το σύστημα διαχείρισης φαρμακευτικών συσκευασιών έχει ως στόχο να συμβάλει στην λύση των παραπάνω προβλημάτων. Η διαμόρφωσή του συστήματος γίνεται με τη χρήση της τεχνολογίας RFID, από την οποία δύνονται οι έξυπνες ιδιότητες στη συσκευασία. Ο χρήστης του συστήματος είναι ο ίδιος ο ασθενής ή ο βοηθός του. Η περιγραφή του εξοπλισμού και του περιβάλλοντος επικοινωνίας χρήστη περιγράφονται αναλυτικά στο επόμενο κεφάλαιο.

---

## Κεφάλαιο 5 - Ανάπτυξη πρωτοτύπου έξυπνης φαρμακευτικής συσκευασίας

---

# Ανάπτυξη πρωτοτύπου έξυπνης φαρμακευτικής συσκευασίας

Στην συγκεκριμένη εφαρμογή, η διαμόρφωση έξυπνων φαρμακευτικών συσκευασιών γίνεται με τη χρήση της τεχνολογίας RFID. Η τεχνολογία αυτή δίνει τη δυνατότητα σε μια συσκευασία να συνδέεται με πληροφοριακά συστήματα όπως είναι οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές, οι φορητές συσκευές όπως κινητά τηλέφωνα, PDA και άλλα, μέσω της επικοινωνίας αναμεταδότη και συσκευής ανάγνωσης. Ο χρήστης έχει πρόσβαση στα δεδομένα που είναι αποθηκευμένα στον αναμεταδότη μέσω των συσκευών αυτών. Έτσι, για την διαμόρφωση συστήματος επικοινωνίας και διαχείρισης έξυπνων συσκευασιών, οι φαρμακευτικές συσκευασίες φέρουν αναμεταδότη RFID, και επικοινωνούν με την συσκευή ανάγνωσης μέσω ραδιοκυμάτων.

## 5.1 Αρχικές προτάσεις διαμόρφωσης του συστήματος

Σε αυτό το στάδιο παρουσιάζονται τρεις διαφορετικές προτάσεις διαμόρφωσης του συστήματος διαχείρισης της έξυπνης συσκευασίας από το χρήστη. Η πρώτη πρόταση είναι η σύνδεση της φαρμακευτικής συσκευασίας με ειδικά διαμορφωμένη οθόνη, από όπου ο χρήστης θα μπορεί να παίρνει πληροφορίες και να επεξεργάζεται τα δεδομένα. Η δεύτερη πρόταση αφορά την ενσωμάτωση οθόνης μικρού μεγέθους στην ίδια τη συσκευασία. Τελευταία πρόταση είναι η σύνδεση της έξυπνης φαρμακευτικής συσκευασίας με ηλεκτρονικό υπολογιστή, η οποία και επιλέχθηκε για να περιγραφεί λεπτομερώς σαν πρωτότυπο σύστημα διαχείρισης φαρμακευτικής έξυπνης συσκευασίας. Οι δύο πρώτες προτάσεις αποτελούν μελλοντική επέκταση του συστήματος διαχείρισης φαρμάκων.

Στην πρώτη περίπτωση γίνεται επικοινωνία της συσκευασίας με ειδική οθόνη (εικ. 64). Υποθετικά, η οθόνη αυτή θα έχει κάποιες ειδικές προδιαγραφές κατασκευής, όπως ένας ενσωματωμένος αναγνώστης αναμεταδοτών RFID, με βάση τις οποίες θα επικοινωνεί με τις φαρμακευτικές συσκευασίες. Μέσω της οθόνης αυτής ο χρήστης θα έχει την δυνατότητα να πλοηγείται σε ειδικά διαμορφωμένο γραφικό περιβάλλον, όπου θα εισάγει, θα επεξεργάζεται και θα ενημερώνεται για τα δεδομένα που αφορούν το φάρμακο και τις οδηγίες της φαρμακευτικής αγωγής. Η εφαρμογή αυτή είναι παρόμοια



**Εικ. 64:** 1η πρόταση: Η έξυπνη συσκευασία επικοινωνεί με ειδικά διαμορφωμένη οθόνη.

σε λειτουργία με το σύστημα που προτείνεται, δηλαδή επικοινωνία της συσκευασίας με ηλεκτρονικό υπολογιστή, με τη διαφορά ότι χρησιμοποιείται διαφορετικός εξοπλισμός. Δεν χειρίζεται ο χρήστης ηλεκτρονικό υπολογιστή, αλλά μία οθόνη από όπου θα μπορεί να παίρνει πληροφορίες και για άλλες καθημερινές του δραστηριότητες. Η συσκευή αυτή μπορεί να είναι τοποθετημένη σε κεντρικό σημείο του σπιτιού, όπως ο χώρος της κουζίνας. Η σκέψη για μία τέτοιου είδους εφαρμογή προέκυψε από τον συνεχώς εξελισσόμενο σε καινοτόμες εφαρμογές και σχεδιασμό εξοπλισμό οικιακών ηλεκτρικών συσκευών, που διαμορφώνονται παράλληλα με τις απαιτήσεις και την εξέλιξη νέων τεχνολογιών και σχεδίασης συστημάτων.

Δεύτερη περίπτωση είναι η ενσωμάτωση ειδικής οθόνης πάνω στην συσκευασία (εικ. 65). Σε αυτήν την περίπτωση, δεν απαιτείται η χρήση επιπλέον εξοπλισμού, όπως οθόνες και ηλεκτρονικοί υπολογιστές. Οι πληροφορίες που αφορούν τη συσκευασία παρουσιάζονται στο χρήστη πάνω στην ίδια τη συσκευασία μέσω της οθόνης. Η τεχνολογία RFID δεν χρησιμοποιείται όπως στην προηγούμενη περίπτωση. Δεν χρειάζεται ειδική συσκευή ανάγνωσης, καθώς οι πληροφορίες είναι αποθηκευμένες σε ειδικό αναμεταδότη και προβάλλονται άμεσα στην οθόνη. Για την διαμόρφωση μιας τέτοιας εφαρμογής απαιτείται ειδικός εξοπλισμός.

Η εφαρμογή αυτή φαίνεται να είναι μία περίπτωση διαμόρφωσης έξυπνης συσκευασίας που λειτουργεί αυτόνομα. Παρουσιάζονται κάποια πλεονεκτήματα όπως το ότι μπορεί να μεταφερθεί εύκολα σε οποιοσδήποτε σημείο. Από την άλλη, παρουσιάζονται μειονεκτήματα όπως η δυσκολία εισαγωγής



**Εικ. 65 α:** 2η πρόταση: Η έξυπνη συσκευασία με ενσωματωμένη οθόνη.



**Εικ. 65 β:** Δείγμα εύκαμπτης οθόνης που μπορεί να τοποθετηθεί σε μια τέτοιου τύπου συσκευασία από την εταιρεία Plastic Logic.



**Εικ. 66:** 3η πρόταση: Η έξυπνη συσκευασία συνδέεται με ηλεκτρονικό υπολογιστή. Στην εικόνα φαίνονται τα εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται για την υλοποίηση αυτού του συστήματος, ο ηλεκτρονικός υπολογιστής και η συσκευή ανάγνωσης.

και επεξεργασίας δεδομένων, το μικρό μέγεθος της οθόνης και πάνω απ' όλα το μεγάλο κόστος της. Επίσης, οι ειδικές απαιτήσεις λειτουργίας μιας τέτοιας εφαρμογής, όπως η παροχή ενέργειας λειτουργίας, η χρήση ειδικών υλικών, και άλλα, δυσκολεύουν την χρήση και διαμόρφωση μιας τέτοιας συσκευασίας σύμφωνα με τα σημερινά δεδομένα. Η βελτίωση και εξέλιξη νέων τεχνολογιών όπως η ηλεκτρονική εκτύπωση (printed electronics), ενθαρρύνουν τη διαμόρφωση τέτοιων συστημάτων λειτουργίας στο μέλλον.

Τελική περίπτωση είναι η διαμόρφωση ενός συστήματος λειτουργίας έξυπνης φαρμακευτικής συσκευασίας, όπου γίνεται η σύνδεση της συσκευασίας με ηλεκτρονικό υπολογιστή (εικ. 66). Για τη σύνδεση αυτή χρησιμοποιείται η τεχνολογία RFID. Η συσκευασία φέρει αναμεταδότη RFID, ο οποίος έχει αποθηκευμένες στη μνήμη του πληροφορίες όπως το όνομα φαρμάκου, ο αριθμός αναγνώρισής του, στοιχεία που αφορούν το συγκεκριμένο φάρμακο και άλλα. Ο ηλεκτρονικός υπολογιστής του ασθενούς συνδέεται με συσκευή ανάγνωσης, που επικοινωνεί με τους αναμεταδότες που φέρουν οι συσκευασίες. Η συσκευή αυτή διαβάζει τα δεδομένα του αναμεταδότη της συσκευασίας, όταν η συσκευασία εισέρθει στο πεδίο εκπομπής ραδιοκυμάτων που δημιουργείται. Ο χρήστης επικοινωνεί με το σύστημα, όπου εισάγει και διαχειρίζεται τα δεδομένα, μέσω ειδικά διαμορφωμένης γραφικής διεπαφής χρήστη, που εμφανίζεται στην οθόνη του υπολογιστή.

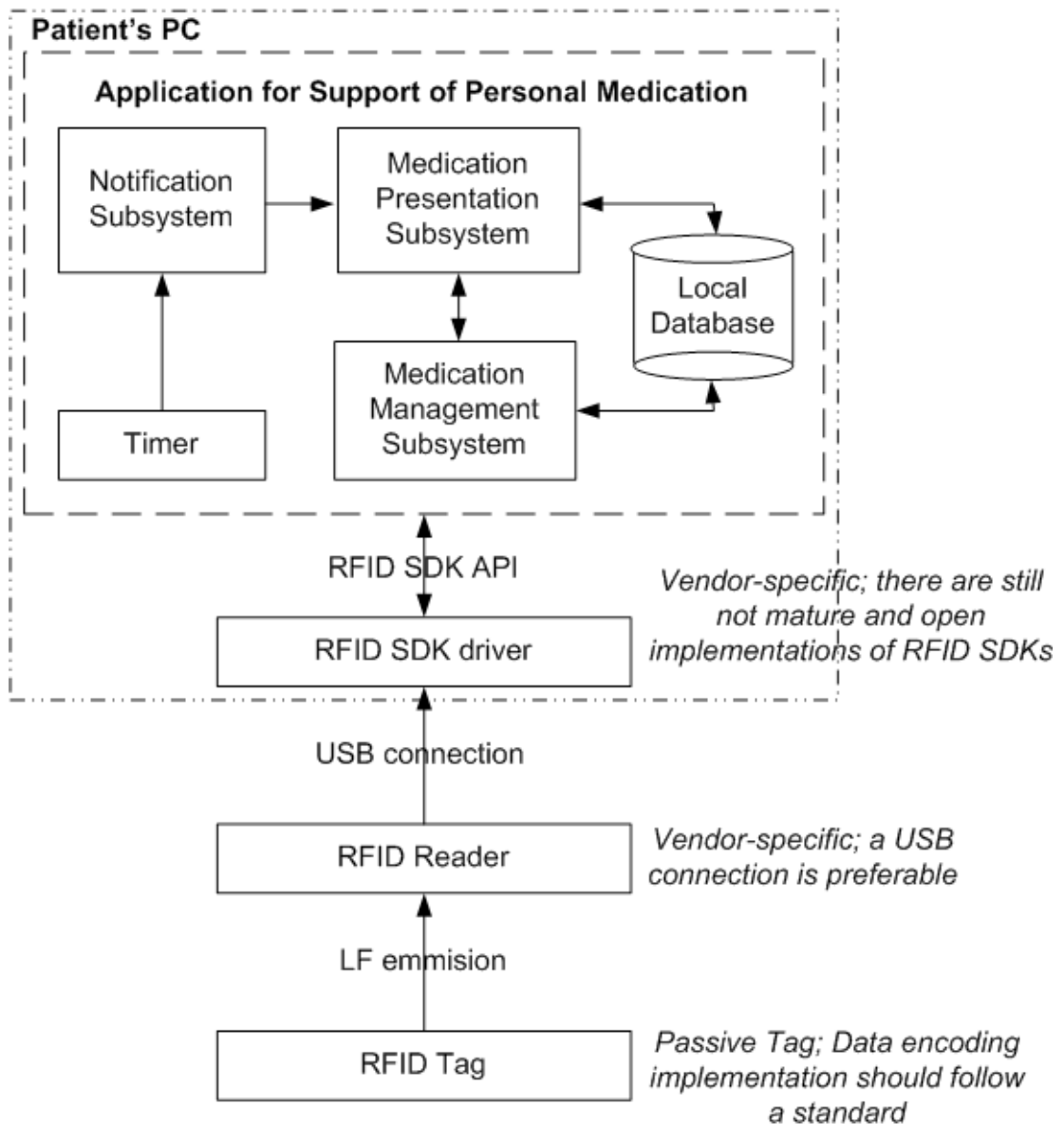
Το σύστημα αυτό φαίνεται να είναι πιο εφικτό να πραγματοποιηθεί σύμφωνα με τα σημερινά δεδομένα χρήσης και διαμόρφωσης του εξοπλισμού που απαιτείται. Πλέον όλο και περισσότεροι χρήστες διαθέτουν και γνωρίζουν να χειρίζονται έναν προσωπικό ηλεκτρονικό υπολογιστή, ενώ ο εξοπλισμός της τεχνολογίας RFID συνεχώς εξελίσσεται, αναδιαμορφώνεται και προσαρμόζεται σε καινούρια δεδομένα λειτουργίας, με αποτέλεσμα να υποστηρίζει τέτοιες εφαρμογές. Επίσης, η ενσωμάτωση αναμεταδοτών RFID σε συσκευασίες φαρμακευτικών προϊόντων ενδέχεται να πραγματοποιείται από



το στάδιο κατασκευής τους. Για τους παραπάνω λόγους επιλέχθηκε αυτή η πρόταση, ανάμεσα στις υπόλοιπες, ώστε να αναλυθεί και να εξετασθεί σαν πρότυπο διαχείρισης έξυπνων φαρμακευτικών συσκευασιών.

## 5.2 Αρχιτεκτονική συστήματος

Έπειτα από την σύντομη περιγραφή λειτουργίας του συστήματος, στην ενότητα αυτή γίνεται αναφορά στα συστατικά που απαιτείται να υπάρχουν, ώστε να λειτουργεί το σύστημα και περιγράφεται ο τρόπος επικοινωνίας μεταξύ τους. Η αρχιτεκτονική του συστήματος δίνεται στην εικόνα XXX και περιγράφεται αμέσως παρακάτω.



## 5.2.1 Συστατικά που απαιτούνται για τη λειτουργία του συστήματος

Τα βασικά συστατικά λειτουργίας του συστήματος είναι παθητικός αναμεταδότης RFID, που αποτελεί την επισυναπτόμενη ετικέτα φαρμάκου, η συσκευή ανάγνωσης RFID, που συνδέεται με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή και διαβάζει τα δεδομένα του αναμεταδότη, το RFID SDK (Software Development Kit) και το σύστημα διαχείρισης φαρμάκων. Παρακάτω περιγράφονται οι βασικές λειτουργίες των συστατικών αυτών και τα πρωτόκολλα επικοινωνίας μεταξύ τους.

### • Αναμεταδότες RFID

Οι αναμεταδότες που θα χρησιμοποιηθούν για αυτήν την εφαρμογή οφείλουν να έχουν την ιδιότητα να τοποθετούνται σε οποιοδήποτε φαρμακευτική συσκευασία, ανεξάρτητα από το μέγεθος και το σχήμα, δηλαδή είτε είναι κυλινδρικές είτε είναι επίπεδες, ακόμα και αρκετά μικρού μεγέθους. Επίσης, οι αναμεταδότες έχουν αποθηκευμένα δεδομένα στο εσωτερικό τους που αφορούν στοιχεία της συσκευασίας, τα οποία προβάλλονται στην διεπαφή χρήστη σε μορφή κειμένου και εικόνων. Οπότε, δεν απαιτείται μεγάλη χωρητικότητα μνήμης. Γενικά, θεωρείται ότι ο αναμεταδότης τοποθετείται στο εξωτερικό μέρος μίας τυπικής φαρμακευτικής συσκευασίας, η οποία είναι κατασκευασμένη από χαρτί. Στις εικόνες και τα ενδεικτικά σχέδια που παρουσιάζονται στην εργασία χρησιμοποιείται τέτοιου τύπου συσκευασίας, για λόγους ευκολίας σε ότι αφορά τη σχεδιάσή τους.

Προτείνεται η τοποθέτηση παθητικού αναμεταδότη RFID στις συσκευασίες. Όπως αναφέρεται σε προηγούμενο κεφάλαιο, οι αναμεταδότες αυτοί έχουν την χαρακτηριστική ιδιότητα να παίρνουν ενέργεια από την συσκευή ανάγνωσης, καθώς δεν διαθέτουν εσωτερική πηγή ενέργειας, έχουν χαμηλό κόστος, μικρή εμβέλεια ανάγνωσης και είναι μικροί σε μέγεθος. Τα παραπάνω χαρακτηριστικά εξυπηρετούν τις ανάγκες της εφαρμογής. Το γεγονός ότι έχουν μικρή εμβέλεια ανάγνωσης δεν αποτελεί μειονέκτημα για την συγκεκριμένη εφαρμογή. Αντιθέτως, η επικοινωνία του αναμεταδότη με τη συσκευή ανάγνωσης χρειάζεται να γίνεται από μικρή απόσταση, για λόγους ασφαλείας και για να



**Εικ. 67:** Διάφοροι τύποι αναμεταδοτών. Στην πρώτη περίπτωση ο αναμεταδότης είναι υπό μορφή κάρτας, από πλαστικό PVC, εκτυπώσιμος και με επανεγγράφιμη ενσωματωμένη μνήμη. Στην δεύτερη περίπτωση, οι αναμεταδότες είναι διαθέσιμοι υπό μορφή ρολού, αλλά χρησιμοποιούνται περισσότερο για συχνότητα επικοινωνίας UHF. Στην τρίτη εικόνα ο παθητικός αναμεταδότης είναι στρογγυλός, μικρού μεγέθους από πολυαιθυλένιο και πολυεστέρα. Στην τελευταία εικόνα υπάρχει ένα άλλο δείγμα από μία ειδική κατηγορία αναμεταδοτών που κατασκευάζονται από γυαλί. Οι αναμεταδότες αυτοί είναι μικροί σε μέγεθος, έχουν μεγάλη αντοχή στην υγρασία και τις υψηλές θερμοκρασίες, οπότε είναι η ιδανική επιλογή για βιομηχανικές εφαρμογές.

αποφεύγεται η ανάγνωση πολλών μεταδοτών ταυτόχρονα. Από την άλλη, οι παθητικοί αναμεταδότες έχουν μικρή χωρητικότητα. Η ιδιότητά τους αυτή, περιορίζει την ποσότητα της πληροφορίας που θα είναι αποθηκευμένη στους αναμεταδότες. Παρόλα αυτά εξυπηρετεί τις ανάγκες της εφαρμογής. Η μνήμη αποθήκευσης των δεδομένων είναι τύπου RAM, καθώς τα δεδομένα που είναι αποθηκευμένα σε αυτή, μπορούν να διατηρούνται στην μνήμη χωρίς εσωτερική πηγή ενέργειας.

Η συχνότητα επικοινωνίας ανάμεσα στον αναμεταδότη και τη συσκευή ανάγνωσης που προτείνεται είναι η χαμηλή συχνότητα (low frequency: 9 - 195 KHz) η οποία έχει μικρή εμβέλεια επικοινωνίας. Όπως προαναφέρθηκε δεν απαιτείται μεγάλη απόσταση επικοινωνίας ανάμεσα στον αναμεταδότη και την συσκευή ανάγνωσης, οπότε η επιλογή αυτής της συχνότητας επαρκεί για μια απόσταση επικοινωνίας περίπου 5 cm. Επίσης, η τιμή αυτή χρησιμοποιείται σε πολλές χώρες.

Στην αγορά υπάρχουν πολλά είδη αναμεταδοτών με τα παραπάνω χαρακτηριστικά. Στην παρακάτω εικόνα (εικ. 67) παρουσιάζονται ορισμένοι από αυτούς. Επικρατέστερη επιλογή για την συγκεκριμένη εφαρμογή είναι η πρώτη εικόνα, όπου ο αναμεταδότης είναι εύκαμπτος, κατασκευασμένος από πλαστικό υλικό, με ενσωματωμένη μνήμη 2056 bits.

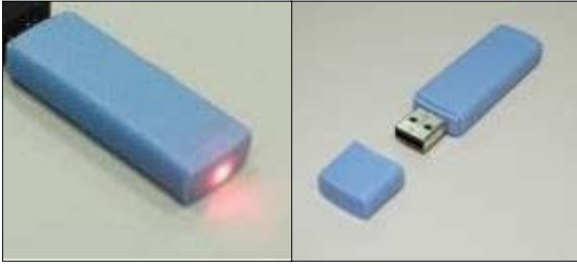
### • Συσκευή ανάγνωσης RFID

Η συσκευή ανάγνωσης έχει τα χαρακτηριστικά ότι είναι σταθερή και όχι φορητή, είναι χαμηλής συχνότητας, συνδέεται με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή μέσω καλωδίου σύνδεσης USB. Κάθε φορά που τοποθετείται ένας αναμεταδότης στο πεδίο ανάγνωσης της, πραγματοποιείται ένα γεγονός. Στην αγορά υπάρχουν ήδη κάποιοι τύποι συσκευών ανάγνωσης που έχουν τις προϋποθέσεις για τη συγκεκριμένη εφαρμογή. Στην συγκεκριμένη ενότητα παρουσιάζονται μερικά παραδείγματα.

Αρχικά, παρουσιάζεται η συσκευή ανάγνωσης QC – 6600 της Quio Technologies GmbH (εικ. 68). Η συσκευή αυτή είναι σταθερή και είναι σε συμφωνία με την προδιαγραφή ISO 14443. Ο σχεδιασμός της βασίζεται στην χρήση μικροεπεξεργαστή 8-bit. Θεωρείται ιδανική για εφαρμογές χαμηλού κόστους και υψηλής ασφάλειας. Δεύτερη πρόταση αποτελεί η συσκευή RFID USB Pen Reader (εικ. 69). Η συσκευή αυτή είναι ένα Flash Memory Stick USB, που παρέχει όλες τις λειτουργίες ελέγχου ραδιοκυμάτων για να επικοινωνήσει με τους συμβατούς αναμεταδότες. Λειτουργεί στα 125Khz συχνότητα επικοινωνίας και έχει απόσταση εκπομπής ραδιοκυμάτων τα 3cm. Έχει το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό ότι όταν συνδέεται με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή δεν χρειάζεται ξεχωριστό λογισμικό λειτουργίας, καθώς έχει την δυνατότητα τα δεδομένα που υπάρχουν στο εσωτερικό του να διαβάζονται απευθείας στην ενεργή εφαρμογή του υπολογιστή, για παράδειγμα, Excel, Word, Outlook.



Εικ. 68: Η συσκευή ανάγνωσης QC - 6600.



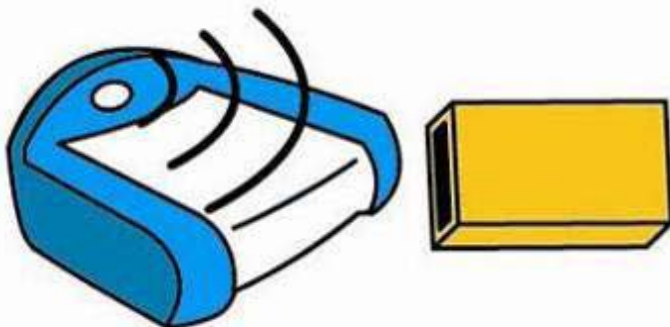
**Εικ. 69:** Η συσκευή ανάγνωσης Flash Memory Stick USB.

Παρόλο που οι παραπάνω συσκευές έχουν αξιόλογα χαρακτηριστικά, προτείνεται η χρήση συσκευής ανάγνωσης χαμηλής συχνότητας εκπομπής ραδιοκυμάτων ειδικού σχεδιασμού. Ένας από τους περιορισμούς που υπάρχουν και οδηγούν στη διαμόρφωση αυτή είναι ότι εφόσον η συσκευασία εισέρχεται στο πεδίο εκπομπής ραδιοκυμάτων της συσκευής ανάγνωσης, θα πρέπει

να παραμένει σε σταθερή θέση, κατά τη διάρκεια λειτουργίας του συστήματος και αλληλεπίδρασης του χρήστη. Οπότε, η συσκευή ανάγνωσης θα πρέπει να είναι έτσι σχεδιασμένη, ώστε η συσκευασία να παραμένει σταθερά τοποθετημένη σε συγκεκριμένο σημείο. Στην εικόνα 70 φαίνεται σχηματική πρόταση της συσκευής αυτής. Στο λευκό σημείο του σχήματος τοποθετείται η φαρμακευτική συσκευασία, με την πλευρά του αναμεταδότη, στραμμένη προς το σημείο εκπομπής ραδιοκυμάτων. Δεν υπάρχει περιορισμός από πλευράς του χρήστη, ως προς το ακριβές σημείο τοποθέτησης της συσκευασίας. Η απόσταση ανάγνωσης της συσκευής δίνει την δυνατότητα να ανιχνεύονται αναμεταδότες που είναι τοποθετημένοι μέσα σε ένα εύρος απόστασης 3-7 cm. Οπότε, μπορούν να ανιχνεύονται αναμεταδότες που βρίσκονται σε συσκευασίες μικρότερου μεγέθους και διαφορετικού σχήματος από αυτή που φαίνεται στο σχήμα, οι οποίες δεν εφάπτονται τέλεια στον χώρο τοποθέτησης των συσκευασιών της συσκευής ανάγνωσης.

- **RFID SDK**

Το RFID SKD (Software Development Kit) είναι το σύστημα ανάπτυξης εφαρμογών λογισμικού RFID. Με άλλα λόγια αποτελεί μία σειρά έτοιμων εργαλείων που δίνουν την δυνατότητα υλοποίησης ενός πληροφοριακού συστήματος που να αλληλεπιδρά με ετικέτες RFID. Διάφορες εφαρμογές έχουν αναπτυχθεί από εταιρείες ανάπτυξης λογισμικού, όπως η WebLogic και η Intel. Δυστυχώς όμως δεν υπάρχει κάποια ανοικτή υλοποίηση ενός RFID SDK.



**Εικ. 70:** Προσχέδιο προτεινόμενης συσκευής ανάγνωσης.

Ένα RFID SDK παρέχει στον προγραμματιστή μια διεπαφή προγράμματος (Application Program Interface, API) το οποίο παρέχει δυνατότητες όπως, να λαμβάνει ειδοποίηση για την απομάκρυνση ή την τοποθέτηση της συσκευασίας από τη συσκευή ανάγνωσης, να καταγράφει τους αναμεταδότες που εισέρχονται και εξέρχονται από το πεδίο εκπομπής ραδιοκυμάτων της συσκευής ανάγνωσης, να λαμβάνει ειδοποίηση για τις πληροφορίες που είναι διαθέσιμες από την συσκευή ανάγνωσης και επιβεβαιώνει ότι ο τελικός χρήστης έλαβε τις πληροφορίες και άλλα.

## 5.2.2 Βασικά συστατικά του πρωτοτύπου

Στην ενότητα αυτή γίνεται προσδιορισμός των βασικών συστατικών του συστήματος. Περιγράφεται ποιοι είναι οι βασικοί μηχανισμοί του συστήματος. Αυτοί είναι υποσυστήματα που αφορούν τη μέτρηση χρόνου, τη διαχείριση της συνταγής που έχει δοθεί στον ασθενή από τον γιατρό, τον τρόπο επίδειξης των φαρμάκων στον ασθενή και την ειδοποίηση στον ασθενή ότι πρέπει να λάβει το φάρμακό του.

- **Timer**

Μηχανισμός μέτρησης χρόνου. Το σύστημα καταγράφει την τρέχουσα ώρα και ημερομηνία. Ο χρήστης εισάγει στο σύστημα πληροφορίες που αφορούν την ώρα και τη συχνότητα λήψης του συγκεκριμένου φαρμάκου, σύμφωνα με τη συνταγή που πρέπει να ακολουθήσει. Ο μηχανισμός μέτρησης καταγράφει και επεξεργάζεται τα στοιχεία αυτά. Οπότε, γίνεται συσχέτιση των πληροφοριών αυτών μέσω του μηχανισμού μέτρησης και προβάλλεται στο χρήστη η ένδειξη ενθύμησης κατανάλωσης του φαρμάκου. Έτσι, υπολογίζεται η συχνότητα αλλαγής της ένδειξης ειδοποίησης του χρήστη για τις πληροφορίες που αφορούν την χρονική διάρκεια που πρέπει να λάβει το φάρμακό του.

- **Υποσύστημα διαχείρισης συνταγής**

Το σύστημα αποθηκεύει πληροφορίες που αφορούν την ιατρική συνταγή που έχει δοθεί στον ασθενή. Οι πληροφορίες αυτές εισάγονται από το χρήστη στο σύστημα, με τη συμπλήρωση ειδικής φόρμας. Οι πληροφορίες αυτές αφορούν δεδομένα όπως το όνομα φαρμάκου, τον κωδικό του προϊόντος, τη συχνότητα και την ποσότητα λήψης του φαρμάκου, τη διάρκεια της θεραπείας, την ώρα και την ημερομηνία έναρξης της θεραπείας. Όταν ο χρήστης εισάγει αυτές τις πληροφορίες στο σύστημα, στην συσκευή ανάγνωσης πρέπει να είναι τοποθετημένη η αντίστοιχη συσκευασία που αφορά τη συγκεκριμένη συνταγή, ώστε να γίνει συσχέτιση των πληροφοριών αυτών με τα δεδομένα που είναι αποθηκευμένα στον αναμεταδότη της συσκευασίας. Η συσχέτιση γίνεται από το όνομα και τον κωδικό προϊόντος. Έπειτα, κάθε φορά που τοποθετείται η συγκεκριμένη συσκευασία στη συσκευή ανάγνωσης, θα αναγνωρίζεται από το σύστημα και ο χρήστης θα έχει την δυνατότητα να πλοηγείται ανάμεσα στα δεδομένα του αναμεταδότη και τις πληροφορίες της ιατρικής του συνταγής.

- **Υποσύστημα επίδειξης φαρμάκων**

Πληροφορίες που αφορούν τα φάρμακα, όπως το όνομα του φαρμάκου, ο κωδικός προϊόντος και πληροφορίες όπως η σύνθεση, η ενδεικτική δοσολογία, ενδείξεις, αντενδείξεις και άλλα, είναι δεδομένα αποθηκευμένα στον αναμεταδότη που φέρει η συσκευασία. Επίσης, στα δεδομένα αυτά ανήκουν και οι φωτογραφίες που παρουσιάζονται κατά την πρώτη επαφή του χρήστη με το σύστημα, για την αναγνώριση του φαρμάκου. Οπότε, τα δεδομένα αυτά είναι διαθέσιμα για προβολή εφόσον η συσκευή ανάγνωσης διαβάζει τα δεδομένα του αναμεταδότη. Ο χρήστης έχει πρόσβαση σε αυτά μέσω της γραφικής διεπαφής χρήστη. Έχει τη δυνατότητα να διαβάσει τέτοιου είδους πληροφορίες, δεν μπορεί όμως να τις επεξεργαστεί, δηλαδή να κάνει αλλαγές ή να τις διαγράψει.

- **Υποσύστημα ειδοποίησης**

Το υποσύστημα ειδοποίησης περιγράφεται η διαδικασία με την οποία ειδοποιείται ο χρήστης ότι πρέπει να καταναλώσει την απαραίτητη δόση από το συγκεκριμένο φάρμακο. Εφόσον στο σύστημα υπάρχουν τα στοιχεία που αφορούν την δοσολογία του ασθενή, όπως η συχνότητα και η ποσότητα λήψης του φαρμάκου, η διάρκεια της θεραπείας, η ώρα και η ημερομηνία έναρξης της θεραπείας, το σύστημα υπολογίζει, με βάση την τρέχουσα ώρα και ημερομηνία, πότε είναι η ώρα να λάβει ο ασθενής το φάρμακό του. Με αυτόν τον τρόπο, την κατάλληλη ώρα προβάλλεται και η αντίστοιχη ένδειξη ειδοποίησης στο χρήστη μέσω της γραφικής διεπαφής.

### **5.3 Χρήση του συστήματος από τους εμπλεκόμενους**

Βασικοί χρήστες του συστήματος αυτού είναι ο ασθενής, ο βοηθός ασθενή και ο ιατρός. Ο ιατρός χορηγεί την φαρμακευτική αγωγή στον ασθενή, οπότε είναι ο αρμόδιος για την επιλογή των φαρμάκων, την δοσολογία, την διάρκεια της θεραπείας, την συχνότητα λήψης των φαρμάκων από τον ασθενή και την γενικότερη διαμόρφωση του συστήματος. Ο χρήστης επικοινωνεί με το σύστημα μέσω της γραφικής διεπαφής, από όπου του δίνεται η δυνατότητα να πληροφορείται για γενικές πληροφορίες του φαρμάκου, την δοσολογία του, την ώρα που πρέπει να καταναλωθεί κάποιο χάπι και άλλα. Σε περίπτωση που ο ασθενής δεν είναι σε θέση να διαχειριστεί ένα τέτοιο σύστημα, στην ενέργεια αυτή προβαίνει ο βοηθός ασθενή. Μερικά από τα βασικά χαρακτηριστικά του συστήματος αυτού είναι ότι ειδοποιεί τον ασθενή πότε πρέπει να λάβει το φάρμακό του, του παρέχει πληροφορίες που αφορούν το φάρμακο και την προσωπική φαρμακευτική αγωγή και βοηθάει στην αναγνώριση των φαρμάκων μέσα από εικόνες. Ο ασθενής, ή ο βοηθός του, χειρίζεται και διαμορφώνει παραμέτρους του συστήματος, ανάλογα με τις ανάγκες και τις απαιτήσεις της θεραπείας.

Τα δεδομένα που αφορούν την ποσότητα και συχνότητα λήψης συγκεκριμένου φαρμάκου έχουν οριστεί από τον ιατρό, εισάγονται στο σύστημα από τον ίδιο τον ασθενή ή από τον βοηθό, σε περίπτωση που ο ασθενής δεν είναι σε θέση να πραγματοποιήσει τέτοιες διαδικασίες. Άλλες πληροφορίες που αφορούν το συγκεκριμένο φάρμακο όπως σύνθεση, ενδεικτική δοσολογία, ενδείξεις, αντενδείξεις

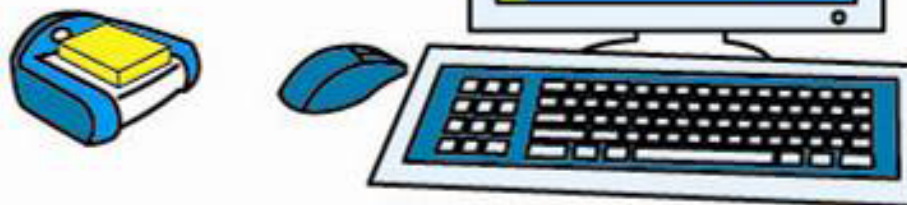


και άλλα, είναι αποθηκευμένες στον αναμεταδότη της συσκευασίας. Οι πληροφορίες αυτές είναι διαθέσιμες στο χρήστη, μέσω της γραφικής διεπαφής όταν η συσκευασία επικοινωνεί με τη συσκευή ανάγνωσης. Το σύστημα ξεκινάει να λειτουργεί όταν ο αναμεταδότης εισέρθει στο πεδίο εκπομπής ραδιοκυμάτων της συσκευής ανάγνωσης, η οποία συνδέεται με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Στην οθόνη του υπολογιστή εμφανίζεται ενημερωτικό μήνυμα που επισημαίνει ότι ο υπολογιστής έχει εντοπίσει τη συσκευασία. Στο σημείο αυτό ο χρήστης έχει την δυνατότητα να επιλέξει αν θέλει να του εμφανιστεί στην οθόνη η διεπαφή διαχείρισης του συστήματος ή αν θέλει να απορρίψει αυτήν την ενέργεια (εικ. 71).

Σε περίπτωση που ο χρήστης επιλέξει να ανοίξει η γραφική διεπαφή, ανοίγει η γραφική διεπαφή χρήστη και παρουσιάζεται στην οθόνη του η εικόνα 72. Αυτή η εικόνα αποτελεί την αρχική σελίδα της διεπαφής, η οποία δείχνει στον χρήστη τα βασικά στοιχεία αναγνώρισης του φαρμάκου, όπως είναι το όνομα και άλλα βασικά χαρακτηριστικά, όπως εικόνες από την εξωτερική εμφάνιση της συσκευασίας και το περιεχόμενό της. Επίσης, δίνεται στο χρήστη η δυνατότητα να επιλέξει ανάμεσα σε τρεις βασικές επιλογές πλοήγησης που είναι η δοσολογία, οι πληροφορίες φαρμάκου και ο οδηγός της θεραπείας του. Αυτές αποτελούν τις βασικές λειτουργίες της διεπαφής, οι οποίες περιγράφονται αναλυτικά στις επόμενες ενότητες. Για να αποσυνδεθεί ο χρήστης από την διεπαφή κλείνει με το κατάλληλο κουμπί το παράθυρο επικοινωνίας και απομακρύνει την συσκευασία από την συσκευή ανάγνωσης.

Εμφανίζεται ενημερωτικό μήνυμα στην οθόνη του Η/Υ.  
«Εντοπίστηκε συσκευασία φαρμάκου. Προβολή λεπτομερειών;»

Η συσκευασία εισέρχεται στο πεδίο εκπομπής ραδιοκυμάτων της συσκευής ανάγνωσης. Παραμένει σε αυτό το σημείο όσο ο χρήστης διαχειρίζεται το σύστημα.



**Εικ. 71. Πίνακας ιστοριών 1.** Η φαρμακευτική συσκευασία εισέρχεται το πεδίο εκπομπής ραδιοκυμάτων της συσκευής ανάγνωσης. Ο αναμεταδότης ενεργοποιείται και στην οθόνη του ηλεκτρονικού υπολογιστή εμφανίζεται ενημερωτικό μήνυμα εντοπισμού του. Όταν ο χρήστης επιλέξει «προβολή», εμφανίζεται η γραφική διεπαφή (πίνακας ιστοριών 2). Εάν ο χρήστης επιλέξει «X» δεν εμφανίζεται η εφαρμογή και κλείνει το προειδοποιητικό μήνυμα.



Εικ. 72. Πίνακας ιστοριών 2. Η αρχική σελίδα της γραφικής διεπαφής επικοινωνίας χρήστη, όπου χρησιμοποιείται ως παράδειγμα το φάρμακο Deron..

## 5.4 Περιγραφή της διεπαφής επικοινωνίας χρήστη

Σε αυτήν την ενότητα παρουσιάζεται μέσα από τις εικόνες η διαμόρφωση της διεπαφής και ο τρόπος λειτουργίας της και επικοινωνίας του χρήστη με το σύστημα. Αναφέρονται οι βασικές επιλογές του χρήστη και οι δυνατότητες που παρέχονται κατά την πλοήγησή του. Κατά τη σχεδίαση της διεπαφής λήφθηκε υπόψη ότι το σύστημα αυτό θα το διαχειρίζονται χρήστες διαφόρων ηλικιών, ακόμα και ηλικιωμένοι, οι οποίοι παρουσιάζουν αυξημένα προβλήματα στην όραση και έχουν διαφορετική συμπεριφορά κατά την πλοήγησή τους από τους πιο νέους χρήστες σε ηλικία. Η εμφάνιση της διεπαφής είναι απλή, καθώς παρουσιάζονται οι απαραίτητες πληροφορίες στο χρήστη, δίνοντας έμφαση σε ορισμένες από αυτές με τη χρήση διάφορων μεθόδων, όπως κινούμενης εικόνας ή έντονης αντίθεσης χρωμάτων.

Σύμφωνα με τον Fidgeon (2006) και από έρευνα που έγινε στη Βρετανία, οι ηλικιωμένοι χρήστες του διαδικτύου έχουν ιδιαίτερα χαρακτηριστικά στη συμπεριφορά τους και αντιμετωπίζουν ορισμένες δυσκολίες κατά την πλοήγησή τους. Μερικές από αυτές, που έχουν σημασία για τη σχεδίαση της διεπαφής, είναι η δυσκολία τους να χρησιμοποιούν τη μπάρα κύλισης, να διαβάζουν γράμματα που είναι μικρότερα από 12pt και να κατανοήσουν τεχνικούς όρους του διαδικτύου όπως «αρχική σελίδα», «μεγιστοποίηση παραθύρου», «φυλλομετρητής» και άλλα. Η σχεδίαση του γραφικού περιβάλλοντος

της διεπαφής βασίστηκε στα παραπάνω χαρακτηριστικά.

Όπως φαίνεται και στις εικόνες τα γράμματα είναι αρκετά μεγάλα σε μέγεθος, είτε προσδιορίζουν τίτλο, είτε απλό κείμενο, είτε υπερσυνδέσεις. Δεν χρησιμοποιήθηκαν μπάρες κύλισης, οπότε οποιαδήποτε πληροφορία υπάρχει είναι εμφανής στο χρήστη χωρίς να απαιτείται κάποια επιπλέον ενέργεια. Οι υπερσυνδέσεις έχουν χαρακτηριστικά γνωρίσματα όπως είναι οι κουκίδες, η υπογράμμιση κειμένου ή η αλλαγή χρώματος όταν το βελάκι του ποντικιού εισέρχεται στο πεδίο ενεργοποίησής τους. Παρόμοιες αλλαγές πραγματοποιούνται και στα κουμπιά πλοήγησης. Επίσης, χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικά χρώματα σε διαφορετικές θεματικές περιοχές, ώστε να γίνεται αντιληπτό στο χρήστη ότι βρίσκεται σε ξεχωριστή θεματική ενότητα. Για παράδειγμα, για την ενημέρωση της δοσολογίας και τις οδηγίες θεραπείας του χρήστη, οι οποίες είναι πληροφορίες που εισάγει ο ίδιος στο σύστημα και αφορούν προσωπικά του στοιχεία, χρησιμοποιείται μπλε χρώμα. Για τις πληροφορίες του φαρμάκου, που είναι αποθηκευμένες στον αναμεταδότη της συσκευασίας, χρησιμοποιείται κίτρινο χρώμα. Κατά την εισαγωγή πληροφοριών από τον χρήστη, μέσω ειδικά διαμορφωμένης φόρμας συμπλήρωσης, χρησιμοποιείται πράσινο χρώμα. Έτσι, ο χρήστης αντιλαμβάνεται ότι βρίσκεται σε ξεχωριστά πεδία κατά την πλοήγησή του. Το όνομα του φαρμάκου της συσκευασίας που είναι στο πεδίο εκπομπής ραδιοκυμάτων της συσκευής ανάγνωσης, παραμένει σταθερό σε όλη τη διάρκεια πλοήγησης του χρήστη. Στις επόμενες ενότητες περιγράφονται αναλυτικά τα χαρακτηριστικά της κάθε οθόνης.

- **Σχέδιο 1 - Αρχική Σελίδα**

Τηλ. Κέντρου Δηλητηριάσεων: 210 - 7793 777

3 / 3 / 2008 18:07:39

Προσθήκη νέου φαρμάκου

# DEPON 500mg

052436980723

**DEPON**  
PARACETAMOL 500mg

Ανακουφίζει αποτελεσματικά από τον πόνο και τον πυρετό

Ημερομηνία Λήξης: 9 / 2010

Δοσολογία Οδηγίες Πληροφορίες

Ο χρήστης αρχικά έρχεται σε επαφή με την παραπάνω εικόνα, όπου αναγράφεται το όνομα του φαρμάκου, ο κωδικός του και παρουσιάζονται εικόνες της εξωτερικής εμφάνισης της συσκευασίας και του περιεχομένου της. Οι πληροφορίες αυτές στοχεύουν στην καλύτερη αναγνώριση της συσκευασίας από τον ασθενή. Επίσης, παρουσιάζονται πληροφορίες όπως η ημερομηνία λήξης του φαρμάκου και το τηλέφωνο του κέντρου δηλητηριάσεων, πληροφορία η οποία υπάρχει σε κάθε φαρμακευτική συσκευασία για περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης. Στο πάνω μέρος της οθόνης εμφανίζεται η τρέχουσα ώρα και ημερομηνία.

Ο χρήστης έχει την επιλογή να μεταβεί στις άλλες πληροφορίες του συστήματος επιλέγοντας ανάμεσα στα τρία βασικά κουμπιά που βρίσκονται στο κάτω μέρος της οθόνης. Το πρώτο κουμπί αναφέρεται στην δοσολογία του χρήστη για το συγκεκριμένο φάρμακο, οπότε παρουσιάζονται πληροφορίες που αφορούν την προβλεπόμενη ώρα που ο ασθενής θα λάβει το επόμενο φάρμακο. Το δεύτερο κουμπί αναφέρεται στις οδηγίες με βάση τις οποίες ακολουθεί τη συγκεκριμένη θεραπεία ο ασθενής, οπότε παρουσιάζονται πληροφορίες που αφορούν τις οδηγίες που έχει δώσει ο γιατρός στον ασθενή και αφορούν τη συχνότητα λήξης των χαπιών, τη διάρκεια της θεραπείας και άλλα. Το τρίτο κουμπί αναφέρεται στις πληροφορίες του φαρμάκου σε ότι αφορά την σύνθεση, τον τρόπο χορήγησης, τις ενδείξεις κλπ. Τα κουμπιά αυτά αποτελούν τις βασικές επιλογές του χρήστη στις οποίες μπορεί να μεταβεί από οποιοδήποτε σημείο και να βρίσκεται. Στο επάνω μέρος της οθόνης υπάρχει η υπερσύνδεση «Προσθήκη νέου φαρμάκου», όπου ο χρήστης μπορεί να εισάγει πληροφορίες για την θεραπεία του που αφορούν άλλο φάρμακο.

## • Σχέδιο 2 - Δοσολογία

The screenshot displays the 'DEPON 500mg' medication management interface. At the top, the date '3 / 3 / 2008' and time '18:26:19' are shown. Below this, the medication name 'DEPON 500mg' is prominently displayed. A yellow button labeled 'Δοσολογία' (Dosage) is highlighted. The dosage information shows '1 χάπι στις 18:00' (1 tablet at 18:00). Other options include 'Προσθήκη νέου φαρμάκου' (Add new medication), 'Αλλαγή στοιχείων' (Change details), and 'Άλλη θεραπεία ταυτόχρονα' (Other simultaneous treatment). At the bottom, there are five navigation buttons: 'Δοσολογία', 'Οδηγίες', 'Πληροφορίες', and 'Έξοδος'. Three arrows point from these buttons to descriptive text below: 'Κουμπί επιστροφής στην αρχική σελίδα.' (Home button), 'Υπερσυνδέσεις' (Hyperlinks), and 'Κουμπί επιστροφής ένα βήμα πίσω.' (Back button).

Επιλέγοντας ο χρήστης να ενημερωθεί για την δοσολογία εμφανίζεται στην οθόνη του το επόμενο σχέδιο. Στο στάδιο αυτό ο ασθενής ενημερώνεται για την ποσότητα και την ώρα που θα πρέπει να πάρει το χάπι από το συγκεκριμένο φάρμακο. Οι πληροφορίες αυτές εμφανίζονται στο κέντρο της οθόνης με μεγάλα γράμματα, όπου δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην ώρα και την ποσότητα της δόσης, δύο στοιχεία τα οποία χρειάζεται να είναι ευδιάκριτα ακόμα και όταν υπάρχουν προβλήματα στην όραση του ασθενούς. Ο χρήστης από αυτό το σημείο μπορεί να μεταφερθεί στις οδηγίες της θεραπείας του και τις πληροφορίες του φαρμάκου με την επιλογή των αντίστοιχων κουμπιών, στο κάτω μέρος της οθόνης, ενώ επιστρέφει στην αρχική σελίδα είτε από το πρώτο κουμπί αριστερά, είτε από το κουμπί έξοδος, το οποίο έχει την ιδιότητα επιστροφής στην προηγούμενη οθόνη. Οι επιπλέον επιλογές του χρήστη είναι η δυνατότητα να αλλάξει τα στοιχεία της συγκεκριμένης θεραπείας από την υπερσύνδεση «Αλλαγή στοιχείων» (Σχέδιο 4) και να ενημερωθεί για τυχών άλλα φάρμακα που πρέπει να καταναλώσει την ίδια ώρα με το συγκεκριμένο, μέσω της υπερσύνδεσης «Άλλη θεραπεία ταυτόχρονα» (Εικ. 73).



**Εικ. 73.** Η εικόνα αυτή ενημερώνει το χρήστη για τα φάρμακα που πρέπει να καταναλώσει στις 6:00 το απόγευμα. Πατώντας το κουμπί έξοδος ο χρήστης επιστρέφει στην προηγούμενη οθόνη που αναφέρεται στο σχέδιο 2

- **Σχέδιο 3 - Οδηγίες θεραπείας**

Όταν ο χρήστης επιλέξει το κουμπί «Οδηγίες», μεταφέρεται στην παραπάνω οθόνη, από όπου ενημερώνεται για τις πληροφορίες που αφορούν τη θεραπεία του. Οι πληροφορίες αυτές αφορούν τις ώρες που καταναλώνει το συγκεκριμένο φάρμακο, την διάρκεια της θεραπείας του, τότε ξεκίνησε και

3 / 3 / 2008 19:09:16

○ Προσθήκη νέου φαρμάκου

# DEPON 500mg

052436980723

**Οδηγίες Θεραπείας**

**Δοσολογία:** 1 χάπι κάθε 6 ώρες **00:00 / 6:00 / 12:00 / 18:00**

**Διάρκεια Θεραπείας:** 30 ημέρες **Χρόνος που απομένει: 20 ημέρες**

Η θεραπεία ξεκίνησε: **14 Μαρ 2008**, ολοκληρώνεται: **3 Απρ 2008**

**Σημείωση:** επίσκεψη στον γιατρό μετά το τέλος της θεραπείας

○ Αλλαγή στοιχείων


Δοσολογία
Οδηγίες
Πληροφορίες
Έξοδος

πότε ολοκληρώνεται, αλλά και για οποιαδήποτε σημείωση του ίδιου του ασθενή. Σε αυτό το σημείο δύναται η δυνατότητα στο χρήστη να αλλάξει τα δεδομένα τις συγκεκριμένης θεραπείας, μέσω της υπερσύνδεσης «Αλλαγή στοιχείων», ενώ μπορεί να εισάγει δεδομένα για ένα καινούριο φάρμακο που θέλει να προσθέσει στη θεραπεία του. Ο τρόπος που πραγματοποιούνται αυτές οι διαδικασίες περιγράφεται παρακάτω, σχέδια 4 και 5.

- **Σχέδιο 4 - Φόρμα συμπλήρωσης για την προσθήκη νέου φαρμάκου**

Το παραπάνω σχέδιο αποτελεί την φόρμα συμπλήρωσης του ασθενή, για την προσθήκη νέου φαρμάκου στην εφαρμογή. Αυτό πραγματοποιείται με την εισαγωγή δεδομένων που αφορούν το όνομα του φαρμάκου, τον κωδικό του και πληροφορίες που σχετίζονται με την θεραπεία του ασθενή, όπως η δοσολογία, η συχνότητα κατανάλωσης φαρμάκων μέσα κατά τη διάρκεια της ημέρας ή της εβδομάδας και άλλα. Στις εικόνες 74, 75 και 76 παρουσιάζονται οι επιλογές συμπλήρωσης από τον χρήστη που τον διευκολύνουν κατά την εισαγωγή δεδομένων. Σε αυτά τα πεδία εισάγονται συγκεκριμένου τύπου πληροφορίες οι οποίες κατευθύνουν το χρήστη για την εισαγωγή των απαραίτητων δεδομένων σε κάθε πεδίο της φόρμας.

Το όνομα φαρμάκου και ο κωδικός είναι πληροφορίες που εισάγει ο χρήστης. Οι πληροφορίες αυτές έρχονται σε αντιστοιχία με τα δεδομένα που έχει αποθηκευμένα ο αναμεταδότης της συσκευασίας. Τα υπόλοιπα στοιχεία που εισάγει ο χρήστης είναι πληροφορίες ανεξάρτητες από τα δεδομένα που είναι αποθηκευμένα στον αναμεταδότη της συσκευασίας. Με βάση αυτά τα στοιχεία διαμορφώνονται οι πληροφορίες που παίρνει ο χρήστης από την εφαρμογή, όπως είναι η ενθύμηση της ώρας κατα-



## Προσθήκη νέου φαρμάκου

Όνομα φαρμάκου:

Κωδικός φαρμάκου:

Δοσολογία:  ανά


Συχνότητα: κάθε  ώρες

Ημερομηνία έναρξης της θεραπείας:

Ωρα έναρξης της θεραπείας:  :

Συνολική διάρκεια θεραπείας:

Σημείωση:



Όνομα φαρμάκου:

Κωδικός φαρμάκου:

Δοσολογία:  ανά

Συχνότητα: κάθε

Ημερομηνία έναρξης της

Ωρα έναρξης της θεραπείας:  :

Συνολική διάρκεια θεραπείας:

Σημείωση:

**Εικ. 74.** Δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη να ρυθμίσει την δοσολογία, δηλαδή την ποσότητα των χαπιών που καταναλώνει ανά ημέρα ή εβδομάδα.

νάλωσης του φαρμάκου, η ενημέρωση για την δοσολογία, τη διάρκεια θεραπείας και άλλα. Σε περίπτωση που ο ασθενής δυσκολεύεται να προβεί σε αυτή τη διαδικασία, συμπλήρωσης της φόρμας, η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται από τον βοηθό ασθενή.

Εφόσον ο χρήστης έχει συμπληρώσει τα πεδία της φόρμας, επιλέγοντας το κουμπί «Αποθήκευση», αποθηκεύονται τα νέα στοιχεία. Κατά την αποθήκευση των στοιχείων αυτών πρέπει στην συσκευή ανάγνωσης να συνδεθεί η καινούρια συσκευασία φαρμάκων που αντιστοιχεί στα στοιχεία αυτά. Προειδοποιητικό μήνυμα ενημερώσει τον χρήστη τότε πρέπει να αλλάξει τις συσκευασίες στην συσκευή ανάγνωσης (εικ. 77).

Αλλαγή στοιχείων

Όνομα φαρμάκου: DEPON

Κωδικός φαρμάκου: 1234

Δοσολογία: 4 ανά ημέρα

Συχνότητα: κάθε 6 ώρες

Ημερομηνία έναρξης της θεραπείας:

Ώρα έναρξης της θεραπείας: 12 : 0

21/2/2008 19:21:04

Κ	Δ	Τ	Τ	Π	Π	Σ
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30			

Εικ. 75. Πεδία συμπλήρωσης ημερομηνίας και ώρας έναρξης της θεραπείας .

Δοσολογία: 4 ανά ημέρα

Συχνότητα: κάθε 6 ώρες

Ημερομηνία έναρξης της θεραπείας:

Ώρα έναρξης της θεραπείας: 12 : 0

Συνολική διάρκεια θεραπείας: 30 ημέρες

Σημείωση: επίσκεψη στο γιατρό μετά το

Αποθήκευση Καθαρισμός Έξοδος

Εικ. 76. Πεδίο συμπλήρωσης διάρκειας της θεραπείας. Έτσι, γίνεται αντιληπτό από το σύστημα πότε ολοκληρώνεται η θεραπεία.

Για την αποθήκευση των νέων στοιχείων τοποθετήστε τη νέα συσκευασία φαρμάκου στη συσκευή ανάγνωσης.

Εντάξει Άκυρο

Εικ. 77. Μήνυμα ειδοποίησης μετά την αποθήκευση των νέων στοιχείων.


- **Σχέδιο 5 - Φόρμα συμπλήρωσης για την αλλαγή στοιχείων συγκεκριμένης θεραπείας**

Η φόρμα αυτή είναι παρόμοια με τη φόρμα συμπλήρωσης για την προσθήκη νέου φαρμάκου, που παρουσιάζεται παρακάτω. Σκοπός είναι να διευκολύνει το χρήστη σε περίπτωση που είτε έχει εισάγει κάποιο λάθος στοιχείο και θέλει να το διορθώσει εκ των υστέρων, είτε ο γιατρός έχει αλλάξει την θεραπεία και επιθυμεί να εισάγει καινούρια δεδομένα. Με την επιλογή του κουμπιού «Έξοδος» ο χρήστης επιστρέφει στην προηγούμενη σελίδα, ενώ με την επιλογή «Αποθήκευση» αποθηκεύονται οι αλλαγές και παρουσιάζονται στο χρήστη οι «Οδηγίες» θεραπείας με τα καινούρια δεδομένα. Οι πληροφορίες που παρουσιάζονται σε αυτήν την οθόνη, είναι δεδομένα που έχει εισάγει ο χρήστης κατά την προσθήκη του συγκεκριμένου φαρμάκου στην εφαρμογή.

3 / 3 / 2008 19:21:04

### Αλλαγή στοιχείων

Όνομα φαρμάκου:	<input type="text" value="DEPON"/>
Κωδικός φαρμάκου:	<input type="text" value="1234567890"/>
Δοσολογία:	<input type="text" value="4"/> ανά <input type="text" value="ημέρα"/>
Συχνότητα:	κάθε <input type="text" value="6"/> ώρες
Ημερομηνία έναρξης της θεραπείας:	<input type="text"/>
Ωρα έναρξης της θεραπείας:	<input type="text" value="12"/> : <input type="text" value="0"/>
Συνολική διάρκεια θεραπείας:	<input type="text" value="30"/> <input type="text" value="ημέρες"/>
Σημείωση:	<input type="text" value="επίσκεψη στο γιατρό μετά το τέλος της θεραπείας"/>



ΑποθήκευσηΚαθαρισμόςΈξοδος

## • Σχέδιο 6 - Πληροφορίες φαρμάκου

Σε περίπτωση που ο χρήστης επιλέξει το κουμπί «Πληροφορίες» από την αρχική σελίδα (σχέδιο 1), εμφανίζεται η παραπάνω οθόνη. Στην οθόνη αυτή υπάρχουν οι πληροφορίες φαρμάκου, που είναι με τη μορφή υπερσυνδέσεων, οι οποίες όταν επιλεγούν παρουσιάζουν στο χρήστη πληροφορίες που αφορούν το συγκεκριμένο φάρμακο, όπως είναι η σύνθεσή του, η ενδεικτική δοσολογία και άλλες που φαίνονται στην εικόνα. Οι πληροφορίες αυτές είναι αποθηκευμένες στον αναμεταδότη της συσκευασίας. Οπότε, μπορεί να διαφέρουν για κάθε ξεχωριστή κατηγορία φαρμάκου. Στην εικόνα 78 παρουσιάζεται παράδειγμα από την υπερσύνδεση «Σύνθεση». Οι υπόλοιπες υπερσυνδέσεις λειτουργούν με τον ίδιο τρόπο. Με το πάτημα του κουμπιού έξοδος από αυτές τις οθόνες, ο χρήστης επιστρέφει στην οθόνη του σχεδίου 6, ενώ με το πάτημα του κουμπιού αρχικής σελίδας επιστρέφει στην αρχική σελίδα (σχέδιο 1).

Επάνω δεξιά στην οθόνη υπάρχει η υπερσύνδεση που δίνει πληροφορίες για την ορθολογική χρήση φαρμάκων με τον ομώνυμο τίτλο (εικ. 79). Πληροφορίες σαν κι αυτές βρίσκονται σε ξεχωριστό σημείο από τις υπόλοιπες υπερσυνδέσεις, καθώς δεν αναφέρονται μόνο στο συγκεκριμένο φάρμακο, αλλά αφορούν τον γενικότερο τρόπο χρήσης φαρμάκων.

The screenshot shows a mobile application interface for 'DEPON 500mg'. At the top right, there is a status bar with the date '3 / 3 / 2008' and time '20:44:40'. Below this, a navigation menu includes 'Ορθολογική Χρήση Φαρμάκων'. The main title 'DEPON 500mg' is displayed in large letters, with the number '500mg' to its right and the ID '052436980723' further right. A central section titled 'Πληροφορίες Φαρμάκου' contains a list of links: 'Σύνθεση', 'Ενδείξεις - Αντεδείξεις', 'Προειδοποιήσεις', 'Ενδεικτική Δοσολογία', 'Χορήγηση κατά την κύηση', and 'Χορήγηση σε παιδιά'. At the bottom, there is a navigation bar with icons and buttons for 'Δοσολογία', 'Οδηγίες', 'Πληροφορίες', and 'Έξοδος'.

3 / 3 / 2008 20:56:36

Ορθολογική Χρήση Φαρμάκων

# DEPON 500mg

052436980723

**Πληροφορίες Φαρμάκου**

### Σύνθεση

DEPON δισκία 500 mg: Κουτί των 20 λευκών στρογγυλών δισκίων σε blisters. Κάθε δισκίο περιέχει 500 mg παρακεταμόλη. Έκδοχα: Άμυλο προζελατινιοποιημένο, ποβιδόνη, στεατικό οξύ.

Παρασκευάζεται και συσκευάζεται στη ΦΑΜΑΡ ΑΒΕ, Ανθούσα Αττικής.  
Προϊόν του Οίκου: BRISTOL - MYERS SQUIBB Ε.Π.Ε.


Δοσολογία
Οδηγίες
Πληροφορίες
Έξοδος

Εικ. 78. Πληροφορίες για τη σύνθεση φαρμάκου.

3 / 3 / 2008 20:55:05

Ορθολογική Χρήση Φαρμάκων

# DEPON 500mg

052436980723

### Ορθολογική Χρήση Φαρμάκων

- Το φάρμακο αυτό σας το έγραψε ο γιατρός σας μόνο για το συγκεκριμένο ιατρικό σας πρόβλημα. Δεν θα πρέπει να το δίνεται σε άλλα άτομα ή να το χρησιμοποιείται για κάποια άλλη πάθηση, χωρίς προηγουμένως να έχετε συμβουλευτεί το γιατρό σας.
- Εάν κατά τη διάρκεια της θεραπείας εμφανιστεί κάποιο πρόβλημα με το φάρμακο, ενημερώστε αμέσως το γιατρό σας ή το φαρμακοποιό σας.
- Εάν έχετε οποιαδήποτε ερωτηματικά γύρω από τις πληροφορίες που αφορούν το φάρμακο που λαμβάνετε ή χρειάζεστε καλύτερη ενημέρωση για το ιατρικό σας πρόβλημα μη διστάσετε να ζητήσετε τις πληροφορίες αυτές από το γιατρό σας ή το φαρμακοποιό σας.
- Για να είναι αποτελεσματικό και ασφαλές το φάρμακο που σας χορηγήθηκε θα πρέπει να λαμβάνεται σύμφωνα με τις οδηγίες που σας δόθηκαν.
- Για την ασφάλειά σας και την υγεία σας είναι απαραίτητο να διαβάζεται με προσοχή κάθε πληροφορία που αφορά το φάρμακο που σας χορηγήθηκε.
- Να μη διατηρείτε τα φάρμακα σε ερμάρια του λουτρού, διότι η ζέση και η υγρασία μπορεί να αλλοιώσουν το φάρμακο και να το καταστήσουν επιβλαβές για την υγεία σας.
- Να μην κρατάτε φάρμακα που δεν τα χρειάζεστε πλέον ή που ήδη έχουν λήξει.

Για μεγαλύτερη ασφάλεια κρατάτε όλα τα φάρμακα σε ασφαλές μέρος μακριά από τα παιδιά.


Δοσολογία
Οδηγίες
Πληροφορίες
Έξοδος

Εικ. 79. Πληροφορίες για την ορθολογική χρήση φαρμάκων.

- Σχέδιο 7 - Δοσολογία όταν είναι η ώρα κατανάλωσης χαπιού



Σε περίπτωση που η ώρα κατανάλωσης χαπιού συμπίπτει με την τρέχουσα ώρα, στην οθόνη δοσολογίας παρουσιάζεται η παραπάνω εικόνα. Στο σημείο αυτό επισημαίνεται στο χρήστη ότι είναι ώρα να καταναλώσει ένα χάπι. Με τη χρήση ειδικής ένδειξης, μέσω κίνησης και ήχου, δίνεται ιδιαίτερη έμφαση την δεδομένη χρονική στιγμή στο γεγονός ότι ο ασθενής και χρήστης πρέπει να καταναλώσει το χάπι από τη συγκεκριμένη συσκευασία. Επίσης, κάτω από την κύρια ένδειξη παρουσιάζεται η πληροφορία για την χρονική στιγμή της επόμενης δόσης, ώστε ο χρήστης να μπορεί να ελέγξει την συχνότητα κατανάλωσης του φαρμάκου. Άλλη αλλαγή που παρατηρείται σε αυτήν την περίπτωση είναι τα επιπλέον κουμπιά στην δεξιά πλευρά της οθόνης, τα οποία δίνουν τη δυνατότητα στο χρήστη να χειριστεί την επισήμανση ενθύμησης της δόσης του.

Με το πάτημα των κουμπιών αυτών σταματάει η ειδική ένδειξη με τη χρήση ήχου και κίνησης. Η πρώτη επιλογή είναι ο κουμπί «Εντάξει», το οποίο επιλέγει ο χρήστης, αφού έχει καταναλώσει την απαραίτητη ποσότητα δόσης του φαρμάκου. Οπότε στο χρήστη εμφανίζεται η οθόνη με ένδειξη την επόμενη δόση (εικ. 80).

Σε περίπτωση που ο χρήστης θέλει να παραλείψει μία δόση, επιλέγει το κουμπί «Παράληψη». Σε αυτήν την περίπτωση παρουσιάζεται ένα μήνυμα που ζητά επιβεβαίωση από το χρήστη, καθώς υπάρχει περίπτωση να έχει επιλέξει να παραλείψει μία δόση από αμέλεια ή να έχει μετανιώσει για αυτή του την επιλογή (εικ. 81). Σε περίπτωση που ο χρήστης επιλέξει πάλι «Παράληψη», η δόση παραλείπεται και εμφανίζεται η επόμενη δόση (εικ. 80). Σε περίπτωση που ο χρήστης επιλέξει «Άκυ-

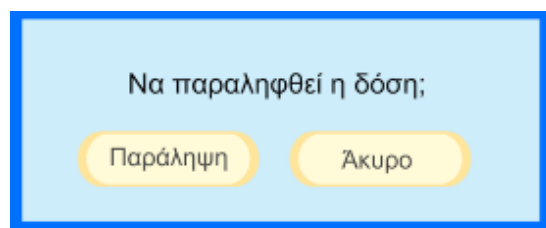


ρο», επιστρέφει στην προηγούμενη οθόνη (Σχέδιο 7).

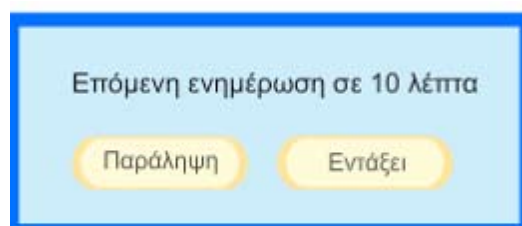
Όταν ο χρήστης επιλέξει το κουμπί «Ενημέρωση Αργότερα» του σχεδίου 7, εμφανίζεται στην οθόνη του πάλι ενημερωτικό μήνυμα επισημαίνοντας ότι θα ενημερωθεί ξανά για την δόση μετά από 10 λεπτά, ενώ του δίνεται η δυνατότητα να παραλείψει την δόση (εικ. 82). Σε περίπτωση που επιλέξει «Εντάξει» επιστρέφει στην προηγούμενη οθόνη, σχέδιο 7, ενώ αν επιλέξει «Παράληψη» εμφανίζεται το προηγούμενο ενημερωτικό μήνυμα (εικ. 81). Έπειτα, ακολουθείται η διαδρομή που περιγράφηκε προηγουμένως.



Εικ. 80. Η επόμενη δόση που εμφανίζεται τον χρήστη.



Εικ. 81. Ενημερωτικό μήνυμα επιβεβαίωσης ότι ο χρήστης θέλει να παραλείψει μία δόση.



Εικ. 82. Ενημερωτικό μήνυμα.

## 5.5 Συμπεράσματα - σύνοψη

Σε αυτό το κεφάλαιο περιγράφηκε η διαμόρφωση του πρωτοτύπου διαχείρισης έξυπνων φαρμακευτικών συσκευασιών, που πραγματοποιείται σύμφωνα με τις ανάγκες της θεραπευτικής αγωγής ασθενή. Η βασική ιδέα διαμόρφωσής του ξεκινά από την ενσωμάτωση αναμεταδότη RFID στη φαρμακευτική συσκευασία και επικοινωνία του με κατάλληλα διαμορφωμένη συσκευή ανάγνωσης. Ο χρήστης διαχειρίζεται το σύστημα και παίρνει πληροφορίες από αυτό, από τον προσωπικό του ηλεκτρονικό υπολογιστή.

Οι βασικές διαδικασίες που εκτελεί ο χρήστης μέσω της εφαρμογής αυτής είναι η εισαγωγή στοιχείων που αφορούν τις οδηγίες θεραπείας του, η προβολή δεδομένων που αφορούν το φάρμακο και η ειδοποίηση κατανάλωσης της δοσολογίας. Εκτός από τα παραπάνω, εκτελούνται κάποιες εργασίες, ώστε να μπορεί ο χρήστης να εκτελέσει όλες τις παραπάνω ενέργειες. Μερικές από αυτές είναι, η αναγνώριση του αναμεταδότη από τη συσκευή ανάγνωσης, η ανάγνωση των δεδομένων του, η εισαγωγή στο σύστημα πληροφοριών που αφορούν τις οδηγίες δοσολογίας του ασθενή, η αποθήκευσή και αλλαγή τους, η μέτρηση χρονικής διάρκειας ένδειξης στο χρήστη για την ώρα κατανάλωσης φαρμάκου και άλλα.

Ο χρήστης εκτελεί τις διαδικασίες και διαχειρίζεται την εφαρμογή μέσω της γραφικής διεπαφής χρήστη. Η διαμόρφωση της διεπαφής έγινε με βάση κάποιες ανάγκες ευχρηστίας για ηλικιωμένα άτομα ή άτομα τα οποία δεν είναι αρκετά εξοικειωμένα με τη χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών. Βασικοί χρήστες του συστήματος είναι ο ασθενής και ο βοηθός ασθενή.

Με αυτήν την εφαρμογή ο ασθενής μπορεί να ελέγχει καλύτερα την διαχείριση των φαρμάκων που καταναλώνει για μια δεδομένη θεραπευτική αγωγή. Επίσης, του δίνεται η δυνατότητα να συμμετέχει ενεργά στην ίδια του την θεραπεία, μέσα από ένα ευχάριστο και ειδικά διαμορφωμένο περιβάλλον αλληλεπίδρασης. Μία τέτοια εφαρμογή μπορεί να επεκταθεί εισάγοντας και άλλες λειτουργίες όπως είναι η επικοινωνία με τον θεράποντα ιατρό μέσω διαδικτύου, η διαμόρφωση ηλεκτρονικού ημερολογίου ασθενή, και άλλες λειτουργίες που θα συμβάλλουν στην αυτόνομη διαβίωση των ανθρώπων με προβλήματα υγείας.

## Κεφάλαιο 6 - Αξιολόγηση πρωτοτύπου

---

## Αξιολόγηση πρωτοτύπου

---

Έπειτα από την περιγραφή του συστήματος και σχεδίαση της γραφικής διεπαφής χρήστη, έγινε αξιολόγηση του συστήματος διαχείρισης φαρμακευτικών προϊόντων. Επιλέχθηκαν χρήστες οι οποίοι θεωρήθηκαν ως οι ενδεχόμενοι μελλοντικοί χρήστες ενός τέτοιου συστήματος, με βάση ορισμένα κριτήρια όπως η ηλικία και η συχνότητα κατανάλωσης χαπιών. Αφού έγινε μία σύντομη περιγραφή για τη λειτουργία και τον τρόπο διαμόρφωσης της εφαρμογής αυτής, δόθηκαν τρία σενάρια εργασίας στον κάθε χρήστη ξεχωριστά. Οι χρήστες χρησιμοποίησαν ένα πρότυπο διαμόρφωσης της γραφικής διεπαφής της εφαρμογής, από όπου προσπάθησαν να ολοκληρώσουν τις εργασίες που τους ανατέθηκαν. Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται η διαδικασία διεξαγωγής της αξιολόγησης και αναφέρονται τα προβλήματα που συνάντησαν οι χρήστες. Μετά το τέλος της εργασίας εξετάστηκε αν οι χρήστες κατάφεραν να ολοκληρώσουν με επιτυχία τα σενάρια χρήσης που τους δόθηκαν. Έπειτα από την ολοκλήρωση αυτής της διαδικασίας συμπλήρωσαν ειδικό ερωτηματολόγιο. Στο έγγραφο αυτό αποτυπώθηκαν τα προβλήματα και οι απόψεις των χρηστών σε ότι αφορά την σκοπιμότητα και την ευχρηστία του συστήματος.

Η διαδικασία της αξιολόγησης πραγματοποιείται για να εξεταστεί σε ποιο βαθμό η εφαρμογή αυτή είναι αποδοτική και ικανοποιεί το χρήστη. Έχει ως στόχο την εκτίμηση της λειτουργικότητας και της ευχρηστίας του συστήματος. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε για την αξιολόγηση του συγκεκριμένου συστήματος περιγράφηκε παραπάνω. Δεν είναι μία διαδικασία αξιολόγησης ενός υπάρχοντος συστήματος, αλλά μία επιθεώρηση γύρω από το συγκεκριμένο πρωτότυπο δημιουργίας έξυπνης φαρμακευτικής συσκευασίας. Από αυτή τη διαδικασία προκύπτουν συμπεράσματα που αφορούν τα προβλήματα και τις απαιτήσεις των χρηστών. Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης, τεκμηριώνονται από τις απαντήσεις των χρηστών στο ερωτηματολόγιο, που συμπλήρωσαν αφού ολοκληρώσουν την επικοινωνία τους με την εφαρμογή. Με την σωστή εκτίμηση των αποτελεσμάτων, προκύπτουν ιδέες και λύσεις για τα προβλήματα που προκύπτουν, ώστε να βελτιωθεί το υπό σχεδίαση σύστημα και να ανταποκρίνεται στις ανάγκες των μελλοντικών χρηστών.

### 6.1 Επιλογή χρηστών

Οι χρήστες, οι οποίοι έλαβαν μέρος στην αξιολόγηση του συστήματος είναι κατά κύριο λόγο άνθρωποι που παρακολουθούν μία συγκεκριμένη φαρμακευτική αγωγή, αλλά και βοηθοί τέτοιων ανθρω-

πων. Επιλέχθηκαν και χρήστες οι οποίοι δεν ανήκουν σε καμία από τις δύο παραπάνω κατηγορίες, απλά κάποια στιγμή στη ζωή τους ακολούθησαν μία συγκεκριμένη θεραπεία που περιελάμβανε την κατανάλωση χαπιών. Οι χρήστες επιλέχθηκαν με βάση κάποια χαρακτηριστικά, όπως είναι η ηλικία, το φύλλο, η συχνότητα κατανάλωσης χαπιών, η διάρκεια της θεραπείας και άλλα.

Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στην συμπεριφορά των χρηστών μεγαλύτερης ηλικίας, οι οποίοι έδειξαν ότι δυσκολεύτηκαν περισσότερο στον χειρισμό και ενδέχεται να αποτελούν την πλειοψηφία των μελλοντικών χρηστών. Επίσης, επιλέχθηκαν χρήστες που ακολουθούν φαρμακευτική αγωγή για χρονικό διάστημα, από μερικούς μήνες, έως χρόνια, ή ακόμα και εφόρου ζωής. Άλλος σημαντικός παράγοντας για την επιλογή των χρηστών υπήρξε και η ποσότητα των φαρμάκων που υποχρεούνται να καταναλώσουν οι ασθενείς κατά τη διάρκεια της ημέρας. Όσο περισσότερα φάρμακα καταναλώνουν, τόσο περισσότερη οργάνωση απαιτείται, ώστε να συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις της θεραπείας. Επομένως, έχουν περισσότερο ανάγκη από μία τέτοια εφαρμογή.

Όπως έχει αναφερθεί σε προηγούμενα κεφάλαια, οι ασθενείς δεν είναι πάντα σε θέση να χειριστούν ένα τέτοιο σύστημα, οπότε πολλές εργασίες, όπως η εισαγωγή των στοιχείων της δοσολογίας, που είναι οι οδηγίες που έχουν δοθεί από τον γιατρό, η αλλαγή τους, η προσθήκη νέου φαρμάκου στο σύστημα και άλλα, ενδέχεται να πραγματοποιούνται από τον βοηθό ασθενή. Επομένως, η επιλογή των χρηστών βασίστηκε και στο παραπάνω ενδεχόμενο, οπότε εξετάστηκε η ευχρηστία του συστήματος και ως προς τον χειρισμό του από τον βοηθό ασθενή. Σύμφωνα με την επιλογή των χρηστών, βοηθοί ασθενών μπορεί να είναι άνθρωποι διαφόρων ηλικιών, για τους οποίους δεν αποκλείεται και οι ίδιοι να παρακολουθούν κάποια φαρμακευτική αγωγή. Τελευταίος παράγοντας που λήφθηκε υπόψη για την επιλογή των χρηστών, είναι η εμπειρία τους με την χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών. Επιλέχθηκαν χρήστες οι οποίοι έχουν κάποια βασική επαφή και χρησιμοποιούν ηλεκτρονικούς υπολογιστές για λόγους διασκέδασης, ενημέρωσης, εφαρμογές διαδικτύου και άλλα.

### • Χαρακτηριστικά και γενική περιγραφή των χρηστών

Οι χρήστες που επιλέχθηκαν για την αξιολόγηση του συστήματος είναι σύνολο 12, διαφόρων ηλικιών και φύλλου. Οι 5 από αυτούς είναι άντρες και γυναίκες άνω των 55 ετών, οι 3 είναι άντρες και γυναίκες σε ηλικία 35 έως 55 ετών και οι υπόλοιποι 4 είναι ηλικίας 20 έως 35 ετών (Πίνακας 3). Όλοι οι χρήστες είτε ακολουθούν συγκεκριμένη θεραπευτική αγωγή, είτε έχουν καταναλώσει στο παρελθόν φάρμακα, για κάποιο χρονικό διάστημα. Επίσης, αρκετοί έχουν παράλληλα και το ρόλο του βοηθού ασθενή. Ο βαθμός εξοικείωσης των χρηστών στην χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών ξεκινάει από πολύ καλός, ειδικότερα για τους νεότερους σε ηλικία, και καταλήγει σε ελάχιστη εμπειρία χρήσης, για τους μεγαλύτερους σε ηλικία. Μερικοί από τους χρήστες άνω των 58 ετών χρησιμοποιούσαν καθημερινά ηλεκτρονικούς υπολογιστές, λόγω του επαγγέλματος που εξασκούσαν στο παρελθόν.

Ηλικία Χρηστών	20 – 35 ετών	35 – 55 ετών	55 ετών και άνω	Σύνολο
Αριθμός χρηστών	4	3	5	12

Πίνακας 3. Κατανομή χρηστών ανά ηλικία.

Οι μεγαλύτεροι σε ηλικία ασθενείς καταναλώνουν πάνω από 2 διαφορετικά φάρμακα καθημερινά, εκτός από 2 χρήστες που δεν αντιμετωπίζουν κάποιο χρόνιο πρόβλημα υγείας, οπότε καταναλώνουν φάρμακα περιστασιακά. Οι τρεις από αυτούς έχουν το ρόλο του βοηθού ασθενή για άτομα μεγαλύτερης ηλικίας. Επίσης, αντιμετωπίζουν αυξημένα προβλήματα αναγνώρισης φαρμάκων, λόγω προβλημάτων στην όραση και δυσκολεύονται στην ενθύμηση κατανάλωσης των φαρμάκων.

Στην μεσαία κατηγορία ασθενών, ηλικίας 35 έως 55 ετών, 2 χρήστες καταναλώνουν φάρμακα σε ημερήσια βάση, των οποίων η θεραπεία διαρκεί για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Μετά το τέλος της φαρμακευτικής τους αγωγής, επισκέπτονται το θεράποντα ιατρό και η θεραπεία τους συνήθως ανανεώνεται. Ο άλλος χρήστης έχει καταναλώσει περιστασιακά φάρμακα και έχει παρακολουθήσει θεραπείες που διήρκεσαν για μερικούς μήνες. Δεν αντιμετωπίζει κάποιο χρόνιο πρόβλημα υγείας. Οι πλειοψηφία των χρηστών αυτών, δεν αντιμετωπίζει προβλήματα αναγνώρισης φαρμάκων, δυσκολεύονται όμως στην ενθύμηση της ώρας που πρέπει να καταναλώσουν την απαιτούμενη δόση.

Στην τελευταία κατηγορία, ανήκουν οι χρήστες που είναι νεότεροι σε ηλικία. Οι χρήστες αυτοί καταναλώνουν περιστασιακά φάρμακα, λόγω διάφορων παθήσεων και προβλημάτων υγείας που εμφανίζονται κατά καιρούς. Σε γενικές γραμμές, δεν αντιμετωπίζουν προβλήματα ενθύμησης και αναγνώρισης φαρμάκων, ενώ οι μισοί σε αριθμό είναι έμπειροι χρήστες ηλεκτρονικών υπολογιστών.

## 6.2 Σενάρια εργασίας - ερωτηματολόγιο

Για να διεξαχθεί η διαδικασία της αξιολόγησης επιλέχθηκαν τα σενάρια εργασίας των χρηστών με βάση τη συχνότητα και την σπουδαιότητα πλοήγησης για συγκεκριμένες διεργασίες. Οι χρήστες κλήθηκαν να διεξάγουν τρεις εργασίες που αφορούν την εφαρμογή. Έπειτα από εύλογο χρονικό διάστημα, εξετάστηκε αν οι χρήστες κατάφεραν να ολοκληρώσουν τις εργασίες αυτές. Τα σενάρια που επιλέχθηκαν για την εξέταση αξιολόγησης του συστήματος είναι τα ακόλουθα:

### **Σενάριο 1ο:**

Αρχικά ζητήθηκε από τους χρήστες να βρουν πληροφορίες για την σύνθεση του φαρμάκου. Πληροφορίες σαν κι αυτές υπάρχουν σε όλα τα φάρμακα και ο ασθενής είναι υποχρεωμένος να ελέγχει. Είναι μία πληροφορία που ο οποιοσδήποτε ασθενής ίσως χρειαστεί να ανατρέξει να βρει.

### **Σενάριο 2ο:**

Επόμενη εργασία που ζητήθηκε να πραγματοποιήσουν οι χρήστες είναι η αλλαγή των στοιχείων που αφορούν τη δοσολογία του συγκεκριμένου φαρμάκου. Σύμφωνα με τη λειτουργία του συστήματος, αυτά τα στοιχεία τα έχει εισάγει νωρίτερα ο ίδιος ο χρήστης. Κατά τη διάρκεια χρήσης ενός τέτοιου συστήματος, σε αυτήν την διαδικασία, αλλαγής των στοιχείων, είναι πιθανό να χρειαστεί να προβούν οι χρήστες αρκετές φορές, καθώς μπορεί να έχουν εισάγει λάθος τα στοιχεία κατά την αρχική τους καταχώρηση ή μπορεί ο γιατρός να αλλάξει την πορεία της θεραπείας τους, οπότε θα πρέπει να



αλλάξουν και τα στοιχεία που αφορούν τη δοσολογία στο σύστημα, ώστε να λειτουργεί σύμφωνα με τις οδηγίες του ιατρού. Οπότε, επιλέγεται να εξεταστεί αν η διαμόρφωση της φόρμας συμπλήρωσης αυτών των στοιχείων διευκολύνει τους ασθενείς, αλλά και τους βοηθούς ασθενών.

### **Σενάριο 3ο:**

Στο τελευταίο σενάριο εργασίας αξιολογείται ο τρόπος που ειδοποιεί το σύστημα το χρήστη ότι είναι ώρα να καταναλώσει το φάρμακό του. Οπότε, την προγραμματισμένη ώρα κατανάλωσης της δόσης, ζητείται από το χρήστη να επιλέξει να παραμείνει η ένδειξη ενθύμησης της συγκεκριμένης δόσης, μέχρι να καταναλωθεί το φάρμακο από τον ίδιο. Αυτή η διαδικασία ενδέχεται να χρησιμοποιείται αρκετά από τους χρήστες, καθώς είναι ένας τρόπος ελέγχου της δοσολογίας και παρακολούθησης της θεραπείας. Έτσι, εξετάζεται κατά πόσο διευκολύνονται οι χρήστες με τη σειρά των μηνυμάτων καθοδήγησης που εμφανίζονται και αν οι πληροφορίες που τους παρουσιάζονται είναι κατανοητές και επαρκείς.

- **Συμπλήρωση ερωτηματολογίου**

Έπειτα από την πλοήγηση των χρηστών και κατανόηση λειτουργίας της εφαρμογής, τους ζητήθηκε να συμπληρώσουν ειδικά διαμορφωμένο ερωτηματολόγιο. Στο ερωτηματολόγιο αυτό οι ερωτήσεις έχουν ως στόχο να αναδείξουν την σκοπιμότητα και την ευχρηστία του συστήματος. Σε ότι αφορά τη σκοπιμότητα, εξετάζεται κατά πόσο το σύστημα αυτό είναι χρήσιμο και αντιμετωπίζει προβλήματα, σύμφωνα με τη γνώμη των χρηστών. Με τον όρο ευχρηστία εννοείται η ευκολία των χρηστών να χρησιμοποιούν το σύστημα, δηλαδή εξετάζεται αν δυσκολεύονται να βρουν τις πληροφορίες που αναζητούν, εφόσον υπάρχουν.

Οι πρώτες ερωτήσεις εστιάζονται στη γενική άποψη του χρήστη, σε ότι αφορά τη χρήση και τη διάταξη της εφαρμογής. Συμπληρώνονται έπειτα από την διεξαγωγή των σεναρίων εργασίας, οπότε οι ερωτήσεις σχετίζονται με την εμπειρία τους αυτή. Ο χρήστης σημειώνει τις απαντήσεις του με βάση συγκεκριμένη κλίμακα αξιολόγησης της ικανοποίησής του, από καθόλου έως πολύ. Οι μετέπειτα ερωτήσεις αφορούν τον χειρισμό της γραφικής διεπαφής χρήστη. Εξετάζεται κατά πόσο είναι εύχρηστη και σε ποιο βαθμό γίνεται κατανοητός στο χρήστη ο τρόπος χειρισμού της. Τέλος, ο χρήστης σημειώνει την δική του άποψη αρνητική ή θετική για την εφαρμογή. Οι επόμενες ερωτήσεις αφορούν την σκοπιμότητα της εφαρμογής. Με άλλα λόγια, σκοπός είναι να αξιολογηθεί κατά πόσο αυτή η εφαρμογή είναι χρήσιμη σύμφωνα με το σκοπό για τον οποίο σχεδιάστηκε. Παρακάτω παρουσιάζεται το ερωτηματολόγιο όπως δόθηκε στους χρήστες.

## **6.3 Αποτελέσματα αξιολόγησης**

Σε αυτήν την ενότητα περιγράφεται η συμπεριφορά των χρηστών, κατά την αλληλεπίδρασή τους με το σύστημα διαχείρισης έξυπνων φαρμακευτικών συσκευασιών. Κατά την διαδικασία αξιολόγησης οι

χρήστες έκαναν σχόλια και περιέγραφαν τον τρόπο σκέψης, σύμφωνα με τα σενάρια που τους δόθηκαν να εκτελέσουν, αλλά και τις πληροφορίες που εμφανίστηκαν στην οθόνη τους. Πολλά συμπεράσματα προέκυψαν και από τις απαντήσεις των χρηστών στο ερωτηματολόγιο. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στα προβλήματα που αντιμετώπισαν οι χρήστες. Αρκετά από αυτά ήταν κοινά για χρήστες όλων των ηλικιών και άλλα διαχωρίζονταν με βάση τη ηλικία ή την εμπειρία χρήσης ηλεκτρονικών υπολογιστών.

- **Γενικά**

Η πλειοψηφία των χρηστών (10/12) κατάφεραν να ολοκληρώσουν με επιτυχία τα σενάρια χρήσης που τους ανατέθηκαν σε εύλογο χρονικό διάστημα. Συγκεκριμένα, η διαδικασία του πρώτου σεναρίου, όπου ζητήθηκε από τους χρήστες να βρουν πληροφορίες για τη σύνθεση του φαρμάκου, ολοκληρώθηκε με επιτυχία από όλους τους χρήστες, σε σύντομο χρονικό διάστημα και χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα. Το δεύτερο σενάριο όπου ζητήθηκε από τους χρήστες να αλλάξουν τα στοιχεία της δοσολογίας, πραγματοποιήθηκε και αυτό με επιτυχία από την πλειοψηφία των χρηστών, αν και χρειάστηκε παραπάνω χρόνος. Στο τελευταίο σενάριο χρήσης παρουσιάστηκαν προβλήματα, καθώς χρειάστηκε αρκετός χρόνος και περιήγηση των χρηστών σε διάφορες επιλογές για να ολοκληρώσουν τη διαδικασία. Λεπτομέρειες και τεκμηρίωση για την συμπεριφορά των χρηστών περιγράφονται στην επόμενη ενότητα.

Σε γενικές γραμμές οι χρήστες εξέφρασαν την άποψη ότι η εφαρμογή αυτή είναι ικανοποιητική σε ότι αφορά τον σκοπό για τον οποίο σχεδιάστηκε. Αποτελεί ένα μέσω οργάνωσης και ενθύμησης της φαρμακευτικής αγωγής. Οι μεγαλύτεροι σε ηλικία χρήστες είχαν την ομόφωνη άποψη ότι ένα τέτοιο σύστημα είναι χρήσιμο και εξυπηρετικό, ιδιαίτερα για άτομα τα οποία καταναλώνουν συχνά, πολλά διαφορετικά φάρμακα. Επίσης, υπήρχαν προτάσεις από τους χρήστες για εξέλιξη της εφαρμογής και συνδυασμό της με συστήματα και πληροφορίες που σχετίζονται με άλλες καθημερινές δραστηριότητες.

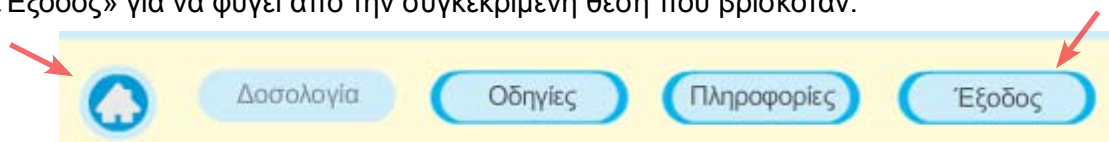
- **Προβλήματα χρήσης και τεκμηρίωση κατά την πλοήγηση των χρηστών**

1. Αρχικά, σε ότι αφορά τον τρόπο προβολής και ταξινόμησης των πληροφοριών και εναλλαγής των οθονών, οι χρήστες φάνηκε να μην αντιλαμβάνονται ότι υπάρχουν κουμπιά που κάνουν τις ίδιες λειτουργίες σε διαφορετικές οθόνες. Για παράδειγμα, όταν ο χρήστης ενημερωνόταν για την σύνθεση φαρμάκου και επιθυμούσε να μεταβεί στις πληροφορίες που αφορούν τη δοσολογία του, επέστρεφε στην αρχική σελίδα και έπειτα επέλεγε το κουμπί δοσολογία. Παρόλα αυτά, στην οθόνη όπου παρουσιάζονται οι πληροφορίες σύνθεσης φαρμάκου, υπάρχει κουμπί που παραπέμπει κατευθείαν στη δοσολογία (εικ. 83).



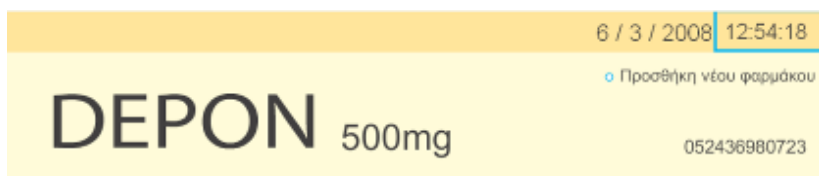
**Εικ. 83.** Στην οθόνη όπου εμφανίζονται οι πληροφορίες για την σύνθεση φαρμάκου, υπάρχει κουμπί που παραπέμπει το χρήστη στη δοσολογία.

**2.** Χρήστες διαφόρων ηλικιών, οι οποίοι δεν είναι έμπειροι χρήστες ηλεκτρονικών υπολογιστών, δεν χρησιμοποίησαν καθόλου το κουμπί που βρίσκεται κάτω αριστερά (εικ. 84), σε όλη τη διάρκεια περιήγησής τους, για να μεταβούν στην αρχική σελίδα. Οι πλειοψηφία χρησιμοποιούσε το κουμπί «Έξοδος» για να φύγει από την συγκεκριμένη θέση που βρισκόταν.



**Εικ. 84.** Στο κάτω αριστερά μέρος της οθόνης βρίσκεται το κουμπί που παραπέμπει στην αρχική οθόνη και κάτω δεξιά το κουμπί «Έξοδος».

**3.** Το επόμενο πρόβλημα παρουσιάστηκε στους μεγαλύτερους σε ηλικία χρήστες. Παρόλο που οι χρήστες αντιλαμβάνονταν ποιο κείμενο είναι απλό και ποιο είναι σύνδεσμος, δεν εντόπισαν τους συνδέσμους που υπάρχουν στο πάνω δεξί μέρος της οθόνης (εικ. 85). Οι νεότεροι σε ηλικία χρήστες δεν αντιμετώπισαν τέτοιου είδους προβλήματα.



**Εικ. 85.** Σύνδεσμος που βρίσκεται στο πάνω μέρος της οθόνης «Προσθήκη νέου φαρμάκου».

4. Σε ότι αφορά την ορολογία που χρησιμοποιείται, ο όρος «Δοσολογία» χρησιμοποιείται σε δύο ξεχωριστά σημεία, για διαφορετικές λειτουργίες. Το ένα είναι ως κουμπί που παραπέμπει στην ένδειξη και ενημέρωση της επόμενης δόσης (εικ. 86) και το άλλο είναι ως πληροφορία στις οδηγίες θεραπείας (εικ. 87). Περίπου οι μισοί χρήστες, ανεξαρτήτου ηλικίας, έδειξαν δυσανασχέτηση με την χρήση του ίδιου όρου σε δύο διαφορετικά σημεία.



Εικ 86. Όταν το προϊόν είναι ανοικτό υπάρχει ειδικός δείκτης που προειδοποιεί με σχετική ένδειξη.



Εικ. 87. Αν ο χρήστης επιλέξει το κουμπί «Δοσολογία», εμφανίζεται στην οθόνη του η παραπάνω οθόνη. Σε αυτήν την περίπτωση, ο όρος δοσολογία χρησιμοποιείται ως τίτλος, για να παρουσιάσει στο χρήστη πότε πρέπει να λάβει την επόμενη δόση από το συγκεκριμένο φάρμακο.



**Εικ. 88.** Επιλέγοντας «Αποθήκευση» στην οθόνη αλλαγής στοιχείων, εμφανίζονται οι οδηγίες θεραπείας με τα καινούρια δεδομένα.

5. Όταν ζητήθηκε από τους χρήστες να ολοκληρώσουν τη διαδικασία του 2ου σεναρίου, δηλαδή να αλλάξουν τα στοιχεία της δοσολογίας που είναι αποθηκευμένα στο σύστημα, κατάφεραν με επιτυχία να προβούν στην σωστή τοποθεσία όπου υπάρχει ο σύνδεσμος «Αλλαγή στοιχείων». Κατά την αποθήκευση όμως των νέων στοιχείων, που άλλαξαν στην ειδικά διαμορφωμένη φόρμα, δεν αντιλήφθηκαν αμέσως πως οι πληροφορίες που εμφανίστηκαν στην οθόνη «Οδηγίες Θεραπείας», εμφανίζονται τα καινούρια στοιχεία που οι ίδιοι έχουν προσθέσει. Με άλλα λόγια, χρειάστηκε αρκετός χρόνος για να ελέγξουν αν είναι σωστές οι αλλαγές που έκαναν.

6. Όταν είναι η κατάλληλη ώρα για τον ασθενή να λάβει το φάρμακό του, αλλάζουν οι πληροφορίες στην οθόνη ένδειξης της δοσολογίας και προστίθενται νέα στοιχεία όπως επιπλέον κουμπιά, κίνηση και ήχος. Οπότε, οι χρήστες χρειάστηκαν λίγο χρόνο μέχρι να αντιλήφθηκαν την αλλαγή αυτή, να επεξεργαστούν τα καινούρια δεδομένα και να αντιδράσουν σύμφωνα με την εργασία που πρέπει να εκτελέσουν. Τα κουμπιά που βρίσκονται στο δεξί μέρος της οθόνης (εικ. 89) αν και παρέπεμπαν τους χρήστες στην σωστή επιλογή, για την διατήρηση της σήμανσης ενθύμησης, η πλειοψηφία των



**Εικ. 89.** Οθόνη ένδειξης της ενθύμησης. Τα κουμπιά που υπάρχουν στο δεξί μέρος της οθόνης χρησιμεύουν για την διαχείριση της ειδοποίησης από τον χρήστη.

χρηστών δεν μπόρεσε να προβλέψει τι θα παρουσιαστεί στη συνέχεια. Για παράδειγμα, πατώντας το κουμπί «Ενημέρωση Αργότερα», οι χρήστες αντιλαμβάνονταν ότι δεν θα παραληφθεί η δόση, αλλά δεν ήταν σίγουροι ότι η συγκεκριμένη ένδειξη «είναι ώρα για ένα χάπι» θα παραμείνει στην οθόνη και να τους ενημερώνει ότι δεν έχουν πάρει το χάπι τους. Αρκετοί χρήστες περιηγήθηκαν πρώτα και στις υπόλοιπες επιλογές και μετά επέλεξαν να πατήσουν το συγκεκριμένο κουμπί.

7. Μετά την ολοκλήρωση των σεναρίων ζητήθηκε από τους χρήστες να συμπληρώσουν σχετικό ερωτηματολόγιο. Το ερωτηματολόγιο παρέπεμπε τους χρήστες να σημειώσουν επιπλέον λειτουργίες και δεξιότητες που θα μπορούσε να έχει μία τέτοια εφαρμογή. Έτσι, ένας χρήστης πρότεινε να προστεθούν επιπλέον πληροφορίες που αφορούν τις οδηγίες θεραπείας, όπως η κατανάλωση χαπιών πριν ή μετά το φαγητό. Άλλες λειτουργίες που πρότειναν άλλοι χρήστες είναι η προσθήκη πληροφοριών επικοινωνίας με τον θεράποντα γιατρό, όπως τηλέφωνο ή διεύθυνση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου. Επίσης, εκεί που αναφέρονται οι οδηγίες θεραπείας και η δοσολογία να παρουσιάζονται ταυτόχρονα και πληροφορίες που αφορούν άλλα φάρμακα που ίσως παίρνει ο ασθενής για την ίδια πάθηση που παίρνει το συγκεκριμένο.

### • Σκοπιμότητα εφαρμογής

Οι χρήστες εξέφρασαν την άποψή τους σε ότι αφορά τη σκοπιμότητα της εφαρμογής, δηλαδή κατά πόσο το σύστημα αυτό εκπληρώνει τον σκοπό για τον οποίο σχεδιάστηκε. Κρίσιμες ερωτήσεις θεωρήθηκαν αυτές που σχετίζονται με την αποτελεσματικότητα της εφαρμογής, όπως αυτές που αφορούν την αλληλεπίδραση των χρηστών, την οργάνωση της πληροφορίας, αλλά και οι τελευταίες στη σειρά στο ερωτηματολόγιο, που έχουν ως στόχο την αξιολόγηση της γενικής αντίληψης των χρηστών για το σύστημα.

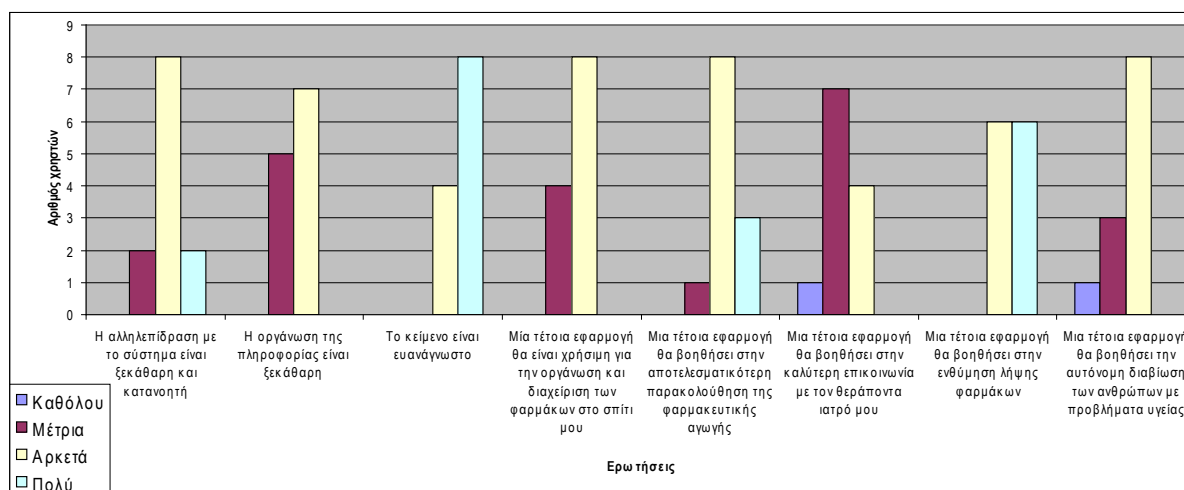
Γενικότερα, Στην ερώτηση αν θεωρούν την εφαρμογή χρήσιμη για την οργάνωση και διαχείριση των φαρμάκων από το σπίτι, η πλειοψηφία, 8 στους 12 χρήστες, απάντησε αρκετά. Παρόμοιο ποσοστό έδωσε την ίδια απάντηση και στην ερώτηση που αφορά την αποτελεσματικότητα της εφαρμογής στην παρακολούθηση της φαρμακευτικής αγωγής. Ορισμένοι χρήστες δήλωσαν ότι μία τέτοια εφαρμογή θα βοηθήσει πολύ τους ασθενείς στην φαρμακευτική τους αγωγή. Στην περίπτωση βοήθειας στην επικοινωνία με τον γιατρό οι απαντήσεις ποικίλουν, υποστηρίζοντας αυτήν την άποψη σε μέτριο βαθμό. Σε ότι αφορά την ενθύμηση λήψης φαρμάκων, που είναι από τους κύριους σκοπούς σχεδίασης του συστήματος, οι απαντήσεις των χρηστών μοιράστηκαν ανάμεσα σε αρκετά και πολύ. Τέλος, για την αυτόνομη διαβίωση των ατόμων οι περισσότεροι υποστηρίζουν πως ένα τέτοιο σύστημα θα βοηθήσει αρκετά.

Στο παρακάτω γράφημα παρουσιάζονται οι απαντήσεις των χρηστών που δόθηκαν σε βασικές ερωτήσεις του ερωτηματολογίου. Όπως γίνεται αντιληπτό η απάντηση που δόθηκε στις περισσότερες ερωτήσεις είναι «αρκετά», αυτό φαίνεται από τις τιμές της κίτρινης μπάρας στο γράφημα. Από το γεγονός αυτό προκύπτει το συμπέρασμα ότι οι χρήστες είναι ικανοποιημένοι από την αλληλεπίδρα-



σή τους με το σύστημα. Παρόλα αυτά, σε ορισμένες περιπτώσεις τα αποτελέσματα δεν είναι τόσο ενθαρρυντικά, όπως στην περίπτωση της ερώτησης που αφορά την άποψη των χρηστών για την συμβολή του συστήματος στην ενίσχυση της επικοινωνίας του χρήστη με τον θεράποντα ιατρό, μέσω της συγκεκριμένης εφαρμογής.

Συμπερασματικά, η εφαρμογή ικανοποιεί τις ανάγκες και το σκοπό για τον οποίο σχεδιάστηκε. Ο κύριος στόχος σχεδίασης ενός τέτοιου συστήματος είναι η ενθύμηση λήψης των φαρμάκων, ώστε να αυξηθεί η συμμόρφωση των ασθενών, η αναγνώριση των φαρμάκων από άτομα που δυσκολεύονται και η ενίσχυση της οργάνωσης και ελέγχου της φαρμακευτικής αγωγής ασθενών. Σύμφωνα με τις απαντήσεις των χρηστών που επιλέχθηκαν για την αξιολόγηση του συστήματος, ο στόχος σχεδίασης του συστήματος εκπληρώνεται ως ένα βαθμό, χρειάζονται όμως βελτιώσεις σε ορισμένες περιπτώσεις ώστε να επιτυγχάνεται περισσότερη ευελιξία και καλύτερη αλληλεπίδραση με το σύστημα.



## 6.4 Συμπεράσματα - σύνοψη

Έπειτα από την σύντομη αυτή αξιολόγηση της εφαρμογής, προέκυψαν αρκετά συμπεράσματα που σχετίζονται με τον τρόπο λειτουργίας της διεπαφής χρήστη, αλλά και γενικότερα του συστήματος διαχείρισης έξυπνων φαρμακευτικών συσκευασιών. Οι χρήστες που επιλέχθηκαν ήταν διαφόρων ηλικιών, άνθρωποι που καταναλώνουν φάρμακα είτε σε καθημερινή βάση, είτε περιστασιακά. Αρκετοί έχουν παράλληλα τον ρόλο του βοηθού ασθενή. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στη συμπεριφορά χρηστών μεγαλύτερης ηλικίας, οι οποίοι προβλέπεται να είναι οι κύριοι μελλοντικοί χρήστες της εφαρμογής.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, οι άνθρωποι αυτών των ηλικιών δεν αντιμετώπισαν μεγάλα προβλήματα για την ολοκλήρωση των εργασιών. Κατά τη δική τους άποψη, ενδέχεται να είναι εύκολο γι' αυτούς να μάθουν να χειρίζονται μια τέτοια εφαρμογή. Ορισμένα προβλήματα ευχρηστίας παρουσιάστηκαν σε χρήστες οι οποίοι δεν είναι εξοικειωμένοι με τη χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών. Σε περίπτωση που ο ασθενής δυσκολεύεται στη χρήση της εφαρμογής, αρχικά μπορεί να υπάρξει συμβολή του βοηθού ασθενή, μέχρι να αποκτήσει ευχέρεια χρήσης ο ίδιος ο ασθενής. Οι νεότεροι σε ηλικία δεν δυσκολεύτηκαν ιδιαίτερα στο χειρισμό της διεπαφής.

Σε ότι αφορά το σκοπό σχεδίασης και χρήσης μιας τέτοιας εφαρμογής, ορισμένοι χρήστες υποστήριξαν πως θα βοηθήσει αρκετά στον έλεγχο της φαρμακευτικής τους αγωγής και στην ενθύμηση κατανάλωσης των φαρμάκων. Άλλοι χρήστες υποστήριξαν πως χρειάζονται κάποιες βελτιώσεις για να γίνει πιο αποτελεσματικό το σύστημα σε λειτουργία. Παρόλα αυτά, οι χρήστες έδειξαν ενθουσιασμό για την σχεδίαση ενός συστήματος που θα προσφέρει ενημέρωση για την καθημερινή ανάγκη ορισμένων ανθρώπων, όπως είναι η κατανάλωση φαρμάκων. Επίσης, συνέδεσαν την εφαρμογή αυτή με παρόμοιες λειτουργίες μέσα στο σπίτι που μπορούν να προσφέρουν οι νέες τεχνολογίες, όπως οι έξυπνες οικιακές συσκευές και άλλα.

Σε ότι αφορά τη διαδικασία της αξιολόγησης, για να προκύψουν τα συμπεράσματα που σχετίζονται με την επανασχεδίαση και βελτίωση του συστήματος, απαιτούνται δοκιμές με χρήστες σε ολοκληρωμένο πρωτότυπο, όπου υπάρχει ο κατάλληλος εξοπλισμός, όπως ειδικά διαμορφωμένες συσκευασίες με ενσωματωμένους αναμεταδότες και συσκευές ανάγνωσης που συνδέονται με ηλεκτρονικούς υπολογιστές, η πλήρης διαμόρφωση του λογισμικού και άλλα. Επίσης, τίθεται θέμα εξοικείωσης των χρηστών με την χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών και με το σύστημα, που μπορεί να αξιολογηθεί έπειτα από μία μακροχρόνια χρήση του συστήματος.

## Κεφάλαιο 7 - Επίλογος

---

# Επίλογος

---

Η εργασία αυτή επικεντρώθηκε στην έννοια της έξυπνης συσκευασίας, τον τρόπο διαμόρφωσής της και τις λειτουργίες της. Έπειτα από την αναφορά αυτή, σχεδιάστηκε πρότυπο έξυπνης φαρμακευτικής συσκευασίας και περιγράφηκε ο τρόπος χρήσης του και ο σκοπός σχεδιάσής του. Η βασική τεχνολογία που χρησιμοποιήθηκε για την σχεδίαση της εφαρμογής είναι η τεχνολογία RFID. Στο κεφάλαιο αυτό συνοψίζονται τα βασικά χαρακτηριστικά και λειτουργίες που καθορίζουν την έννοια της έξυπνης συσκευασίας και αναφέρθηκαν προηγουμένως. Έπειτα, περιγράφεται η συμβολή των στοιχείων αυτών στην διαμόρφωση του προτεινόμενου συστήματος εφαρμογής. Τέλος, γίνεται αναφορά σε διαδικασίες και ιδέες επέκτασης του συστήματος αυτού από τεχνολογικής σκοπιάς, αλλά και σύμφωνα με τις ανάγκες των εμπλεκομένων.

## 7.1 Σύνοψη

Η έξυπνη συσκευασία αναφέρεται σε συσκευασίες που έχουν παραπάνω χαρακτηριστικά, ως προς τη λειτουργία τους. Μία συσκευασία θεωρείται έξυπνη όταν ενσωματώνει τεχνολογικά χαρακτηριστικά ή διαμορφώνεται με τη χρήση έξυπνων υλικών. Τα τεχνολογικά χαρακτηριστικά είναι η χρήση τεχνολογιών όπως το RFID και τα δίκτυα αισθητήρων. Από την άλλη, τα έξυπνα υλικά χρησιμοποιούνται για την συσκευασία προϊόντων προσθέτοντας ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, όπως η προστασία από την υγρασία ή η αυξημένη θερμοκρασία και άλλα. Ένα προϊόν εσωκλείεται σε μια έξυπνη συσκευασία καλύπτοντας διάφορες ανάγκες και εξυπηρετώντας διάφορους σκοπούς. Μερικοί από αυτούς είναι η προστασία του προϊόντος από εξωγενείς παράγοντες, η προώθηση της μάρκας του με τη χρήση καινοτόμων ιδιοτήτων, η διασφάλιση της ποιότητας, η αύξηση πωλήσεων και την μείωση του κόστους παραγωγής των προϊόντων, η αυτοματοποίηση διαδικασιών παραγωγής τους και άλλα.

- **Η τεχνολογία RFID**

Στη συγκεκριμένη εργασία δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στη χρήση της τεχνολογίας RFID και της συμβολής της σε διάφορες εφαρμογές. Ο λόγος που ξεχώρισε είναι επειδή θεωρείται ένα πολλά υποσχόμενο σύστημα, που στο μέλλον ενδέχεται να συμβάλει αρκετά στην λειτουργία όλο και περισσότερων εφαρμογών που σχετίζονται με την εξέλιξη των πανταχού παρόντων συστημάτων. Η διαμόρφωση της τεχνολογίας αυτής βασίζεται στην επικοινωνία ανάμεσα σε μια ετικέτα, που ονομάζεται αναμεταδότης RFID και την αντίστοιχη συσκευή ανάγνωσης, μέσω ραδιοκυμάτων. Έτσι πολλές εφαρμογές

που έχουν αναπτυχθεί αφορούν τον έλεγχο πρόσβασης σε διάφορους χώρους, την παρακολούθηση κυκλοφορίας αντικειμένων και άλλα.

Σε ότι αφορά τις έξυπνες συσκευασίες, η τεχνολογία RFID αρχικά θεωρήθηκε ως η κατάλληλη επιλογή για την διαδικασία ελέγχου στην εφοδιαστική αλυσίδα διαφόρων προϊόντων, ιδιαίτερα των ευπαθών, όπως είναι τα τρόφιμα και τα φαρμακευτικά προϊόντα. Πολλές μελέτες έχουν λάβει χώρα που συμβάλουν στην υποστήριξη τέτοιων εφαρμογών, όπου γίνεται χρήση και άλλων τεχνολογιών, όπως τα δίκτυα αισθητήρων, προσφέροντας επιπλέον δυνατότητες. Παρόλα τα πλεονεκτήματα που το RFID ενδέχεται να προσφέρει σε τέτοιου είδους εφαρμογές, υπάρχουν και διάφορα προβλήματα που αναστέλλουν την χρήση του και την ευρεία εξάπλωσή του σε όλο και περισσότερες εφαρμογές. Αυτά είναι το αυξημένο κόστος εφαρμογής, οι ελλιπείς προστασίες του ιδιωτικού απορρήτου και διάφορα τεχνικά προβλήματα, όπως η δυσκολία εντοπισμού προϊόντων που περιέχουν υγρά και άλλα. Όπως κάθε νέα τεχνολογία, παρουσιάζει ορισμένα μειονεκτήματα χρήσης, σε σχέση με τις ήδη υπάρχουσες τεχνολογίες, έτσι, αντιμετωπίζεται με δυσπιστία από τους αρμόδιους φορείς. Η ενσωμάτωση της τεχνολογίας στην εφοδιαστική αλυσίδα θεωρείται πως θα συμβάλει στην ευρεία υιοθέτηση της, με αποτέλεσμα να χρησιμοποιείται σε όλο και περισσότερες εφαρμογές. Ένας τομέας εφαρμογής είναι αυτός της ιατρικής.

### • Εφαρμογές στον τομέα της ιατρικής

Αν και τα προβλήματα που αναφέρονται παραπάνω είναι αξιοσημείωτα, στον τομέα των φαρμακευτικών προϊόντων διεξάγονται δοκιμές εφαρμογών με το RFID σε διάφορους τομείς. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν συστήματα που σχετίζονται με την αναγνώριση ασθενών στο εσωτερικό νοσοκομειακών μονάδων. Παράλληλα με εφαρμογές στον έλεγχο και άλλων εξαρτημάτων, όπως οι χώροι αποθήκευσης φαρμάκων, υπάρχει η δυνατότητα διαμόρφωσης ολοκληρωμένων συστημάτων οργάνωσης του τρόπου λειτουργίας των νοσοκομείων. Τέτοιες εφαρμογές στοχεύουν στην μείωση των φαρμακευτικών λαθών και στην εξάλειψη της πλαστογράφησης φαρμάκων.

Ανεξάρτητα από τα νοσοκομεία, πολλά προβλήματα παρουσιάζονται όταν ασθενείς ακολουθούν φαρμακευτική αγωγή, που τους προτείνει ο γιατρός, από τον προσωπικό τους χώρο και όχι κατά τη νοσηλεία τους σε κάποιο νοσοκομείο. Ένα αρκετά μεγάλο ποσοστό των ασθενών δεν συμμορφώνονται με τις οδηγίες των γιατρών, είτε από αμέλεια, είτε από δική τους πρωτοβουλία. Η κύρια αιτία από την οποία προκαλείται το φαινόμενο αυτό είναι η έλλειψη ενθύμησης. Παράλληλα με αυτήν την διαπίστωση, είναι αξιόλογα τα δημογραφικά στοιχεία που επισημαίνουν την αύξηση του πληθυσμού ατόμων μεγαλύτερης ηλικίας και την κατανάλωση όλο και περισσότερων φαρμάκων σε ευρωπαϊκό επίπεδο.

### • Η τελική διαμόρφωση του πρωτοτύπου

Με βάση τις παραπάνω πληροφορίες, αποφασίστηκε η διαμόρφωση πρωτοτύπου διαχείρισης φαρμακευτικών συσκευασιών. Η χρήση του βασίζεται στις ανάγκες του ασθενή, που αναπτύσσονται

κατά την διάρκεια παρακολούθησης συγκεκριμένης φαρμακευτικής αγωγής, από τον οικιακό του χώρο. Στόχος είναι να ξεπεραστούν προβλήματα που σχετίζονται με την έλλειψη ενθύμησης κατανάλωσης των χαπιών, να δημιουργηθεί η αίσθηση στους ασθενείς ότι συμμετέχουν ενεργά στην ίδια τους τη θεραπεία και να οργανώσει την διαχείριση φαρμάκων από το σπίτι. Έπειτα από βελτιώσεις της εφαρμογής και εξοικείωσης των ασθενών με τη χρήση τους, προβλέπεται ότι θα συμβάλουν αρκετά και στην αυτόνομη διαβίωση των ασθενών.

## 7.2 Συμβολή

Έπειτα από τη σύντομη περιγραφή, χρειάζεται να γίνει αναφορά στην συμβολή των παραπάνω δεδομένων στη διαμόρφωση του προτεινόμενου συστήματος εφαρμογής.

- **Συμβολή στην εξυπηρέτηση των ασθενών**

Όπως προέκυψε από τα στοιχεία της αξιολόγησης, οι χρήστες θεωρούν ότι ένα τέτοιο σύστημα συμβάλει στην μείωση προβλημάτων που σχετίζονται με τη συμμόρφωση ασθενή, όπως είναι η ενθύμηση κατανάλωσης φαρμάκων. Επίσης, τέτοιου τύπου εφαρμογές είναι χρήσιμες για την οργάνωση και διαχείριση των φαρμάκων στο σπίτι του ασθενή. Σε ότι αφορά τον τεχνικό εξοπλισμό, όλο και περισσότεροι άνθρωποι είναι εξοικειωμένοι με τη χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών και πολλοί διαθέτουν τον κατάλληλο εξοπλισμό στον οικιακό τους χώρο.

Με την συνεχόμενη αύξηση του πληθυσμού ατόμων σε μεγαλύτερες ηλικίες, γίνεται μεγαλύτερη η ανάγκη για κατανάλωση όλο και περισσότερων φαρμάκων, ώστε αυτοί οι άνθρωποι να διατηρήσουν την κατάσταση της υγείας του σε ικανοποιητικό επίπεδο. Η χρήση της τεχνολογίας RFID, αλλά και άλλων τεχνολογιών που διαμορφώνουν έξυπνες λειτουργίες, συμβάλουν στην εξυπηρέτηση των αναγκών διαφόρων κοινωνικών ομάδων.

- **Προβλήματα χρήσης του RFID**

Από τεχνολογική σκοπιά, η χρήση της τεχνολογίας RFID για τη διαμόρφωση τέτοιων συστημάτων, δεν έχει ωριμάσει ακόμα. Σε ότι αφορά τη χρήση της στην φαρμακευτική εφοδιαστική αλυσίδα, πρέπει να ξεπεραστούν αρκετά προβλήματα, ώστε να χρησιμοποιηθεί από τις φαρμακευτικές εταιρείες και τους εκάστοτε οργανισμούς διανομής. Ο βασικός ανασταλτικός παράγοντας χρήσης είναι το αυξημένο κόστος εγκατάστασης και χρήσης του εξοπλισμού για την παραγωγή και διανομή των συσκευασιών, ενώ δεν εξασφαλίζεται για τις κατασκευάστριες εταιρίες η αποτελεσματικότητα του συστήματος. Η σημασία της εφαρμογής στην εφοδιαστική αλυσίδα είναι μεγάλη, καθώς θεωρείται προαγωγός για περαιτέρω ανάπτυξη εφαρμογών και ενσωμάτωση αναμεταδοτών σε διάφορων ειδών μεμονωμένα προϊόντα και την επέκταση στη χρήση τους.

Σε ότι αφορά το κόστος, είναι μεγάλο και σε επίπεδο τελικού χρήστη. Το κόστος αυξάνεται στα προϊόντα, με την ενσωμάτωση ειδικών ετικετών, αλλά και για την αγορά του εξοπλισμού, όπως είναι η



συσκευή ανάγνωσης. Επίσης, σύμφωνα με τα σημερινά δεδομένα δεν υπάρχει κάποιο πρότυπο για τις φαρμακευτικές εταιρείες ως προς την κωδικοποίηση του RFID. Επομένως, παρότι υπάρχει η πρόταση κωδικοποίησης για τη συγκεκριμένη εφαρμογή, η λύση της θα πρέπει να βασιστεί σε πρότυπα. Επομένως, η πλήρης ανάπτυξη του προτύπου αυτού, ίσως αυτή τη στιγμή να μην είναι συμφέρουσα για την αγορά. Παρόλα αυτά, γίνονται συνεχώς προσπάθειες και έρευνες για την αποτελεσματικότερη χρήση της τεχνολογίας, μείωση του κόστους και σχεδίασης όλο και περισσότερων εφαρμογών.

### 7.3 Μελλοντική δουλειά

Ένα τέτοιο σύστημα ενημέρωσης της θεραπευτικής αγωγής του ασθενή από το σπίτι του, μπορεί να επεκταθεί σε συνεργασία με άλλους τομείς εφαρμογών. Ένα παράδειγμα επέκτασης είναι η διαμόρφωση πλήρους ημερολογίου ασθενή, όπου θα υπάρχουν πληροφορίες για την δοσολογία φαρμάκων, την συχνότητα επίσκεψης στο γιατρό, την χρονική διαδικασία ολοκλήρωσης ιατρικών εξετάσεων και άλλα. Έτσι, θα υπάρχουν συγκεντρωμένες πληροφορίες, οργανωμένες κατά χρονικές περιόδους, που θα διαχειρίζεται ο ίδιος ο ασθενής. Επίσης, στόχος είναι η ανεξαρτητοποίηση του ασθενή από την βοήθεια επιπλέον ατόμων, σε βασικά ζητήματα, όπως είναι η δυσκολία αναγνώρισης φαρμάκων. Αυτό επιτυγχάνεται με τη δημιουργία απλών συστημάτων αλληλεπίδρασης σε ότι αφορά τον τρόπο χρήσης τους και εφαρμογές που επικεντρώνονται στην ικανοποίηση των αναγκών τους.

Σε ότι αφορά τον τεχνολογικό εξοπλισμό, η επέκταση συνδέεται με την εξέλιξη στις δυνατότητες και τη διαμόρφωση της τεχνολογίας RFID, και της εκάστοτε τεχνολογίας διαμόρφωσης έξυπνων συσκευασιών, που θα βοηθήσει την ανάπτυξη περισσότερων εφαρμογών με μεγαλύτερη απόδοση. Παρόλα αυτά, επιβάλλεται η χρήση επιπλέον βοηθητικών εξαρτημάτων, πέρα από τους απαιτούμενους αναμεταδότες και αναγνώστες. Στη συγκεκριμένη εφαρμογή χρησιμοποιείται ηλεκτρονικός υπολογιστής. Σε παρόμοιες εφαρμογές ίσως χρησιμοποιηθεί άλλη συσκευή σύνδεσης με έξυπνες φαρμακευτικές συσκευασίες, όπως αυτές που προτείνονται κατά την αρχική φάση περιγραφής του πρωτοτύπου. Για παράδειγμα, η σύνδεση με φορητές συσκευές, όπως τα κινητά τηλέφωνα, η σύνδεση με ειδικές οθόνες χρήσης, που μπορεί να ενσωματώνουν παράλληλα και άλλες λειτουργίες. Άλλου τύπου διαμόρφωση έξυπνης συσκευασίας είναι η ενσωμάτωση λειτουργικού συστήματος στην ίδια τη συσκευασία, με τη χρήση ψηφιακής οθόνης.

Ίσως, στο μέλλον να εφαρμοστούν κάποια από αυτά τα σενάρια που θα δώσουν στους ασθενείς μία διαφορετική εξέλιξη στη θεραπεία τους, δίνοντας τους την δυνατότητα να συμμετέχουν ενεργά σε μια διαδικασία κατανάλωσης φαρμάκων, κάνοντάς την πιο ευχάριστη και δημιουργική. Ανεξάρτητα από την ενίσχυση της αίσθησης συμμετοχής, τέτοιου τύπου εφαρμογές στοχεύουν στην εξυπηρέτηση και κάλυψη των αναγκών των ανθρώπων που εμπλέκονται σε αυτήν την διαδικασία. Οπότε, όσο αυτές οι ανάγκες εξελίσσονται και αναδιαμορφώνονται, θα παρέχονται κίνητρα για δημιουργία περισσότερων εφαρμογών, που συνεχώς θα βελτιώνονται, χρησιμοποιώντας καινοτόμες τεχνολογίες.



## Κεφάλαιο 8 - Αναφορές

---

1. Ari Juels, Ronald L Rivest, Michael Szydlo, 2003, The Blocker Tag: Selective Blocking of RFID Tags for Consumer Privacy, CCS'03, Washington, DC, USA.
2. Ateniese Giuseppe, Camenisch Jan, Breno de Medeiros, 2005, Untraceable RFID tags via Insubvertible Encryption, ACM
3. Ayoade John, 2006, Security implications in RFID and authentication processing framework, computers and security 25, 207- 212
4. Baert K., Gyselinckx B., Torfs T., Leonov V., Yazicioglu F., Brebels S., Donnay S., Vanfleteren J., Beyne E., Van Hoof C., (2006) Technologies for highly miniaturized autonomous sensor networks, Microelectronics Journal 37, 1563–1568
5. Bassen Howard, Seidman Seth, Rogul Jonathan, Abiy B. Desta, Wolfgang Steven, 2007, An exposure system for evaluating possible effects of RFID on various formulations of drug products, U.S. Food and Drug Administration, IEEE Applications & Practice
6. Belcher J.N., (2006) Industrial packaging developments for the global meat market, Meat Science 74, 143–148
7. Beyer Hugh, Holtzblatt Karen, 1999, Contextual Design, ACM
8. Borgman Hans P., Heier Hauke, Kemper Andreas, 2004, Shaping New Health Services Landscapes: The Case of DocMorris.com, ACM
9. Butler Paul, 2006, The whole package, Materials Today, Volume 9, Number 4
10. Chao Chia-Chen, Yang Jiann-Min, Jen Wen-Yuan, 2007, Determining technology trends and forecasts of RFID by a historical review and bibliometric analysis from 1991 to 2005, Technovation 27, 268–279, Science Direct
11. Chen Po Yu, Chen Wen Tseun, Wu Cheng Han, Tseng Yu-Chee, Huang Chi-Fu, 2007, A group tour guide system with RFIDs and sensor networks, ACM
12. Chien Hung-Yu, Chen Che-Hao, Mutual authentication protocol for RFID conforming to EPC Class 1 Generation 2 standards, Computer Standards & Interfaces 29, 254–259, 2007
13. Cutter Catherine Nettles, (2006) Opportunities for bio-based packaging technologies to improve the quality and safety of fresh and further processed muscle foods, Meat Science 74, 131–142
14. Domdouzis Konstantinos, Kumar Bimal, Anumba Chimay, 2006, Radio-Frequency Identification (RFID) Applications: A brief introduction, Advanced Engineering Informatics 21, 350-355
15. Eilert S.J., (2005) New packaging technologies for the 21st century, Meat Science 71, 122–127
16. Fisher A. Jill, Monahan Torin, 2007, Tracking the social dimensions of RFID systems in hospitals, International Journal of Medical Informatics
17. Floerkemeier Christian, Lampe Matthias, 2005, RFID middleware design - addressing application requirements and RFID constraints, Joint sOc-EUSAI conference

18. Guidance for Industry Computerized Systems Used in Clinical Investigations, 2007, U.S. Department of Health and Human Services, Food and Drug Administration (FDA), Office of the Commissioner (OC)
19. Hassan Taimur, Chatterjee Samir, 2006, Taxonomy for RFID, 39th Hawaii International Conference on System Sciences
20. Herkert Thorsten, Prinz Heino, Kovar Karl-Artur, 2001, One hundred percent online identity check of pharmaceutical products by near-infrared spectroscopy on the packaging line, *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics* 51, 9±16
21. Ho Loc, Melody Moh & Zachary Walker, Takeo Hamada & Ching-Fong Su, 2005, A Prototype on RFID and Sensor Networks for Elder Healthcare: Progress Report, SIGCOMM'05 Workshops, August 22–26, Philadelphia, PA, USA.
22. Hsi Sherry, Fait Holly, 2005, RFID Enhances visitor's museum experience at the Exploratorium, ACM
23. Hsu Cheng, Levermore M. David, Carothers Christopher, Babin Gilbert, 2007, Enterprise collaboration: On-Demand Information Exchange Using Enterprise Databases, Wireless Sensor Networks, and RFID Systems, *IEEE Transactions on systems, Man, and Cybernetics, Part A, Vol. 37*
24. Huang Han-Pang, Chen Ching-Shun, Chen Tien-Ying, 2006, Mobile Diagnosis bases on RFID for Food Safety, *International Conference on Automation Science and Engineering, IEEE*
25. Irace A., Breglio G., Spirito P., Letor R., Russo S., (2005) Reliability enhancement with the aid of transient infrared thermal analysis of smart Power MOSFETs during short circuit operation, *Microelectronics Reliability* 45, 1706–1710
26. Jad S. Rasul, (2004) Chip on paper technology utilizing anisotropically conductive adhesive for smart label applications, *Microelectronics Reliability* 44, 135–140
27. Jedermann Reiner, Behrens Christian, Westphal Detmar, Lang Walter, (2006) Applying autonomous sensor systems in logistics—Combining sensor networks, RFIDs and software agents, *Sensors and Actuators A* 132, 370–375
28. Jong-heon Kim, In-Soo Kang, Chi-jung Song, Young-Jik Hur, Hak-Nam Kim, Esdy Baek, Tae-Jun Seo, (2004) Flip-chip packaging solution for CMOS image sensor device, *Microelectronics Reliability* 44, 155–161
29. Juels Ari, Ronald L Rivest, Michael Szydlo, 2003, The Blocker Tag: Selective Blocking of RFID Tags for Consumer Privacy, ACM
30. Karjoth Gunter, Moskowitz Paul A., 2005, Disabling RFID Tags with Visible Confirmation: Clipped Tags Are Silenced, WPES'05, Alexandria, Virginia, USA.
31. Kerry J.P., O'Grady M.N., Hogan S.A., (2006) Past, current and potential utilisation of active and intelligent packaging systems for meat and muscle-based products: A review *Meat Science* 74, 113–130

32. Kim Juhan, Kim Howon, 2006, A wireless service for product authentication in mobile RFID environment, IEEE
33. Koh Robin, Edmund W. Schuster, Indy Chackrabarti, Attilio Bellman, 2003, Securing the Pharmaceutical Supply Chain, Auto-ID Center
34. Krozer Yoram, (2006) Life cycle costing for innovations in product chains, Journal of Cleaner Production xx 1-12
35. Kumar Sameer, Budin Erin M., (2006) Prevention and management of product recalls in the processed food industry: a case study based on an exporter's perspective, Technovation 26, 739–750
36. Laasonen Magali, Harmia-Pulkkinen Tuulikki, Simard Christine, Räsänen Markku, Vuorela Heikki, 2004, Determination of the thickness of plastic sheets used in blister packaging by near infrared spectroscopy: development and validation of the method, European Journal of Pharmaceutical Sciences 21, 493–500
37. Lee Jinseok, Park Kyoung-Su, Sangjin Hong, Cho We-Duke, 2007, Object tracking based on RFID coverage visual compensation in wireless sensor network, IEEE
38. Li Yi, Wong C.P., (2006) Recent advances of conductive adhesives as a lead-free alternative in electronic packaging: Materials, processing, reliability and applications, Materials Science and Engineering R 51, 1–35
39. Little Jonathon, Brown Alexander, 2006, Someone to watch over you, Computer aw & security report 22, 169 – 171, Science Direct
40. Loidl Susanne, (2006) Towards pervasive learning: WeLearn.Mobile. A CPS package viewer for handhelds, Journal of Network and Computer Applications 29, 277–293
41. Lopez-Rubio Amparo, Gavara Rafael, Lagaron Jose M. (2006) Bioactive packaging: turning foods into healthier foods through biomaterials, Trends in Food Science & Technology 17, 567-575
42. Malkinson T.J., 2001, Age related changes in vision and it's implications for medication labeling, IEEE
43. Markarian Jennifer, (2004) Packaging gets active: additives lead the way, Plastics Additives & Compounding, Elsevier Ltd.
44. Markarian Jennifer, (2006), Consumer demands push growth in additives for active packaging, Plastics Additives & Compounding, Elsevier Ltd.
45. Mason A., Shaw A., A.I. Al-Shamma'a, 2007, Intelligent Radio Frequency Identification Position using wireless sensor networks, Loughborough Antennas and Propagation Conference
46. Masters Amelia, Michael Katina, Lend me your arms: The use and implications of humancentric RFID, Electronic Commerce Research and Applications 6, 29–39, 2007
47. McKelvin Mark, Williams Mitchel, Berry Nina, 2005, Integrated Radio Frequency



- Identification and Wireless sensor Network Architecture for Automated Inventory Management and Tracking Applications, ACM
48. McMeekin T.A., Baranyi J., Bowman J., Dalgaard P., Kirk M., Ross T., Schmid S., Zwietering M.H., (2006) Information systems in food safety management, *International Journal of Food Microbiology* 112, 181–194
  49. McGinity Meg, 2004 RFID: Is This Game of Tag Fair Play?, *Communications of the ACM* /Vol. 47, No. 1
  50. Min G., (2005) Embedded Passive Resistors: Challenges and Opportunities For Conductive Polymers, *Synthetic Metals* 153, 49–52
  51. Molnar David, Soppera Andrea, Wagner David, 2005, Privacy For RFID Through Trusted Computing, WPES'05, Alexandria, Virginia, USA.
  52. Molnar David, Wagner David, 2004, Privacy and Security in Library RFID Issues, Practices, and Architectures, ACM
  53. Murphy John, 2000, Compounding for medical applications *Plastics Additives & Compounding*
  54. Nath Badri, Reynolds Franklin, Want Roy, 2006, RFID Technology and applications, *Pervasive Computing IEEE*
  55. Neumann P., Weinstein L., 2006, Risks of RFID, ACM
  56. Pacquit Alexis, Frisby June, Diamond Danny, Lau King Tong, Farrell Alan, Quilty Brid, Diamond Dermot, (2006) Development of a smart packaging for the monitoring of fish spoilage, *Food Chemistry*
  57. Parsons Thomas W, Jackson Thomas W, Dawson Ray, 2006, Pharmaceutical learning and collaborative networks – a qualitative case study, 24th IASTED International Multi-Conference, Innsbruck, Austria
  58. Pering Trevor, Ballagas Rafael, Want Roy, 2005, Spontaneous Marriages of Mobile Devices and Interactive Spaces, ACM
  59. Piramuthu Selwyn, 2007, Protocols for RFID tag/reader authentication, *Decision Support Systems* 43, 897–914
  60. Pocas Maria de Fatima, (2007) Hogg Timothy, Exposure assessment of chemicals from packaging materials in foods: a review, *Trends in Food Science & Technology* 18, 219-230
  61. Pohl Hartmut, Knospe Heiko, 2004, RFID Security, Elsevier Ltd
  62. Reid Alan S., 2007, Is society smart enough to deal with smart cards?, *Computer law & security report* 23, 53 – 61
  63. Rieback Melanie R., Simpson Patrick N.D., Crispo Bruno, Tanenbaum Andrew S., (2006) RFID malware: Design principles and examples, *Pervasive and Mobile Computing* 2, 405–426
  64. Roberts C.M., 2006, Radio Frequency Identification (RFID), *Computers and Security*

65. Sides Scott L., Polowy Karen B., Thornquest Alan D. Jr, Burinsky David J., 2001, Identification of a pharmaceutical packaging off-odor using solid phase microextraction gas chromatography/mass spectrometry, *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* 25, 379–386
66. Simonsen Jesper, Kensing Finn, 1997, Using ethnography in Contextual Design, *ACM*
67. Solanas Agusti, Domingo-Ferrer Josep, Martinez-Balleste Antoni, Daza Vanesa, 2007, A distributed architecture for scalable private RFID tag identification, *Computer Networks* 51, 2268–2279
68. Song Won Jay, Son Sang, Choi Munkee, Kang Minho, 2006, Privacy and Security control architecture for Ubiquitous RFID Healthcare System in *Wireless Sensor Networks*, *IEEE*
69. Southard Karen, 2005, Bar Coding Medication Administration: Preparing the Culture for Change, *Nurse Leader*
70. Staake Thorsten, Thiesse Frédéric, Fleisch Elgar, 2005, Extending the EPC Network – The Potential of RFID in Anti-Counterfeiting, *ACM Symposium on Applied Computing*
71. Stanton Ray, 2005, RFID – Ripe For Informed Debate, *Computer Fraud & Security*
72. Street R. A., Wong W. S., Ready S. E., Chabinyk M. L., Arias A. C., Limb S., Sallee A., Lujan R., 2006, Jet printing flexible displays, *Materials Today*, Volume 9, Number 4
73. Subramanian Vivek, Chang Paul, Lee Josephine, Molesa Steven, Volkman Steven, 2005, Printed Organic Transistors for Ultra-Low-Cost RFID Applications, *IEEE transactions on Components and Packaging Technologies*
74. Sure Patrick, 2005, the Silver ink printed antenna, *Global Identification*
75. Teaw Edward, Hou Guofeng, Gouzman Michael, Tang Wendy, Kane Matthew, Kesluk Amy, Farrell Jason, 2005, A Wireless Health Monitoring System, *International Conference of Information Acquisition*, *IEEE*
76. Thiesse Frederic, 2007, RFID, privacy and the perception of risk: A strategic framework, *Journal of Strategic Information Systems* 16, 214–232
77. Wang Ning, Zhang Naiqian, Wang Maohua, (2006) Wireless sensors in agriculture and food industry—Recent development and future perspective, *Computers and Electronics in Agriculture* 50, 1–14
78. Want Roy, 2004, The Magic of RFID, Intel Research, Queue, *ACM*
79. Weinstein Ron, 2005, RFID: A Technical Overview and Its Application to the Enterprise, *IEEE*
80. Wu B., Liu Z., George R., Shujaee K.A., 2005, e-Wellness: Building a Smart hospital by Leveraging RFID Networks, *Engineering in medicine and biology annual conference*, *IEEE*
81. Wu B., Liu Z., George R., Shujaee K.A., 2006, Architecting an Event-based Pervasive Sensing Environment in the Hospital, *3rd International IEEE Conference Intelligent Systems*
82. Wu Fan, Kuo Frank, Liu Lie-Wei, 2005, The Application of RFID on Drug Safety of Inpatient Nursing Healthcare, *ICEC'05*, Xi'an, China.

83. Wu N.C., Nystrom M.A., Lin T.R., Yu H.C., (2006) Challenges to global RFID adoption, *Technovation* 26, 1317–1323
84. Xiao Yang, Xuemin Shen, Sun Bo, Cai Lin, 2006, Security and Privacy in RFID and Applications in Telemedicine, IEEE
85. Zheng Li-Rong, Nejad Majid, Rodriguez Saul, Zhang Lu, Chen Cairong, Tenhunen Hannu, 2006, System-on-flexible-substrates: Electronics for Future Smart-Intelligent World, IEEE White Papers – Industrial Reports
86. Ahmed ElAmin, Convenience, food safety driving smart packaging market, 2006, <http://www.foodnavigator.com/news/ng.asp?n=67456-rfid-smart-packaging-nanomarkets>
87. Alvin Systems, Radio Frequency Identifications (RFID) and Wireless Solutions for Healthcare Service Providers, 2005
88. Barnes Kirsty, 2006, Millions to be made in smart pharma packaging, <http://www.in-pharmatechnologist.com/news/ng.asp?n=67497-nanomarkets-rfid-smart-packaging>, Ιούλιος 2007
89. Berthon Alain, Security in RFID, <http://www.nepc.sanc.org.sg/html/techReport/N327.doc>, Ιούλιος 2000
90. BRIDGE, Pharma Traceability Pilot, 2007
91. Butler Paul, Packaging gets Smarter, Product and image security, 2004
92. Butler Paul, Supply Chain Management, RFID: hype or reality?, *The Canmaker*, 2004
93. Butler Paul, Developing a new dating game, *Materials World*, 2006
94. Butler Paul, The Whole Package, *Materials Today*, 2006
95. Butler Paul, 2001, Smart Packaging – Intelligent Packaging for Food, Beverages, Pharmaceuticals and Household Products, [http://www.azom.com/details.asp?ArticleID=2152#\\_Background](http://www.azom.com/details.asp?ArticleID=2152#_Background)
96. Cisco RFID Solutions, Cisco Systems 1992-2005
97. Cook Chris, Brown Mark, Practical Performance Expectations for Smart Packaging, *Texas Instruments*, 2006
98. EFPIA, On identification and coding, 2007
99. EFPIA, Pharmaceutical industry backs 2D bar code technology in the fight against counterfeits, 2007
100. EFPIA, Identification and coding of pharmaceutical products in Europe, 2006
101. Eurostat, Health in Europe, Data 1998-2003
102. Eurostat, the social situation in the European Union, 2004
103. Gen 2 EPC Protocol Approved as ISO 18000-6C, <http://www.rfidjournal.com/>, Ιούλιος 2006
104. Guidance for Industry Computerized Systems Used in Clinical Investigations, FDA
105. Guidance for Industry and Review Staff Labeling for Human Prescription Drugs — Determining Established Pharmacologic Class for Use in the Highlights of Prescribing Information, FDA

106. Harrop Peter, An Introduction to Smart Packaging, IDTechEX, 2004
107. Harrop Peter, RFID in Healthcare 2006-2016, [www.idtechex.com](http://www.idtechex.com)
108. Harrop P., 2006, Opportunities in Pharma RFID and Smart Packaging, IDTechEX
109. Harrop P., 2007, RFID in Healthcare and Pharmaceutical Applications, IDTechEx
110. Harrop Peter, RFID in Healthcare and Pharmaceutical Applications, 2007
111. Harrop Peter, Opportunities in Pharma RFID and Smart Packaging, 2006
112. Hartman Lauren, 2006, RFID stays well in healthcare, pharma markets, <http://www.packagingdigest.com/articles/200601/42.php>, Μάιος 2007
113. Hooper Allan, Smart Materials for the 21st century, The Institute of Materials, Minerals, and Mining
114. [http://www.esteelauder.co.uk/templates/products/sp\\_nonshaded.tpl?CATEGORY\\_ID=CAT44470&PRODUCT\\_ID=PROD70090](http://www.esteelauder.co.uk/templates/products/sp_nonshaded.tpl?CATEGORY_ID=CAT44470&PRODUCT_ID=PROD70090), 2007
115. <http://med-ic.biz/index.shtml>, Νοέμβριος 2007
116. <http://www.phtcorp.com/>, 2007
117. <http://www.cypak.se/index.php?p=home>, 2007
118. <http://www.epcglobalinc.org/home>, 2007
119. <http://www.packworld.com/>, 2007
120. <http://www.helthcare-packaging.com/>, 2007
121. <http://www.sitepoint.com/article/improve-usability-older-users>
122. <http://www.fda.gov/CDER/drug/MedErrors/default.htm> Φεβρουάριος, 2008
123. [http://www.fda.gov/FDAC/features/2003/303\\_meds.html](http://www.fda.gov/FDAC/features/2003/303_meds.html) Φεβρουάριος, 2008
124. Instrumenting the World, Intel Research, 2004
125. Lewis Carol, Food Freshness and 'Smart' Packaging, 2002, FDA
126. Mansell Pete, 2007, Pharmaceutical industry biding its time on RFID, <http://www.in-pharmatechnologist.com/news/ng.asp?n=75951-rfid-tagging-epc>, Ιούλιος 2007
127. Massad Jordan, 2003, Macroscopic models for Shape Memory Alloy characterization and design
128. Mc Loone Chris, 2007, Hot or Not?, <http://www.packageprinting.com/>
129. MED.IC RFID Smart Cabinet, [www.solsticemedical.com](http://www.solsticemedical.com), 2007
130. NanoMarkets, Smart Packaging Markets: 2006-2013, Chapter One, 2006
131. New laminar batteries, <http://www.idtechex.com/printedelectronicsworld>, Μάιος 2007
132. Printed Electronics - On Track to a Major Industry, <http://www.idtechex.com>, Φεβρουάριος 2007
133. Printed Electronics Review, <http://www.idtechex.com>, Ιούλιος 2006
134. Printed Electronics vs Silicon, <http://www.idtechex.com>, Μάρτιος 2007
135. Research and Development activities in printed intelligence 2006, VTT
136. Smart materials and related structures, 2004, dti

137. World of Printed Electronics, <http://printedelectronics.idtechex.com/printedelectronics/en/> Σεπτέμβρης 2007
  138. Ζ κύκλος εργασιών Ομάδα Εργασίας ΟΕ Ζ2, Τεχνολογίες αυτόματης αναγνώρισης προϊόντων για την ολοκλήρωση της εφοδιαστικής αλυσίδας: Τελικό Πόρισμα, 2004
  139. Θεοδώρου Ευάγγελος, Σφυρής Φίλιππος, Υλοποίηση συστημάτων ιχνηλασιμότητας, στις επιχειρήσεις τροφίμων
  140. Λαδάς Νέστορας, Σφυρής Φίλιππος, Το RFID στην Ελλάδα; Περιορισμοί και δυνατότητες Web Pages
  141. <http://www.cypak.se/index.php?p=home>, 2007
  142. <http://www.epcglobalinc.org/home>, 2007
  143. [http://www.esteelauder.co.uk/templates/products/sp\\_nonshaded.tpl?CATEGORY\\_ID=CAT44470&PRODUCT\\_ID=PROD70090](http://www.esteelauder.co.uk/templates/products/sp_nonshaded.tpl?CATEGORY_ID=CAT44470&PRODUCT_ID=PROD70090), 2007
  144. <http://www.fda.gov/CDER/drug/MedErrors/default.htm> Φεβρουάριος, 2008
  145. <http://www.healthcare-packaging.com/>, 2007
  146. <http://med-ic.biz/index.shtml>, Νοέμβριος 2007
  147. <http://www.phtcorp.com/>, 2007
  148. <http://www.packworld.com/>, 2007
  149. <http://www.sitepoint.com/article/improve-usability-older-users>
-

# Παράρτημα

## Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης

Ο σκόπος της έρευνας είναι να αξιολογήσει την ευχρηστία και σκοπιμότητα ενός πρωτοτύπου (δηλαδή μη πλήρως λειτουργικού) συστήματος διαχείρισης και ενθύμησης λήψης φαρμάκων στο σπίτι. Εκτιμώμενος χρόνος συμπλήρωσης του ερωτηματολογίου: 6-8 λεπτά.

### A. Δημογραφικά Στοιχεία

A.1. Ονοματεπώνυμο (προαιρετικό): .....

A.2. Ηλικία: .....

A.3. Φύλο: .....

A.4. Επάγγελμα (προαιρετικό): .....

A.5. Εκπαίδευση:  Δημοτικό  Γυμνάσιο  Λύκειο  
 Επαγγελματική Σχολή  ΑΕΙ  
 Μεταπτυχιακό  Διδακτορικό

A.6. Εμπειρία με την χρήση Η/Υ:

Καθόλου  Μέτρια  Αρκετά  Πολύ

A.7. Αν ναι, Πόσες ώρες την εβδομάδα χρησιμοποιείτε Η/Υ:

0-5,  5-20,  20+

A.8. Χρησιμοποιείτε Η/Υ για:

Δουλειά  Διασκέδαση  Ενημέρωση  
 Ηλεκτρονικό εμπόριο

A.9. Χρειάζεται να λαμβάνετε φάρμακα συχνά για λόγους υγείας;

ΝΑΙ  ΟΧΙ

A.10. Αν ναι, πόσο συχνά;

2-3 φορές την ημέρα  Καθημερινά  
 Σε εβδομαδιαία βάση

A.11. Έχετε την ευθύνη της φροντίδας ανθρώπων που λαμβάνουν φάρμακα συχνά και ελέγχετε την παροχή φαρμάκων προς αυτούς;

ΝΑΙ  ΟΧΙ

### B. Χρήση και διάταξη (γενικά)

B.1. Γενικά, είμαι ικανοποιημένος/η για την ευκολία με την οποία ολοκληρώθηκαν οι εργασίες που μου ανατέθηκαν

Καθόλου  Μέτρια  Αρκετά  Πολύ

B.2. Γενικά, είμαι ικανοποιημένος/η με το περιβάλλον εργασίας και την οργάνωση του συστήματος  
 Καθόλου  Μέτρια  Αρκετά  Πολύ

B.3. Πιστεύω πως η διάταξη με την οποία θα πρέπει να προσφέρεται η εφαρμογή να είναι:  
 Συνδεδεμένη με τον υπολογιστή  
 Συνδεδεμένη με το κουτί αποθήκευσης των φαρμάκων

## Γ. Χειρισμός διεπαφής χρήστη

Γ.1. Η αλληλεπίδραση με το σύστημα είναι ξεκάθαρη και κατανοητή  
 Καθόλου  Μέτρια  Αρκετά  Πολύ

Γ.2. Οι όροι που χρησιμοποιούνται είναι κατανοητοί  
 Καθόλου  Μέτρια  Αρκετά  Πολύ

Γ.3. Οι όροι που χρησιμοποιούνται είναι σχετικοί με την εργασία  
 Καθόλου  Μέτρια  Αρκετά  Πολύ

Γ.4. Η οργάνωση της πληροφορίας είναι ξεκάθαρη  
 Καθόλου  Μέτρια  Αρκετά  Πολύ

Γ.5. Είναι εύκολο να βρω τις πληροφορίες που χρειάζομαι  
 Καθόλου  Μέτρια  Αρκετά  Πολύ

Γ.6. Το κείμενο είναι ευανάγνωστο  
 Καθόλου  Μέτρια  Αρκετά  Πολύ

Γ.7. Πιστεύω πως το σύστημα έχει όλες τις λειτουργίες και δεξιότητες που αναμένω να έχει μία τέτοιου είδους εφαρμογή:  
 ΝΑΙ  ΟΧΙ

Αν η απάντηση είναι ΟΧΙ, τι άλλο πιστεύετε ότι θα μπορούσε να περιλαμβάνει;

.....  
.....  
.....

## Δ. Σκοπιμότητα εφαρμογής:

Δ.1. Πιστεύω πως μία τέτοια εφαρμογή θα είναι χρήσιμη για την οργάνωση και διαχείριση των φαρμάκων στο σπίτι μου.

Καθόλου  Μέτρια  Αρκετά  Πολύ

Δ.2. Πιστεύω πως μια τέτοια εφαρμογή θα βοηθήσει στην αποτελεσματικότερη παρακολούθηση της φαρμακευτικής αγωγής

Καθόλου  Μέτρια  Αρκετά  Πολύ

Δ.3. Πιστεύω πως μια τέτοια εφαρμογή θα βοηθήσει στην καλύτερη επικοινωνία με τον θεράποντα ιατρό μου

Καθόλου  Μέτρια  Αρκετά  Πολύ

Δ.4. Πιστεύω πως μια τέτοια εφαρμογή θα βοηθήσει στην ενθύμηση λήψης φαρμάκων.

Καθόλου  Μέτρια  Αρκετά  Πολύ

Δ.5. Πιστεύω πως μια τέτοια εφαρμογή θα βοηθήσει την αυτόνομη διαβίωση των ανθρώπων με προβλήματα υγείας.

Καθόλου  Μέτρια  Αρκετά  Πολύ



