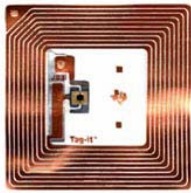


# Εφαρμογές της τεχνολογίας RFID στη μεταφορά εμπορευματοκιβωτίων<sup>1</sup>

Παναγιώτης Σ. Τσιλιγίρης<sup>2</sup>

Χαρίλαος Ν. Ψαράτης<sup>3</sup>

Η τεχνολογία RFID (Radio Frequency Identification) αφορά συστήματα τα οποία εκπέμπουν την ταυτότητα αντικειμένων μέσω ραδιοκυμάτων. Αναγνώστες RFID (RFID readers) δέχονται δεδομένα αποθηκευμένα σε ετικέτες (tags) και τα μεταδίδουν σε ένα υπολογιστικό σύστημα χωρίς ανθρώπινη διαμεσολάβηση. Μια συνήθης ετικέτα RFID έχει μέγεθος περίπου όσο μια πιστωτική κάρτα (βλ. Σχ. 1).



ΣΧ. 1: Ετικέτα RFID

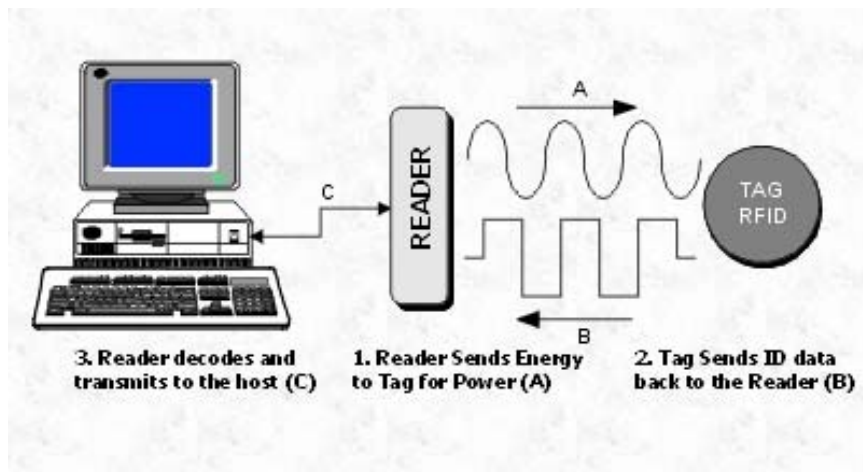
Η ετικέτα περιλαμβάνει ένα μικροσίπ συνδεδεμένο με μια κεραία ραδιοκυμάτων η οποία με την σειρά της είναι τοποθετημένη πάνω σε ένα πλαίσιο. Ένας αναγνώστης RFID έχει μία ή περισσότερες αντένες οι οποίες εκπέμπουν ραδιοκύματα και λαμβάνουν πίσω σήματα από την ετικέτα. Η θεμελιώδης λειτουργία του RFID συνοπτικά έχει ως εξής: Αρχικά, ο αναγνώστης στέλνει ενέργεια στην ετικέτα για να την ενεργοποιήσει. Κατόπιν, η ενέργεια του αναγνώστη λαμβάνεται από την αντένα της ετικέτας και αξιοποιείται για να παρέχει ηλεκτρική ενέργεια στο μικροσίπ, το οποίο αλλάζει το ηλεκτρικό φορτίο στην κεραία και μεταδίδει πίσω το δικό του σήμα. Έτσι, η ετικέτα στέλνει δεδομένα πίσω στον αναγνώστη. Τέλος, ο αναγνώστης αποκωδικοποιεί τις πληροφορίες και τις μεταδίδει στο κεντρικό υπολογιστικό σύστημα (βλ. Σχ. 2).

---

<sup>1</sup> ΝΑΥΤΙΚΑ ΧΡΟΝΙΚΑ, Απρ. 2008.

<sup>2</sup> Μεταπτυχιακός φοιτητής, Management Science & Engineering Dept., Stanford University, USA.

<sup>3</sup> Καθηγητής, Εργαστήριο Θαλασσίων Μεταφορών, Ε.Μ.Π.



ΣΧ. 2: Πως λειτουργεί το σύστημα RFID

Η ανασκόπηση που κάναμε για συστήματα RFID σχετικά με την ασφάλεια εμπορευματοκιβωτίων βασίζεται σε έρευνα πολλών εφαρμογών στην πράξη. Τα κυριότερα πορίσματα της ανασκόπησης αυτής έχουν ως εξής:

- Οι εμπορικές εφαρμογές υπερσχύουν έναντι των ακαδημαϊκών. Παρά το ότι σε αρκετές από τις εφαρμογές συμμετέχουν πανεπιστημιακά ιδρύματα, η συντριπτική πλειονότητά τους αφορά εμπορικές εφαρμογές ιδιωτικών εταιρειών. Αυτό σε συνδυασμό με την επιτυχή έκβαση πολλών από αυτές υποδηλώνει ότι οι εφαρμογές RFID στη μεταφορά και διαχείριση Ε/Κ έχουν ευοίωνες προοπτικές.
- Η Ευρωπαϊκή Ένωση παρουσιάζει σημαντική χρονική υστέρηση στην προώθηση σχετικών εφαρμογών σε σχέση με τις Η.Π.Α. Η χρονική αυτή υστέρηση οφείλεται αφ' ενός στην έμφαση που δίνουν οι Η.Π.Α. στην αποτροπή ενδεχόμενης τρομοκρατικής επίθεσης δια θαλάσσης και στο ότι οι αμερικανοί επιχειρηματίες αποσκοπούν σε επιχειρησιακή-λειτουργική αριστεία μέσω της χρήσης RFID. Πάντως, τα τελευταία δύο-τρία χρόνια παρατηρούμε αξιόλογες ερευνητικές και επιχειρηματικές προσπάθειες εντός της Ε.Ε.
- Το βασικό κίνητρο για την εισαγωγή της τεχνολογίας RFID στα Ε/Κ είναι η ασφάλεια (security) και όχι η επιχειρησιακή αριστεία. Η χρήση της τεχνολογίας RFID στην εφοδιαστική αλυσίδα και στις μεταφορές είχε βασιστεί στην προοπτική ότι το RFID θα μπορούσε να προσφέρει «ορατότητα» στην εφοδιαστική αλυσίδα (supply chain visibility). Το όραμα είναι να οδηγηθούμε από μια δομή βασισμένη στην πρόβλεψη ζήτησης σε μια αλυσίδα εφοδιασμού βασισμένη στη ζήτηση πραγματικού χρόνου (real-time demand). Σε κάθε περίπτωση, στην περίπτωση της ναυτιλίας και των Ε/Κ, η ασφάλεια των εμπορευματοκιβωτίων κυρίως ανακινεί τις σχετικές εξελίξεις.
- Η χρήση RFID στην μεταφορά Ε/Κ οφείλει να συνοδεύεται από επανασχεδιασμό των λειτουργικών διαδικασιών. Αυτή την στιγμή η χρήση RFID στη μεταφορά Ε/Κ, όπου συναντάται, βρίσκεται είτε σε κατάσταση δοκιμής είτε αντικατάστασης της

προηγούμενης τεχνολογίας και πρακτικής (βλ. Σχ. 3 και 4). Σε πολλές από αυτές τις εφαρμογές δεν έχει πραγματοποιηθεί ολοκληρωμένη επανασχεδίαση επιχειρησιακών διαδικασιών (business processes re-engineering).



ΣΧ. 3: Μηχανική σφραγίδα



ΣΧ. 4: Ηλεκτρονική σφραγίδα

Συνοπτικά, οι εφαρμογές RFID στη μεταφορά και διαχείριση Ε/Κ μπορούν να ταξινομηθούν ως εξής (βλ. Σχ. 5)

*Αναγνώριση Ε/Κ (Container Identification).* Στην πράξη, πολλές φορές τα intermodal containers έχουν πολλαπλούς αριθμούς αναγνώρισης. Επίσης, ακόμη και εάν ο αριθμός αναγνώρισης είναι μοναδικός, το αρμόδιο προσωπικό μπορεί να καταγράψει λαθεμένα αυτή την πληροφορία. Με την τεχνολογία RFID, η ταυτότητα του Ε/Κ μπορεί να αποθηκευθεί αυτόματα στην ετικέτα RFID σύμφωνα με τις επιταγές ISO αποτρέποντας λανθασμένες καταγραφές. Επίσης, το ID του Ε/Κ δεν πλαστογραφείται. Σε επίπεδο πρακτικής εφαρμογής, αναγνώστες τοποθετημένοι σε γερανούς, οχήματα ή λοιπούς εξοπλισμούς λιμένων καθιστούν εφικτή την αυτόματη καταγραφή του ID οιαδήποτε Ε/Κ καθώς αυτό φορτοεκφορτώνεται ή μεταφορτώνεται μέσα στο τέρμιναλ.

*Αναγνώριση ανθρώπινου δυναμικού.* Κάρτες αναγνώρισης RFID μπορεί να είναι το αντίδοτο στην πλαστογράφιση των ταυτοτήτων υπαλλήλων. Αυτές οι κάρτες μπορούν να αποθηκεύουν πληροφορίες όπως όνομα, φωτογραφία, κ.ά., καθώς και πληροφορίες σχετικά με την εργασία, την βάρδια, κ.τ.λ. Σε ανεπάνδρωτα σημεία ο έλεγχος μπορεί να γίνει μέσω τηλεόρασης κλειστού

κυκλώματος. Σε επανδρωμένα σημεία το όφελος είναι εξίσου σημαντικό. Άλλο προσωπικό απαλλάσσεται από το άγχος του ελέγχου των διακριτικών σημάτων (κονκάρδων). Οι κονκάρδες RFID μπορούν να περιέχουν ακόμη και εξουσιοδοτήσεις ή άδειες.

*Πρόσβαση, έλεγχος, και παρακολούθηση εξοπλισμού.* Η ακριβής χωρική και χρονική παρακολούθηση εξοπλισμού οφείλει να αποτελεί μέρος ενός ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης στόλου και πλατείας (fleet and yard management). Χρήση ετικετών RFID σε straddle carriers, τράκτορες, νταλίκες, κτλ. καθιστούν εφικτή την παρακολούθηση του εξοπλισμού. Όσον αφορά την πρακτική εκτέλεση αυτής της λύσης στην πλατεία ενός τερματικού σταθμού Ε/Κ, ετικέτες RFID μπορούν να επικολληθούν, ή να θαφτούν, σε επιλεγμένα σημεία της πλατείας. Οι πληροφορίες μπορούν να μεταφερθούν στα γραφεία εργαζομένων μέσω ασυρμάτου LAN, το οποίο αποτελεί ήδη κοινοτοπία σε μοντέρνα τέρμιναλ. Επίσης, το RFID μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την πρόσβαση στον εξοπλισμό. Για παράδειγμα, μπορούμε να συνδυάσουμε εξοπλισμό RFID οχημάτων με κονκάρδες RFID εργαζομένων ώστε να βεβαιωθούμε ότι ο σωστός οδηγός οδηγεί το κάθε όχημα. Επίσης, κονκάρδες RFID μπορούν να διασφαλίσουν την απρόσβλητη χρήση εξοπλισμού με το να κλειδώνουν/ ξεκλειδώνουν τον εξοπλισμό. Επιπροσθέτως, αναγνώστες τοποθετημένοι σε στρατηγικά σημεία πρόσβασης ελέγχουν την είσοδο/έξοδο στο λιμάνι.

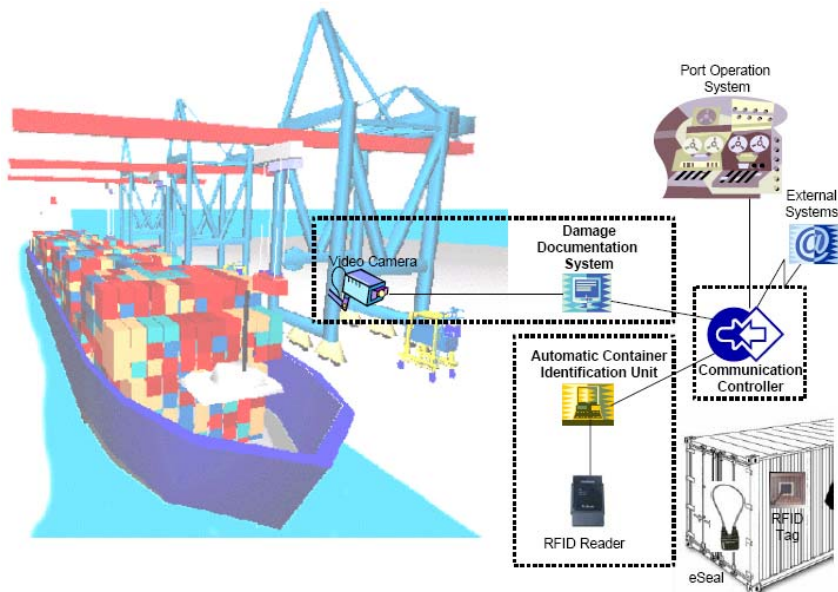
*Επόπτευση επιχειρησιακών δραστηριοτήτων (activity monitoring).* Εκτός από τον εντοπισμό και έλεγχο υπαλληλικού προσωπικού και εξοπλισμού, η χρήση RFID προωθεί την επόπτευση επιχειρησιακών δραστηριοτήτων σε πραγματικό χρόνο.

*Ανάπτυξη συνεργιών με αισθητήρες.* Η τεχνολογία RFID αναπτύσσει άριστες συνεργίες με αισθητήρες. Οι ενεργές (active) ετικέτες RFID μπορούν να φέρουν αισθητήρες, GPS, δορυφορικά συστήματα, και άλλες προσθήκες. Ο συνδυασμός επιτυγχάνεται ως εξής: οι αισθητήρες μετράνε τις τιμές συγκεκριμένων παραμέτρων που μας ενδιαφέρουν και η τεχνολογία RFID καταγράφει αυτές τις τιμές. Στις πραγματικές, ως επί το πλείστον στρατιωτικές, εφαρμογές που συναντήσαμε οι αισθητήρες καταγράφανε μεγέθη όπως υγρασία, φως, θερμοκρασία, ατμοσφαιρική πίεση, δονήσεις, ήχο, χημικά αντιδραστήρια, θέση (βλ. GPS) και κίνηση. Να σημειώσουμε ότι η σκέψη χρήσης αισθητήρων σε κάθε Ε/Κ είναι ανεδαφική, καθώς το συνιστάμενο κόστος των αισθητήρων είναι απαγορευτικό. Αφορά ειδικές κατηγορίες Ε/Κ, όπως στρατιωτικά Ε/Κ υψηλής τεχνολογίας. Όταν η ετικέτα RFID ενός Ε/Κ εισέλθει στο πεδίο ενός αναγνώστη RFID, οι τιμές αυτών των παραμέτρων διαβιβάζονται στο σύστημα πληροφορικής του τέρμιναλ. Στη συνέχεια, και εάν αναγνωρισθούν μη χαρακτηριστικές τιμές, το υπολογιστικό σύστημα θα μπορούσε να αναγνωρίσει «ύποπτα» Ε/Κ και, μάλιστα, να ιεραρχήσει τον «ενδεχόμενο κίνδυνο» για καθένα από αυτά τα Ε/Κ ανάλογα με την απόκλιση τους από τις αποδεκτές τιμές.

*Συλλογή και εξόρυξη δεδομένων (data collection & mining).* Η τωρινή ανάλυση ρίσκου δεν αποτιμά λεπτομέρειες σχετικές με τα ακολουθητέα δρομολόγια σε παγκόσμιο επίπεδο, π.χ., τους λιμένες φόρτωσης, εκφόρτωσης, και μεταφόρτωσης. Τεχνικές εξόρυξης δεδομένων αξιοποιούν

τις πληροφορίες αυτές για την αναγνώριση «ύποπτων» Ε/Κ. Έτσι, ασυνήθη δρομολόγια ή άλλα μη χαρακτηριστικά γνωρίσματα μεμονωμένων ή ομαδοποιημένων εμπορευματοκιβωτίων, τα οποία δεν θα μπορούσαν να είχαν αλλιώς εντοπιστεί, πολύ πιθανά να αναγνωρισθούν μέσω τεχνικών εξόρυξης δεδομένων.

*Απαρέγκλιτη τήρηση κανονισμών.* Όλα τα παραπάνω μπορούν να βοηθήσουν τους εμπλεκόμενους φορείς να συμμορφωθούν με τους διαρκώς αυξανόμενους, κανονισμούς ασφαλείας. Κάποιοι σχετικά νέοι κανονισμοί αναφέρονται ρητά στην χρήση RFID (“Container Security Initiative”, “Safe and Secure Tradelines”, κ.ά.). Εν γένει, το RFID βοηθάει να ανταποκριθούμε στους αντικειμενικούς στόχους των νομοθετημάτων που αφορούν την ασφάλεια Ε/Κ.



ΣΧ. 5. Σύστημα RFID σε ένα λιμάνι (Ευρωπαϊκό ερευνητικό πρόγραμμα CHINOS)

Συμπερασματικά, η χρήση RFID παρέχει προοπτικές για μεγιστοποίηση της ασφάλειας των Ε/Κ. Η επιτυχία των πρώτων δοκιμών, κυρίως σε λιμένες, και οι ευοίωνες προοπτικές του RFID στην αλυσίδα εφοδιασμού γενικότερα δικαιολογούν μια συγκρατημένη αισιοδοξία για τις προοπτικές της χρήσης του RFID στον ναυτιλιακό κλάδο.

#### Βιβλιογραφικές αναφορές

1. Tsilingiris, P., Psaraftis, H., and Lyridis, D. (2007a) *RFID-enabled innovative solutions promote container security*. Proceedings of the International Symposium on Maritime Safety, Security and Environmental Protection (SSE07), Athens, Greece.
2. Tsilingiris, P., Psaraftis, H. and Lyridis, D. (2007b) *RFID in the ocean container transport*. Proceedings of the 2007 Annual conference of the International Association of Maritime Economists (IAME 2007), Athens, Greece.