

*Πανεπιστήμιο Μακεδονίας*

*University of Macedonia*

*ΔΠΜΣ Πληροφορικά Συστήματα*

*Master Information System*

*Δίκτυα Υπολογιστών*

*Computer Networks*

*Καθ.: Αναστάσιος Οικονομίδης*

*Prof.: Anastasios Economides*

*Σοφής Χρήστος*

*Χατζοπούλου Κατερίνα*

*Χρυσάφη Χριστίνα*



***Real cases of Sensor Networks for Intelligent Transportation Systems (Cars/ Buses/  
Trucks, Tolls, Highways etc.)***

***Πραγματικές περιπτώσεις δικτύων αισθητήρων για τα Ευφυή Συστήματα  
Μεταφορών (Αυτοκίνητα / Λεωφορεία / Φορτηγά, διόδια, αυτοκινητόδρομοι κλπ.)***

## Περίληψη

Ο σκοπός της εργασίας αυτής είναι, να παρουσιαστούν κάποιες εφαρμογές που χρησιμοποιούνται στα ευφυή συστήματα μεταφορών (Intelligent Transportation Systems). Αρχικά γίνεται μία αναφορά για το Internet of Things και πως αυτό λαμβάνει χώρα μέσω των Ασύρματων Δικτύων Αισθητήρων (Wireless Sensor Network) το οποίο και αναλύουμε ως προς τα χαρακτηριστικά και την αρχιτεκτονική του. Έπειτα, παρατίθενται οι τεχνολογίες που βασίζονται πάνω στα Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων και έχουν την μεγαλύτερη ανάπτυξη στον κλάδο των μεταφορών, καθώς και ενδεικτικές περιπτώσεις χρήσης των τεχνολογιών αυτών. Στη συνέχεια, ταξινομούνται σε μορφή πίνακα όλες οι εφαρμογές που χρησιμοποιούνται στα συστήματα μεταφορών σήμερα και αποτελούν δίκτυο αισθητήρων. Τέλος, ακολουθούν τα συμπεράσματα που εξήχθησαν από την βιβλιογραφική έρευνα καθώς και μία πρόταση μελλοντικής εργασίας.

## Abstract

The purpose of the present paper is to present certain real cases that are used in Intelligent Transportation Systems (ITS). Firstly, we make a reference to the Internet of Things and how this takes place within Wireless Sensor Networks (WSN) and then we analyze it based on its characteristics and topology. Furthermore, we introduce the technologies of WSN which are most commonly applied in transportation. In the end, we demonstrate in a table all the current applications containing sensor network.

## Περιεχόμενα

Παρουσίαση του θέματος.....	1
Abstract .....	1
1) Παρουσίαση του θέματος.....	3
2) Wireless Sensor Network .....	4
2.1) Χαρακτηριστικά WSN.....	5
2.2) Αρχιτεκτονική δομή WSN.....	6
3) Τεχνολογίες βασισμένες στα WSN.....	9
3.1) Τεχνολογία RFID (Radio Frequency Identification) .....	9
3.2) Τεχνολογίες Bluetooth – ZigBee .....	11
3.3) Τεχνολογίες GSM/GPRS και GPS.....	12
3.4) Τεχνολογία Inductive loop (Magnetic – Radar – Multimedia) .....	13
4) Real Cases .....	15
5) Συμπεράσματα.....	17
6) Μελλοντική Εργασία.....	17
7) Βιβλιογραφία.....	18

## 1) Παρουσίαση του θέματος

Το Internet of Things (IoT) δηλαδή «ίντερνετ των πραγμάτων» μια μετάφραση που πρώτος ο ερευνητής της P&G, ο Βρετανός Κέβιν Άστον, ανέφερε το 1999 (SAS, 2015), ουσιαστικά αναφέρεται στην σύνδεση διάφορων μικρών είτε και μεγάλων συσκευών με ενσωματωμένους αισθητήρες και τον κατάλληλο εξοπλισμό διασύνδεσης για να λαμβάνουν και να μεταδίδουν τα απαραίτητα δεδομένα, έχοντας ως τελικό σκοπό την παροχή της τελικής πληροφορίας. Πρόκειται ουσιαστικά για καθημερινά αντικείμενα που συνήθως έχουν στην κατοχή τους οι καταναλωτές (κινητά τηλέφωνα, tablets, laptops, gadgets κλπ.) τα οποία μέσω ενός κατάλληλου δικτύου θα προσφέρουν νέα αξία στη ζωή των καταναλωτών. Τα αντικείμενα αυτά εξελίσσονται πλέον σε πολύ έξυπνες συσκευές, υψηλής τεχνολογίας με σκοπό να προσφέρουν τις υπηρεσίες τους χωρίς να απαιτείται η συνεχής ενασχόληση του καταναλωτή και κυρίως να μην γίνονται αντιληπτές οι διεργασίες στον χρήστη (Κηπουρόπουλος, 2014).

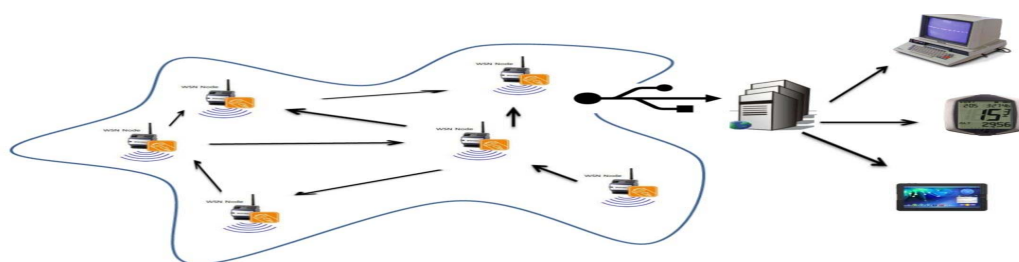
Το IoT έχει επηρεάσει όλους τους κλάδους, όμως εκεί που έχει κάνει πιο αισθητή την εμφάνισή του είναι στα Ευφυή Συστήματα Μεταφορών - Intelligent Transportation Systems (ITS). Ως ITS ορίζεται η χρήση της πληροφοριακής τεχνολογίας, αισθητήρων και δικτύων για την πραγμάτωση «έξυπνων» μεταφορών – κυρίως στους αυτοκινητόδρομους. Σκοπός των ITS είναι να μειωθεί η συμφόρηση, τα ποσοστά των ατυχημάτων, η κατανάλωση ενέργειας και οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Τα ITS είναι ένας σημαντικός τομέας της οικονομίας. Αξίζει να αναφερθεί ότι ο κλάδος απασχολεί περισσότερους εργαζομένους από ότι οι κλάδοι των υπολογιστών, του κινηματογράφου και της διαφήμισης στο διαδίκτυο στις Η.Π.Α.. Καθώς αναμένεται η παγκόσμια αγορά να αγγίξει τα 30 δισεκατομμύρια δολάρια μέχρι το 2020. (GSM, 2015)

Για να εφαρμοσθούν οι παραπάνω λειτουργίες απαιτείται η ύπαρξη αισθητήρων (που πρόκειται για συσκευές που ανιχνεύουν ένα φυσικό μέγεθος και παράγουν από αυτό μια μετρήσιμη έξοδο) (Wikipedia, 2013) και η κατάλληλη σύνδεσή τους στο αντίστοιχο δίκτυο. Παρακάτω θα αναφερθούμε σε αληθινές περιπτώσεις αισθητήρων, αφού πρώτα

αναλύσουμε το αντίστοιχο δίκτυο στο οποίο θα συνδεθούν αυτοί οι αισθητήρες και τι είδους πρότυπα τεχνολογίας θα χρησιμοποιηθούν.

## 2) Wireless Sensor Network

Μια πολύ σημαντική κατηγορία ασύρματων δικτύων, όπου με την εξέλιξη της τεχνολογίας βρίσκεται ολοένα και σε περισσότερες περιπτώσεις αισθητήρων, είναι τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων (Wireless Sensor Network (WSN)). Ως ασύρματο δίκτυο γενικά εννοούμε ένα σύστημα τηλεπικοινωνιών είτε ανάμεσα σε σταθερούς είτε ανάμεσα σε κινητούς χρήστες, το οποίο μέσω ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων επιτρέπει την μεταξύ τους επικοινωνία και ανταλλαγή πληροφοριών (www.wikipedia.org, 2015). Ένα WSN είναι ένα σύνολο διασκορπιζομένων αυτόνομων κόμβων οι οποίοι παρακολουθούν φυσικές ή περιβαλλοντικές συνθήκες, όπως ο ήχος η θερμοκρασία κ.τ.λ., και μεταδίδουν την πληροφορία αυτή σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία (www.wikipedia.org, 2016). Οι κόμβοι αυτοί, από τους οποίους αποτελείται το δίκτυο, αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους, δηλαδή όπως μπορούν να στείλουν πληροφορίες στην συγκεκριμένη τοποθεσία κάθε φορά έτσι μπορούν αντίστοιχα και να δεχθούν πληροφορίες από αυτή (www.wikipedia.org, 2016)(Εικόνα 1).



Ε1

κόνα 1: Αναπαράσταση ενός WSN

Το WSN παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα για αυτό και συνήθως προτιμάται στις περισσότερες περιπτώσεις αισθητήρων. Ένα από τα βασικότερα χαρακτηριστικά του WSN είναι το αρκετά χαμηλό του κόστος αφού από την στιγμή που είναι ασύρματο δεν χρειάζονται καλώδια. Επιπλέον, ένα άλλο πλεονέκτημα είναι η χαμηλή κατανάλωση ενέργειας, καθώς οι κόμβοι του δικτύου λειτουργούν με μπαταρίες. Ένα πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό των WSN είναι πως οι κόμβοι του μπορούν να

λειτουργούν αυτόνομα, δηλαδή χωρίς την παρουσία του ανθρώπου. Ο κάθε κόμβος δηλαδή έχει προγραμματιστεί να ακολουθεί μια συγκεκριμένη λειτουργία χωρίς ο άνθρωπος να χρειάζεται να του δίνει εντολή. Επιπλέον το γεγονός ότι μπορούν να υπάρχουν πολλοί αισθητήρες σε ένα δίκτυο, προσφέρει ακόμα μεγαλύτερη αξία στα WSN καθώς από τον κάθε κόμβο – αισθητήρα αντλούνται όλο και πιο πολλές πληροφορίες άρα ακόμα μεγαλύτερη ανάλυση για την κάθε περίπτωση αισθητήρων. Τέλος, η εύκολη και γρήγορη δημιουργία τέτοιων δικτύων καθώς και η προσαρμοστικότητα τους συνεχώς στα νέα δεδομένα που προκύπτουν κάθε φορά κάνει τα WSN να ξεχωρίζουν και να υπάρχουν πολύ λίγες πιθανότητες σφαλμάτων (Τσατσαρώνης, 2015).

## 2.1) Χαρακτηριστικά WSN

Το σημαντικό βέβαια είναι να μπορέσουμε να καταλάβουμε πως ακριβώς λειτουργεί το δίκτυο αυτό, έτσι ώστε να μας παρέχει τελικά την πληροφορία την οποία χρειαζόμαστε στην κάθε μια από τις περιπτώσεις που θα αναφέρουμε αργότερα. Το WSN δίκτυο για να λειτουργήσει αποτελείται από τα εξής κύρια χαρακτηριστικά: 1) έχει έναν μικροεπεξεργαστή 2) έναν αποθηκευτικό χώρο (μνήμη) 3) πομποδέκτη με κεραία, 4) πηγή ενέργειας (μπαταρία) και τέλος φυσικά τους 5) αισθητήρες (www.wikipedia.org, 2016).

Ο **μικροεπεξεργαστής** ουσιαστικά είναι ο πυρήνας του δικτύου ο οποίος δέχεται όλα τα δεδομένα από τους κόμβους του δικτύου, κάνει τις κατάλληλες επεξεργασίες και στέλνει τις αντίστοιχες πληροφορίες ανάλογα κάθε φορά με τι λειτουργία απαιτείται, και όταν δεν απαιτείται καμία λειτουργία έχει την δυνατότητα απενεργοποίησης. Ως **αποθηκευτικός χώρος**, όπως είναι εύκολα κατανοητό, ορίζεται μια συγκεκριμένη ποσότητα μνήμης για τις κατάλληλες ενέργειες που λαμβάνουν χώρο στο δίκτυο. Πιο συγκεκριμένα, υπάρχει μια μνήμη RAM για την αποθήκευση των πληροφοριών κάθε κόμβου και μια μνήμη ROM για να αποθηκεύεται ο αντίστοιχος κώδικας της κάθε περίπτωσης αισθητήρων. **Πομποδέκτη** πρέπει να έχει ο κάθε κόμβος του δικτύου έτσι ώστε να διατηρείται η αλληλεπιδραστική επικοινωνία μεταξύ τους, όπως

προαναφερθήκαμε παραπάνω. Συνήθως στα WSN **πηγή ενέργειας** του κάθε κόμβου είναι οι μπαταρίες (μερικές φορές αντλείται ενέργεια και από το περιβάλλον). Τέλος, και πιο σημαντικό οι **αισθητήρες** είναι αυτοί οι οποίοι έχουν ουσιαστική επαφή με το περιβάλλον, που μας ενδιαφέρει. Είναι δηλαδή αυτές οι μικρές συσκευές οι οποίες θα ελέγχουν τις αλλαγές που συμβαίνουν κάθε φορά στο αντίστοιχο χώρο που θα βρίσκονται και θα ενημερώνουν (Κατσαούνης, 2013 ).

## 2.2) Αρχιτεκτονική δομή WSN

Τα WSN αποτελούνται από δύο δομές :

- 1) Την **πηγή** (source) δηλαδή το μέρος στο οποίο παράγεται η πληροφορία.
- 2) Τον **δρομολογητή των δεδομένων** (router) που μεταφέρει όλα τα δεδομένα που χρειάζονται (για να παραχθεί η πληροφορία) από τον έναν κόμβο στον άλλον μέχρι να φτάσουν στον τελικό σταθμό (κόμβο) έτσι ώστε να μεταδοθεί τελικά η πληροφορία στον τελικό χρήστη (Χαρτουμπέκης, 2010).

Για να συνδέονται σωστά κάθε φορά οι κόμβοι μεταξύ τους στα WSN υπάρχουν διάφοροι τρόποι όπου οι πιο συχνοί είναι:

**p2p (peer to peer):** Σε αυτό το δίκτυο όλοι οι κόμβοι είναι ίσοι μεταξύ τους, δηλαδή έχουν τις ίδιες δυνατότητες στο δίκτυο και ο κάθε κόμβος έχει δικαίωμα πρόσβασης στον κάθε άλλο κόμβο του δικτύου (Εικόνα 2).

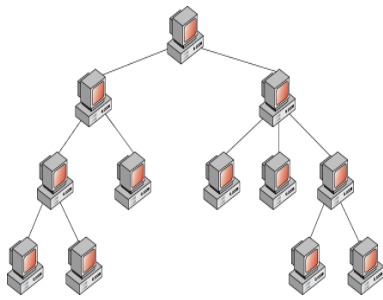


Εικόνα 2: p2p Δικτύωση



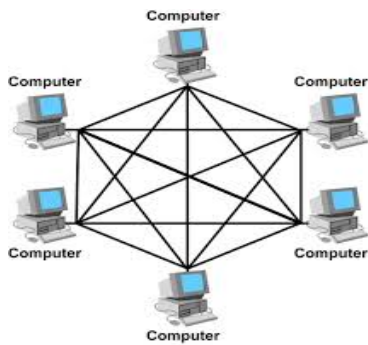
**Star:** Όπου σε αυτή την περίπτωση υπάρχει ένας κόμβος που μόνο αυτός μπορεί και επικοινωνεί με όλους τους άλλους κόμβους, (λειτουργεί δηλαδή σαν διερμηνέας) και μεταφέρει με αυτόν τρόπο τα απαραίτητα μηνύματα κάθε φορά από τον έναν κόμβο στον άλλον μέσω του ίδιου (Εικόνα 3).

Εικόνα 3: Star Δικτύωση



Εικόνα 4: Tree Δικτύωση

**Tree:** Εδώ υπάρχει ένας κύριος κεντρικός κόμβος που χωρίζεται σε άλλους μικρότερους κεντρικούς κόμβους (που λειτουργούν όπως αναφέραμε παραπάνω ως διερμηνείς στους υπόλοιπους κόμβους) και έτσι μεταφέρεται η πληροφορία (Εικόνα 4).



Εικόνα 5: Mesh Δικτύωση

**Mesh:** όπου στην περίπτωση αυτή οι κόμβοι δεν μεταφέρουν απλά τα δεδομένα τους στους άλλους κόμβους, αλλά υπάρχει συνεργασία μεταξύ όλων των κόμβων έτσι ώστε να διαδοθούν τελικά όλα τα δεδομένα σε όλο το δίκτυο (Χατζηγεωργίου, 2011) (Εικόνα 5).

Η διαφορά των mesh με τα p2p δίκτυα είναι ότι δημιουργούν μία νέα δομή η οποία είναι καλύτερα κατανοημένη δεν μοιάζει πλέον με δέντρο (σε αντίθεση με τα p2p), και έχουν αρκετά πλεονεκτήματα όπως την αύξηση της ανθεκτικότητας του δικτύου, μείωση του κόστους της σύνδεσης κ.α. (p2pfoundation, 2015).

Σε όλους τους κόμβους των WSN σε συνδυασμό με την χρήση κατάλληλων αλγόριθμων (ανάλογα με την περίπτωση κάθε φορά) μεταδίδονται με σωστό τρόπο οι πληροφορίες κατ' επέκταση δηλαδή λειτουργεί συνεχώς αξιόπιστα το δίκτυο (Χαρτουμπέκης, 2010).

Σύμφωνα λοιπόν με τα παραπάνω, μπορούμε να έχουμε μια ιδέα με το πως λειτουργούν και συνδέονται τα WSN έτσι ώστε να χρησιμοποιούνται σε διάφορες κατηγορίες της καθημερινής μας ζωής όπου στην παρούσα εργασία θα αναφερθούμε σε διάφορες περιπτώσεις αισθητήρων σε δρόμους, αυτοκίνητα, λεωφορεία, φορτηγά και διόδια.

Για να εφαρμοσθούν όμως τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων στις παραπάνω κατηγορίες χρειάζεται και η κατάλληλη τεχνολογία κάθε φορά, ώστε να φτάσουμε στο τελικό αποτέλεσμα. Έτσι λοιπόν, παρακάτω αναφέρονται οι διάφορες τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται.





### 3) Τεχνολογίες βασιζόμενες στα WSN

#### 3.1) Τεχνολογία RFID (Radio Frequency Identification)

Η RFID ανήκει στις τεχνολογίες Auto-Identification. Ο όρος Auto-ID αναφέρεται γενικά σε μεθόδους αναγνώρισης αντικειμένων και συλλογής πληροφοριών από αυτά. Με τον όρο Radio-Frequency Identification αναφερόμαστε σε ασύρματα συστήματα που χρησιμοποιούν ηλεκτρομαγνητικά κύματα στην περιοχή των ραδιοσυχνοτήτων για να μεταφέρουν πληροφορίες από ένα αντικείμενο με σκοπό την αναγνώριση, την κατηγοριοποίηση ή την παρακολούθησή του σε ένα ελεγχόμενο περιβάλλον (Σινάτκας & Τσιγλάκης, 2015).

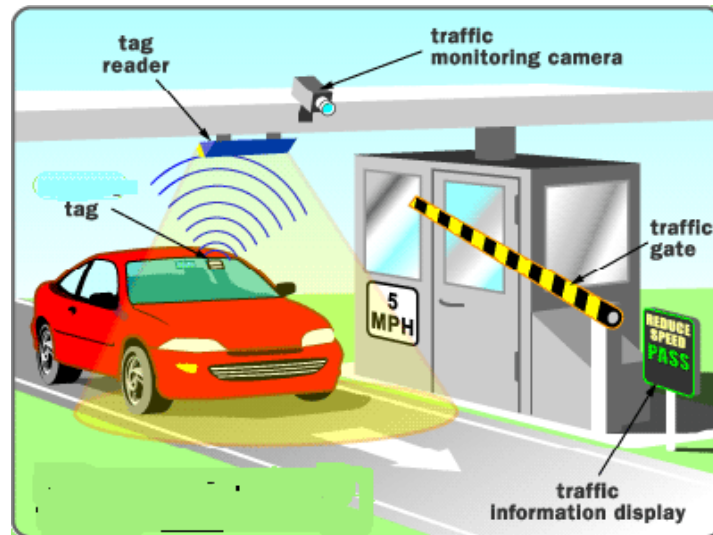
Αποτελείται από 3 βασικά στοιχεία: την ετικέτα – tag (κάτι σαν barcode), τον αναγνώστη (ο οποίος αποτελείται από μια κεραία και μια μνήμη) και τέλος το ενδιάμεσο λογισμικό που αποτελεί σημείο ένωσης μεταξύ του αναγνώστη και του κάθε πληροφοριακού συστήματος που χρησιμοποιείται. Για την τεχνολογία αυτή δεν απαιτείται η οπτική επαφή. (Νικολαΐδης, 2011).

Αυτή η τεχνολογία χρησιμοποιείται περισσότερο point to point ή multi point. Έχει επικρατήσει στις εφαρμογές ασύρματης δικτύωσης αισθητήρων σε όλους τους κάθετους τομείς. Μερικές από τις πιο γνωστές περιπτώσεις εφαρμογής της στα Intelligent Transportation Systems αναφέρονται παρακάτω:

- 1) Στα αυτοκίνητα ή στις μοτοσυκλέτες όπου διάφορες εταιρείες ελαστικών ή και οι ίδιες οι κατασκευάστριες εταιρείες έχουν αναπτύξει δίκτυο αισθητήρων πίεσης ελαστικών βασιζόμενο σε 433MHZ band - dash7 (βασίζεται στα RFID) το οποίο είναι γνωστό σαν Tire Pressure Monitor System – TPMS (Continental, 2016).
- 2) Η τεχνολογία RFID μας επιτρέπει είσοδο στο όχημα μας χωρίς χρήση κλειδιού, με έναν αισθητήρα απόστασης που βρίσκεται στο ηλεκτρονικό κλειδί μας και όταν πλησιάζουμε στο όχημα μας αυτό το αντιλαμβάνεται και ξεκλειδώνει αυτόματα. Η τεχνολογία αυτή ήδη χρησιμοποιείται από τις μεγάλες αυτοκινητοβιομηχανίες (Volvo, n.d.).
- 3) Η αναγνώριση πινακίδων των οχημάτων. Οι πινακίδες περιλαμβάνουν RFID τεχνολογία και έτσι γίνεται αντιληπτή η θέση του στο οδικό δίκτυο (e-Plate, n.d.).

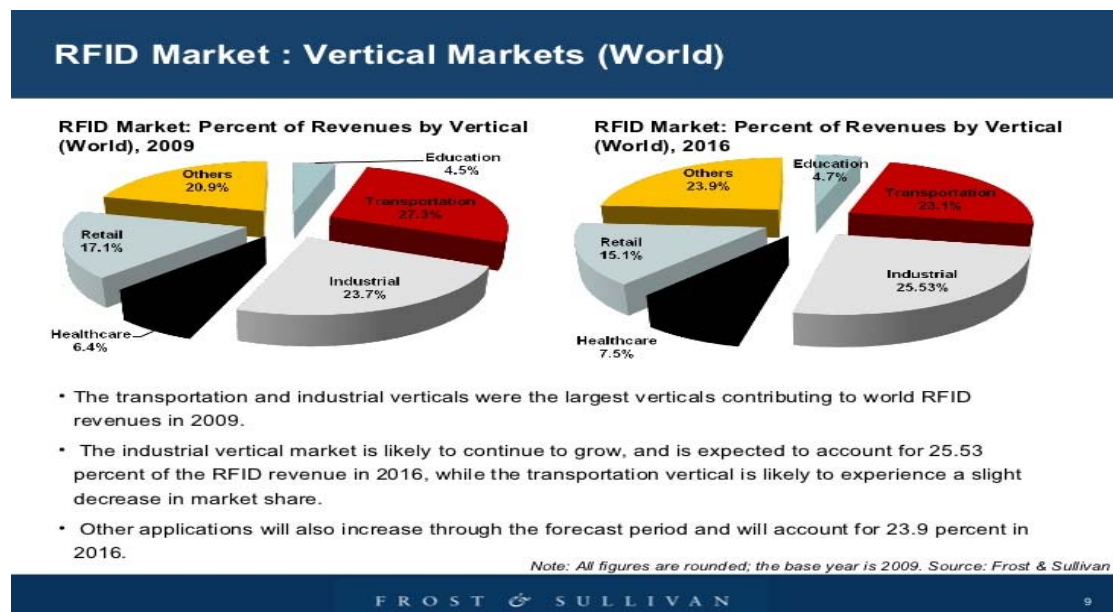
4) Επίσης στα διόδια μπορεί να χρησιμοποιηθεί σύστημα RFID το οποίο να αναγνωρίζει πότε ένα όχημα με προπληρωμένη κάρτα διοδίων το πλησιάζει και να ανοίγει αυτόματα την μπάρα (3M, n.d.).

Στην Εικόνα 6 φαίνεται πως λειτουργεί ένα τέτοιο σύστημα και με την βοήθεια κάμερας κυκλοφορίας.



Εικόνα 6: Λειτουργία συστήματος RFID (www.tolimeri.wordpress.com, 2016)

Με την Εικόνα 7 γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι η RFID τεχνολογία είχε βρει μεγάλη άνθηση στον κλάδο των μεταφορών ωστόσο η μείωση που προβλέφθηκε οφείλεται στην ανάπτυξη των ανταγωνιστικών τεχνολογιών κυρίως αυτών που βασίζονται σε GSM/GPS sensors όπου και θα αναφερθούμε παρακάτω.



Εικόνα 7: RFID Market (Frost and Sullivan, 2010)

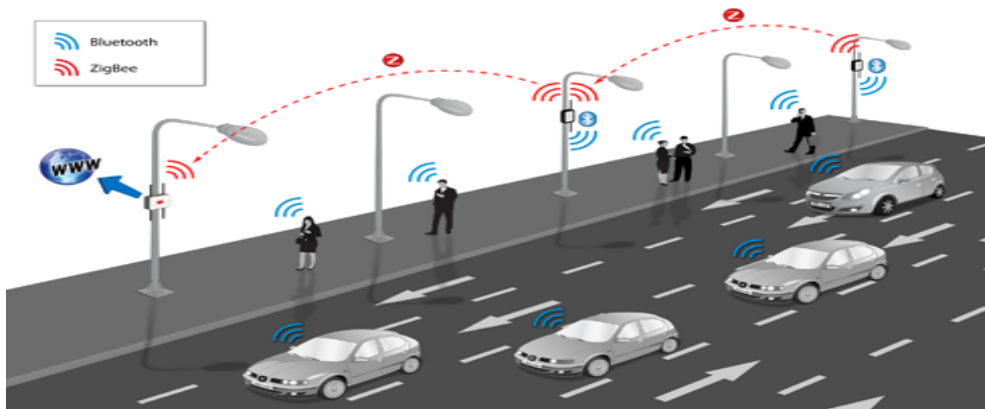
### 3.2) Τεχνολογίες Bluetooth – ZigBee

Το Bluetooth είναι μια τεχνολογία (peer to peer), όπου βασικό της γνώρισμα είναι η χαμηλή κατανάλωση ενέργειας με χαμηλό κόστος. Πιο συγκεκριμένα, η τεχνολογία αυτή επιτρέπει την μετάδοση πληροφοριών μεταξύ δύο ή περισσότερων αντικειμένων (μέχρι 7) σε μικρή απόσταση (περίπου 10 μέτρων) με την χρήση του «αδέσμευτου» φάσματος συχνοτήτων (των 2,4 GHz), ώστε οι συσκευές που το ενσωματώνουν να μπορούν να λειτουργήσουν απροβλημάτιστα σε οποιοδήποτε σημείο του πλανήτη. Ωστόσο, σαν πρότυπο έχει αρχίσει να χάνει έδαφος λόγω της σχετικά περιορισμένης αυτονομίας συγκριτικά με τον ανταγωνισμό.

Το ZigBee είναι μια ασύρματη τεχνολογία που προορίζεται να είναι απλούστερη και φτηνότερη από άλλα ασύρματα προσωπικά, τοπικά δίκτυα (WPAN), όπως το Bluetooth. Το ZigBee είναι χαμηλού κόστους, χαμηλής ισχύος και δικτύωσης ασύρματου πλέγματος. Το χαμηλότερο κόστος επιτρέπει στην τεχνολογία να επεκταθεί ευρέως στις ασύρματες εφαρμογές ελέγχου και παρακολούθησης, η χαμηλή κατανάλωση ισχύος επιτρέπει τη μακρύτερη ζωή με μικρότερες μπαταρίες, και η δικτύωση πλέγματος παρέχει υψηλή αξιοπιστία και μεγαλύτερη ακτίνα λειτουργίας (Εφαρμογές Τηλεπικοινωνιακών Διατάξεων, 2014).

Πρόκειται για μία τεχνολογία που δέχεται πολλούς τρόπους δικτύωσης με τον πιο συνηθισμένο την star δικτύωση.

Μία περίπτωση αναλύεται στην Εικόνα 8, όπου γίνεται εμφανής η χρήση Bluetooth και ZigBee, είναι η παρακολούθηση της κυκλοφορίας των οχημάτων και των πεζών στους αυτοκινητόδρομους και αντίστοιχα η μεταφορά της πληροφορίας μέσω GSM δικτύου στο τελικό κόμβο. Η παρακολούθηση γίνεται από sensors που αντιλαμβάνονται πότε και που βρίσκεται μια εκπομπή Bluetooth από κινητό τηλέφωνο ή από σύστημα Bluetooth αυτοκινήτου.



Εικόνα 8: Παρακολούθηση της κυκλοφορίας (Libelium, 2011)

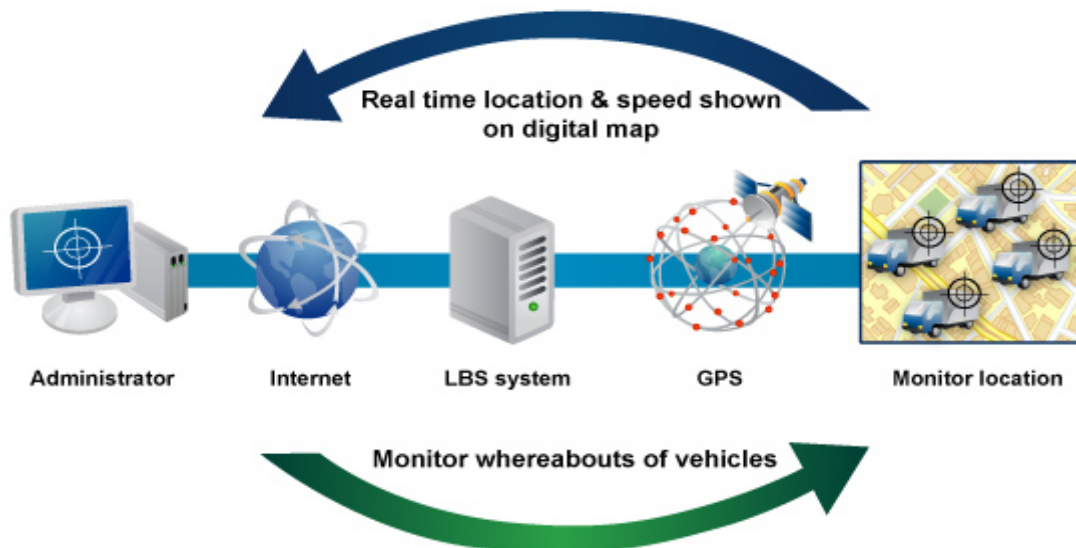
### 3.3) Τεχνολογίες GSM/GPRS και GPS

Το Παγκόσμιο Σύστημα Κινητών Επικοινωνιών (Global System for Mobile Communications (GSM)) είναι ένα πρότυπο που αναπτύχθηκε από το Ευρωπαϊκό Τηλεπικοινωνιακό Συμβούλιο για να περιγράψει τα πρωτόκολλα 2ης γενιάς ψηφιακών κυψελοειδών δικτύων που χρησιμοποιούνται από τα κινητά τηλέφωνα. Από το 2014 έχει γίνει το προεπιλεγμένο πρότυπο για τις κινητές επικοινωνίες (www.wikipedia.org, 2016). Το GSM υποστηρίζει φωνητικές κλήσεις και ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων έως και 9,6 kb/s, μαζί με τη μετάδοση του SMS (www.gsma.com, 2016). Ενώ το General Packet Radio (GPRS) προσθέτει την λειτουργία της μεταφοράς πακέτων στο GSM, είναι η βασική ενέργεια για την σύνδεση δεδομένων για εφαρμογές όπως η περιήγηση στο web (www.etsi.org, 2016).

Το Παγκόσμιο Σύστημα Στιγματοθέτησης (GPS) είναι ένα σύστημα που εντοπίζει την τοποθεσία και την ημερομηνία ανεξάρτητα με τις καιρικές συνθήκες οπουδήποτε πάνω ή κοντα στην Γη (www.wikipedia.org, 2016).

Συνήθως αυτές οι δύο τεχνολογίες είναι αλληλένδετες στα ITS καθώς για να μεταφερθεί η πληροφορία της τοποθεσίας στο δίκτυο συνήθως χρησιμοποιείται ένα σύστημα GSM/GPRS.

Όπως για παράδειγμα στην Εικόνα 9, που περιγράφεται ένα σύστημα τύπου fleet management (διαχείρισης στόλου οχημάτων)



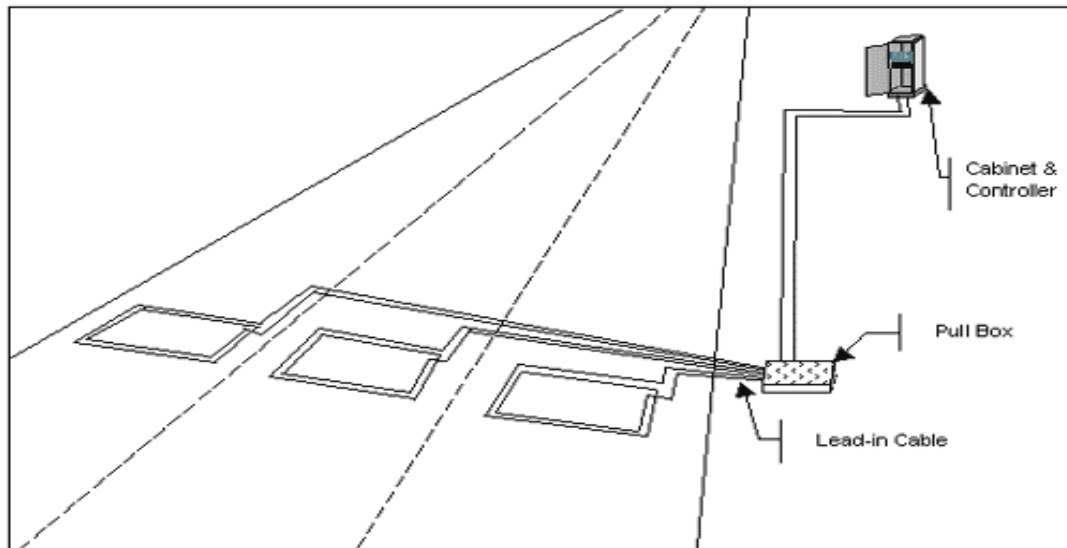
Εικόνα 9: Σύστημα τύπου fleet management (Soft Tech Group, 2014)

### 3.4) Τεχνολογία Inductive loop (Magnetic – Radar – Multimedia)

Οι ανιχνευτές επαγωγικού βρόχου (Inductive loop) είναι οι πιο διαδεδομένοι αισθητήρες στα συστήματα διαχείρισης της κυκλοφορίας. Είναι η πιο κοινή και αξιόπιστη τεχνολογία που χρησιμοποιείται για τη συλλογή δεδομένων κίνησης. Αυτοί οι βρόγχοι ενσωματώνονται σε δρόμους σε τετράγωνο σχήμα το οποίο παράγει ένα μαγνητικό πεδίο. Οι Μαγνητικοί βρόγχοι (magnetic loops) μετράνε τον αριθμό των οχημάτων και συλλέγουν κάποιες πληροφορίες για κάθε όχημα που διασχίζει το βρόχο, όπως είναι η χρονική στιγμή, η ταχύτητα, η διαδρομή και ο τύπος του οχήματος. Ωστόσο δείχνουν να χάνουν έδαφος από τους βρόχους Radar που κάνουν την ίδια δουλειά και είναι σε θέση να αναγνωρίσουν και μη μεταλλικά αντικείμενα.

Μια άλλη τεχνική παρακολούθησης είναι η χρήση κάμερας. Με την πρόσφατη ανάπτυξη των μέσων αναγνώρισης εικόνων και ανάλυσης δεδομένων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση της οδικής κυκλοφορίας (www.ncbi.nlm.nih.gov, 2013). Την συγκεκριμένη τεχνολογία την συναντάμε συνήθως σε στατικά δίκτυα οπότε οι αισθητήρες μπορούν να συνδεθούν και ενσύρματα.

Στην Εικόνα 10 περιγράφεται η λειτουργία ενός παραδείγματος μαγνητικών βρόγχων οι οποίοι μάλιστα είναι συνδεδεμένοι ενσύρματα.



Ε1





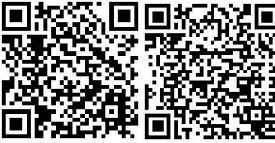
κόνα 10: Λειτουργία Μαγνητικών βρόγχων (U.S. Department of Transportation, 2013)

#### 4) Real Cases











Παρακάτω παραθέτουμε όσα real cases έχουν εφαρμογή στην καθημερινότητά μας και ταυτόχρονα αποτελούν δίκτυο στα ITS.


Υπόμνημα:

- Πατώντας πάνω στο QR – Code είτε σαρώνοντάς το με την κάμερα ενός κινητού μπορείτε να μεταβείτε στον ιστότοπο όπου περιγράφεται η περίπτωση
- Η ‘-’ δηλώνει ότι είναι συνδυασμός των τεχνολογιών.
- Το ‘,’ δηλώνει ότι υπάρχουν περιπτώσεις με εναλλακτική τεχνολογία
- Η ‘/’ δηλώνει πως δύναται να χρησιμοποιηθεί είτε η μία είτε η άλλη τεχνολογία

Real Cases	Περιγραφή	Τεχνολογία	Link – QR Code
Παρακολούθηση κίνησης κυκλοφορίας οχημάτων και πεζών	αισθητήρες αντιλαμβάνονται τους πεζούς/οδηγούς από τα Bluetooth κινητά τους και μεταδίδεται η πληροφορία μέσω gsm	Zigbee – Bluetooth – GSM	
Αυτόματο παρκάρισμα	Αισθητήρες αντιλαμβάνονται την θέση και μέσω smartphone και ο χρήστης παρκάρει το όχημα	RFID – Bluetooth	
TPMS - δίκτυο αισθητήρων πίεσης ελαστικών	Αντιλαμβάνεται πότε ένα ελαστικό έχει χάσει αέρα και ενημερώνει τον οδηγό	RFID (Dash7)	
Παρακολούθηση των καιρικών φαινομένων (μέσω των δημόσιων συγκοινωνιών)	Ένα δίκτυο αισθητήρων (τοποθετημένο στα δημόσια μέσα) ενημερώνει για τα κατά τόπους καιρικά φαινόμενα. Είτε σε άλλες περιπτώσεις με βοήθεια έξυπνων αισθητήρων και καμερών	ZigBee – RFID, Multimedia	
Παρακολούθηση αυτοκινητόδρομων για τον έλεγχο κυκλοφορίας και των καιρικών φαινομένων	Ένα δίκτυο από έξυπνες κάμερες αντιλαμβάνεται πότε υπάρχει κίνηση με αισθητήρες για να ξεκινήσει την καταγραφή και δύναται να μεταφέρει ενσύρματα την πληροφορία	Multimedia – GSM/ Ethernet	



Καθοδήγηση σε χώρους στάθμευσης για άδειες θέσεις	Επικοινωνεί το δίκτυο αισθητήρων για το που υπάρχει άδεια θέση	ZigBee, RFID (DASH7)	
Ολοκληρωμένο Σύστημα Τηλεματικής στον ΟΑΣΘ	Επικοινωνεί το λεωφορείο με το κέντρο και ενημερώνει για την τοποθεσία του, τα εισιτήρια που ακυρώθηκαν κ.α.	GPS – GSM	
E-pass ViaPass	Όταν το όχημα πλησιάζει την μπάρα αυτή ανοίγει ενώ η κάμερα καταγράφει την πινακίδα του οχήματος	RFID – Multimedia GPS/GSM – Multimedia	
Car sharing Taxi sharing Bike sharing Truck Sharing	Τα οχήματα δείχνουν την θέση τους στο χάρτη και ο χρήστης επιλέγει αυτό που είναι πιο κοντά	GSM – GPS – RFID, GSM – GPS	
Κάμερες φωτοεπισήμανσης	Αντιλαμβάνεται μέσω αισθητήρων τα οχήματα που ξεπερνούν το όριο ταχύτητας και αποστέλλει σήμα σε πραγματικό χρόνο	GSM – Multimedia	
Παρακολούθηση κυκλοφορίας και διαχείριση του οδικού δικτύου	Αντιλαμβάνεται μέσω μαγνητισμού τα οχήματα και ενημερώνει είτε τους σηματοδότες είτε το κέντρο για την κυκλοφορία	Inductive Loop (Magnetic)	
e-call	Όταν ένα όχημα έχει κάποιο ατύχημα το αντιλαμβάνονται οι αισθητήρες του και ενημερώνει μέσω gsm το πλησιέστερο νοσοκομείο για την τοποθεσία του	GSM – GPS	
Evita	Car to Car communication. Ασφάλεια σε δίκτυα αυτοκινητοβιομηχανίας	GPS	
Παρακολούθηση αυτοκινητόδρομων με βάση αν υπάρχουν σταθμευμένα οχήματα	Παρακολούθηση κυκλοφορίας μέσω radar αν υπάρχουν σταθμευμένα οχήματα και πόσο κοντά στον αισθητήρα και κατ' επέκταση στον αυτοκινητόδρομο	Inductive Loop (Radar)	
DSRC	Μέσω συχνοτήτων που εκπέμπονται είτε από τις υποδομές (σηματοδότες, δίκτυο φωτισμού) είτε από τα άλλα οχήματα γίνεται πρόγνωση των συνθηκών της πορείας των οχημάτων σε κοντινή απόσταση	IEEE802.11p (και άλλων που δεν γίνεται αναφορά)	

Street Light Control by OSRAM	Αισθητήρες αντιλαμβάνονται την κίνηση και προσαρμόζουν το δίκτυο φωτισμού του αυτοκινητόδρομου	GSM/ Ethernet/ Fiber	
-------------------------------	--	-------------------------	---

## 5) Συμπεράσματα

Στην εποχή μας, με την έκρηξη της τεχνολογικής ανάπτυξης έχουν δημιουργηθεί μεταξύ των άλλων πλείστες εφαρμογές στον τομέα των μεταφορών, όπως αναφέραμε και παραπάνω, οι οποίες αποσκοπούν στην διευκόλυνση της καθημερινότητας μας καθώς πρόκειται για έναν κλάδο που συνεχώς όλα αλλάζουν και εξελίσσονται. Οι λεγόμενες «έξυπνες» πόλεις αυξάνονται συνεχώς καθώς και το ενδιαφέρον τους για ευφυή συστήματα μεταφορών είτε αυτά αφορούν τα δημόσια μέσα συγκοινωνίας είτε τους δρόμους και τα διόδια ώστε να διευκολύνονται συνεχώς οι υπηρεσίες των δημοτών τους. Επίσης παρατηρήσαμε την προσπάθεια που γίνεται και στον ιδιωτικό κόσμο από τις μεγάλες αυτοκινητοβιομηχανίες προκειμένου να αποκτήσουν V2V (Vehicle to Vehicle) και V2I (Vehicle to Infrastructure) επικοινωνία για την καλύτερη πρόγνωση των συνθηκών της πορείας των οχημάτων. Επιπλέον μέσα από την ραγδαία ανάπτυξη οικονομικών GPS sensor τα τελευταία χρόνια και με την χρήση smartphone (που εμπεριέχουν GPS sensor) είδαμε δεκάδες εφαρμογές να αναπτύσσονται που στην βάση τους έχουν τον εντοπισμό. Έτσι λοιπόν, με την σωστή χρήση της τεχνολογίας οι ζωές μας μπορούν να αποκτήσουν μια άλλη ποιότητα ζωής και αυτή είναι ακόμα η αρχή, καθώς η τεχνολογία αναπτύσσεται ταχύτατα.

## 6) Μελλοντική Εργασία

Δεδομένου ότι δημιουργούνται συνεχώς εφαρμογές και υποθέτοντας ότι θα δημιουργηθούν και άλλες στον κλάδο των ITS, θέλαμε να αναφερθούμε σε μία πρόταση που θα συνδυάσει δύο κλάδους, οι οποίοι βρίσκονται στην αιχμή της καινοτομίας, των προαναφερθέν και των Linked Data. Μπορούμε να εκμεταλλευτούμε το ερευνητικό εγχείρημα σύνδεσης των δεδομένων που παρέχουν οι αισθητήρες ως linked data και να δημιουργηθούν εφαρμογές που θα δέχονται δεδομένα μέσω των καταγραφών. Ως παράδειγμα θα αναφερθούμε σε μία εργασία (Χαλκίδης Χατζοπούλου, 2015) (η εργασία έχει γίνει στα πλαίσια μαθήματος) η οποία δέχεται δεδομένα από μία βάση δεδομένων με αισθητήρες καιρού (ταχύτητα ανέμων, θερμοκρασία, τοποθεσία σένσορα κ.τ.λ) και απεικονίζεται πάνω σε χάρτη

(με χρήση SPARQL query για την συλλογή των δεδομένων και του λογισμικού R για την οπτικοποίηση) σε μία εξέλιξη αυτής θα μπορούσε να δημιουργηθεί εφαρμογή, για τα οχήματα, που θα συνδυαστεί με τους αισθητήρες δρόμου και θα ενημερώνει τον κατόχο τους για καιρικά φαινόμενα.

## 7) Βιβλιογραφία

- 3M. (n.d.). *http://solutions.3m.com*. Ανάκτηση από <http://solutions.3m.com>:  
[http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/en\\_US/NA\\_Motor\\_Vehicle\\_Services\\_Systems/Motor\\_Vehicle\\_Industry\\_Solutions/parking-tolling-dmv-solutions/toll-solutions/electronic-toll-collection/](http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/en_US/NA_Motor_Vehicle_Services_Systems/Motor_Vehicle_Industry_Solutions/parking-tolling-dmv-solutions/toll-solutions/electronic-toll-collection/)
- Continental. (2016, Μάϊος 11). *http://www.continental-automotive.com*. Ανάκτηση από <http://www.continental-automotive.com>: [http://www.continental-automotive.com/www/automotive\\_de\\_en/themes/passenger\\_cars/interior/body\\_security/pi\\_tire\\_information\\_en.html?page=1](http://www.continental-automotive.com/www/automotive_de_en/themes/passenger_cars/interior/body_security/pi_tire_information_en.html?page=1)
- e-Plate. (n.d.). *http://www.e-plate.com/*. Ανάκτηση από <http://www.e-plate.com/>:  
<http://www.e-plate.com/>
- Frost and Sullivan. (2010, Νοεμβρίου 2010). *http://www.slideshare.net/*. Ανάκτηση από <http://www.slideshare.net/>: <http://www.slideshare.net/FrostandSullivan/the-global-rfid-market-the-trend-today-and-what-lies-ahead>
- GSM. (2015). *http://www.gsma.com*. Ανάκτηση από <http://www.gsma.com>:  
<http://www.gsma.com/connectedliving/wp-content/uploads/2015/06/ITS-report.pdf>
- Libelium. (2011, Οκτωβρίου 14). *http://www.libelium.com/*. Ανάκτηση από <http://www.libelium.com>:  
[http://www.libelium.com/vehicle\\_traffic\\_monitoring\\_bluetooth\\_sensors\\_over\\_zigbee/](http://www.libelium.com/vehicle_traffic_monitoring_bluetooth_sensors_over_zigbee/)
- p2pfoundation. (2015, Ιούλιος 6). Ανάκτηση από <http://p2pfoundation.net>:  
[http://p2pfoundation.net/Mesh\\_Networks#Meshworks\\_are\\_different\\_from\\_P2P\\_Networks](http://p2pfoundation.net/Mesh_Networks#Meshworks_are_different_from_P2P_Networks)
- SAS. (2015). *www.sas.com*. Ανάκτηση από <http://www.sas.com>:  
[http://www.sas.com/el\\_gr/insights/big-data/internet-of-things.html](http://www.sas.com/el_gr/insights/big-data/internet-of-things.html)
- Soft Tech Group. (2014). *http://www.stcl.com/*. Ανάκτηση από <http://www.stcl.com/>:  
<http://www.stcl.com/fleet-management/>

- U.S. Department of Transportation. (2013, Δεκέμβριος 2). Ανάκτηση από [http://ops.fhwa.dot.gov/freewaymgmt/publications/frwy\\_mgmt\\_handbook/chapter15\\_01.htm](http://ops.fhwa.dot.gov/freewaymgmt/publications/frwy_mgmt_handbook/chapter15_01.htm)
- Volvo. (n.d.). <http://support.volvocars.com>. Ανάκτηση από <http://support.volvocars.com/uk/cars/pages/owners-manual.aspx?mc=Y556&my=2015&sw=14w20&article=d4e87c3b540db49dc0a801e80178e1ce>
- Wikipedia. (2013, Μάρτιος 31). <https://el.wikipedia.org>. Ανάκτηση από <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%B9%CF%83%CE%B8%CE%B7%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B1%CF%82>
- [www.etsi.org](http://www.etsi.org). (2016). [www.etsi.org](http://www.etsi.org). Ανάκτηση από [www.etsi.org](http://www.etsi.org): <http://www.etsi.org/index.php/technologies-clusters/technologies/mobile/gprs>
- [www.gsma.com](http://www.gsma.com). (2016). Ανάκτηση από <http://www.gsma.com/aboutus/gsm-technology/gsm>, 2016
- [www.ncbi.nlm.nih.gov](http://www.ncbi.nlm.nih.gov). (2013). <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>. Ανάκτηση από <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3649425/>
- [www.tolimeri.wordpress.com](http://www.tolimeri.wordpress.com). (2016, Φεβρουάριος 11). <https://tolimeri.wordpress.com>. Ανάκτηση από <https://tolimeri.wordpress.com>: <https://tolimeri.wordpress.com/category/%CE%B4%CE%B9%CE%BF%CE%B4%CE%B9%CE%B1/>
- [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org). (2015, Δεκέμβριος 5). Ανάκτηση από [https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%83%CF%8D%CF%81%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%BF\\_%CE%B4%CE%AF%CE%BA%CF%84%CF%85%CE%BF](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%83%CF%8D%CF%81%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%BF_%CE%B4%CE%AF%CE%BA%CF%84%CF%85%CE%BF)
- [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org). (2016, Απρίλιος 3). <https://en.wikipedia.org>. Ανάκτηση από <https://en.wikipedia.org/wiki/GSM>
- [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org). (2016). [https://en.wikipedia.org/wiki/Global\\_Positioning\\_System](https://en.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System). Ανάκτηση από [https://en.wikipedia.org/wiki/Global\\_Positioning\\_System](https://en.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System)
- [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org). (2016, Μάρτιος 24). [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org). Ανάκτηση από Wikipedia: [https://en.wikipedia.org/wiki/Wireless\\_sensor\\_network](https://en.wikipedia.org/wiki/Wireless_sensor_network)

- Εφαρμογές Τηλεπικοινωνιακών Διατάξεων. (2014, Μάρτιος 28). <http://brain.ee.auth.gr>.  
Ανάκτηση από <http://brain.ee.auth.gr/dokuwiki/doku.php?id=zigbee:zigbee>
- Κατσαούνης, Γ. (2013). *Ανάπτυξη ασύρματου δικτύου αισθητήρων και ελεγκτών στο Εργαστήριο Γενικής Ηλεκτροτεχνίας*. Ανάκτηση από  
[file:///C:/Users/pc3948/Downloads/Nimertis\\_Katsaounis\(ele\)%20\(5\).pdf](file:///C:/Users/pc3948/Downloads/Nimertis_Katsaounis(ele)%20(5).pdf).
- Κηπουρόπουλος, Π. (2014, 09 15). *propaganda.gr*. Ανάκτηση από  
<http://propaganda.gr/internet-things-aftos-o-megalos-agnostos/>.
- Νικολαΐδης, Κ. (2011). *Τεχνολογίες Ανίχνευσης και Εντοπισμού Προσώπων σε Κρουαζιερόπλοιο*. Αθήνα.
- Σινάτκας, Γ., & Τσιγλάκης, Ν. (2015, Απρίλιος 15). <http://brain.ee.auth.gr>. Ανάκτηση από  
[http://brain.ee.auth.gr/dokuwiki/doku.php?id=rfids:rfids#τι\\_είναι\\_rfid](http://brain.ee.auth.gr/dokuwiki/doku.php?id=rfids:rfids#τι_είναι_rfid)
- Τσατσαρώνης, Μ. (2015). *Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων*. Ανάκτηση από  
<https://www.teilar.gr/dbData/ProfAnn/profann-e0af756b.pdf>
- Χαρτουμπέκης, Γ. (2010). <http://nemertes.lis.upatras.gr/>. Ανάκτηση από  
<http://nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/4249/1/thesis.pdf>
- Χατζηγεωργίου, Μ. (2011). *Σχεδίαση και ανάπτυξη αρχιτεκτονικής δικτύου για σύστημα έξυπνων κάμερων*. Ανάκτηση από <http://docplayer.gr/2001320-Diplomatiki-ergasia-shediasi-kai-anaptyxi-arhitektonikis-diktyou-gia-systima-exyprnon-kameron.html>.