



# ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ

Πολυτεχνική Σχολή

Τμήμα Μηχανικών Ηλεκτρονικών  
Υπολογιστών και Πληροφορικής

Προπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

---

## Αποδοτική Διαχείριση Ενέργειας σε Ασύρματα Επαναφορτιζόμενα Δίκτυα Αισθητήρων

---

*Συγγραφέας:*  
Φίλιππος Βασιλάκης,  
ΑΜ: 3895  
vasilakis@ceid.upatras.gr

*Επιβλέπων:*  
Σωτήρης Νικολετσέας,  
Επίκουρος Καθηγητής  
nikole@cti.gr

Μάιος 2012

# Περιεχόμενα

Περιεχόμενα	i
Πρόλογος	iii
Ευχαριστίες	iv
<b>1 Εισαγωγή στα Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων(ΑΔΑ)</b>	<b>1</b>
1.1 Εισαγωγή στα Ασύρματα Δίκτυα . . . . .	1
1.2 Το Κίνητρο Πίσω από τα ΑΔΑ . . . . .	1
1.3 Σύντομη Ιστορία των ΑΔΑ . . . . .	1
1.4 Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων και οι Εφαρμογές τους . . . . .	1
1.5 Τα ΑΔΑ στο Μέλλον . . . . .	1
1.6 Σχεδιασμός Δικτύου και Προκλήσεις . . . . .	1
1.7 Επισκόπηση της Διπλωματικής . . . . .	1
<b>2 Τεχνικές για την Ελαχιστοποίηση της Κατανάλωσης Ενέργειας</b>	<b>2</b>
2.1 Αποδοτικά Πρωτόκολλα Δρομολόγησης . . . . .	2
2.1.1 Δεδομένο-κεντρικά πρωτόκολλα . . . . .	2
2.1.2 Ιεραρχικά Πρωτόκολλα . . . . .	2
2.1.3 Πρωτόκολλα Βασισμένα στην Τοποθεσία . . . . .	2
2.1.4 Πρωτόκολλα Εξισορόπισης Ενέργειας . . . . .	2
2.2 Επιτρέποντας Κινητούς Κόμβους . . . . .	2
2.2.1 Πρωτόκολλα με Κινητή Πηγή . . . . .	2
2.2.2 Πρωτόκολλα με Κινητούς Κόμβους . . . . .	2
2.3 Άλλες Τεχνικές . . . . .	2
<b>3 Ασύρματα Επαναφορτιζόμενα Δίκτυα Αισθητήρων (ΑΕΔΑ)</b>	<b>3</b>
3.1 Τεχνολογία . . . . .	3
<b>4 Ορισμός του Προβλήματος και Ιδιότητές του</b>	<b>4</b>
4.1 Ορισμός . . . . .	4
4.1.1 Γενικευμένος ορισμός . . . . .	4
4.1.2 Παραλλαγές του Προβλήματος . . . . .	4
4.2 Ιδιότητες του Προβλήματος . . . . .	4
4.2.1 Απόδειξη της Δυσκολίας Επίλυσης του Προβλήματος . . . . .	4
4.2.2 Ένα άνω φράγμα . . . . .	4
<b>5 Στρατηγικές και Αλγόριθμοι</b>	<b>5</b>

*ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ*

ii

**6 Πειραματική Αξιολόγηση**

**6**

**7 Επύλογος και Ανοιχτά Προβλήματα**

**7**

# Πρόλογος

Ένα Ασύρματο Δίκτυο Αισθητήρων(ΑΔΑ) αποτελείται από πολλές διασπαρμένες μικρές, αυτόνομες, ασύρματα συνδεδεμένες συσκευές. Κάθε συσκευή λαμβάνει μετρήσεις από το άμεσο περιβάλλον της όπως θερμοκρασία, υγρασία, κλπ ενώ ταυτόχρονα οι πόροι όπως η μνήμη και η ενέργεια που έχει στη διάθεσή της η κάθε συσκευή είναι πολύ περιορισμένοι. Η ιδέα αναπτύχθηκε στα τέλη της δεκαετίας 1990 και τα πρώτα πειραματικά δίκτυα κατασκευάστηκαν στις αρχές του 2000. Σε αυτά τα χρόνια η έρευνα επικεντρώθηκε κυρίως στην διατύπωση των θεμελιωδών ιδιοτήτων που χαρακτηρίζουν ένα Ασύρματο Δίκτυο Αισθητήρων. Από τους πρώτους ερευνητές που άρχισαν να ασχολούνται με αυτά τα δίκτυα υπήρχε η κοινή διαπίστωση ότι οι διαφορές από τα κλασσικά Ασύρματα Δίκτυα(ad-hoc networks) ήταν πολύ μεγάλες κυρίως στους στόχους του κάθε δικτύου. Διατυπώθηκαν τα πρώτα προβλήματα που έπρεπε να λυθούν σε ένα τέτοιο δίκτυο τα οποία κυρίως αφορούσαν την εξοικονόμηση ενέργειας.

Σχεδόν μία δεκαετία μετά, τα Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων ακόμα προκαλούν τους επιστήμονες στο θέμα της ελαχιστοποίησης της κατανάλωσης της ενέργειας. Αποδοτικοί αλγόριθμοι, καινοτόμες τοπολογίες, ριζοσπαστικές ιδέες που ξεφεύγουν από τα κλασσικά μοντέλα, όπως κίνηση κάποιων αισθητήρων, τελευταίως και η εκμετάλλευση εναλλακτικών μορφών ενέργειας έχουν χρησιμοποιηθεί προκειμένου να μειώσουν την κατανάλωση ενέργειας στο δίκτυο. Το ανολοκλήρωτο όνειρο της επιστημονικής κοινότητας είναι να γίνει πραγματικότητα ένα ΑΔΑ στο οποίο όλες οι συσκευές να έχουν μικρή παρόμοια κατανάλωση ενέργειας και χρόνο ζωής το άπειρο.

Τελευταία, μία καινούργια ανακάλυψη έρχεται να αναταράξει τα ΑΔΑ: Η Ασύρματη μεταφορά ενέργειας.

# Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Σωτήρη Νικολετσέα, Επίκουρο Καθηγητή του Πανεπιστημίου Πατρών, για την επίβλεψη της παρούσας εργασίας, τη καθοδήγηση και την εμπιστοσύνη που επέδειξε στο πρόσωπό μου όταν του ζήτησα μία καινοτόμα διπλωματική. Η εμπιστοσύνη αυτή σίγουρα με έκανε να δουλέψω ακόμα σκληρότερα. Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Διδακτορικό Μάριο Αγγελακόπουλο ο οποίος με την πολυετή εμπειρία και τις σοφές παρατηρήσεις του συνέβαλε σημαντικά στα παρακάτω αποτελέσματα. Επίσης ευχαριστώ τον συνάδελφο, απόφοιτο, Φάνη Ράπτη που βοήθησε σημαντικά να βγουν έγκαιρα τα αποτελέσματα. Είμαι σίγουρος ότι έχει λαμπρό μέλλον ως μέλος της υπόλοιπης ομάδας.

Πάνω από όλους όμως θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για τις συμβουλές τους και την στήριξη και που μου παρείχαν καθόλη την διάρκεια των σπουδών μου. Χωρίς αυτούς τίποτα από όλα αυτά δεν θα είχε πραγματοποιηθεί.

# **1**

## **Εισαγωγή στα Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων(ΑΔΑ)**

### **1.1 Εισαγωγή στα Ασύρματα Δίκτυα**

3

### **1.2 Το Κίνητρο Πίσω από τα ΑΔΑ**

1

### **1.3 Σύντομη Ιστορία των ΑΔΑ**

2

### **1.4 Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων και οι Εφαρμογές τους**

5

### **1.5 Τα ΑΔΑ στο Μέλλον**

2

### **1.6 Σχεδιασμός Δικτύου και Προκλήσεις**

2

### **1.7 Επισκόπηση της Διπλωματικής**

1

## **Τεχνικές για την Ελαχιστοποίηση της Κατανάλωσης Ενέργειας**

### **2.1 Αποδοτικά Πρωτόκολλα Δρομολόγησης**

#### **2.1.1 Δεδομένο-κεντρικά πρωτόκολλα**

#### **2.1.2 Ιεραρχικά Πρωτόκολλα**

#### **2.1.3 Πρωτόκολλα Βασισμένα στην Τοποθεσία**

#### **2.1.4 Πρωτόκολλα Εξισορόπισης Ενέργειας**

### **2.2 Επιτρέποντας Κινητούς Κόμβους**

#### **2.2.1 Πρωτόκολλα με Κινητή Πηγή**

#### **2.2.2 Πρωτόκολλα με Κινητούς Κόμβους**

### **2.3 Άλλες Τεχνικές**

## **3**

# **Ασύρματα Επαναφορτιζόμενα Δίκτυα Αισθητήρων (ΑΕΔΑ)**

### **3.1 Τεχνολογία**



## 4

# Ορισμός του Προβλήματος και Ιδιότητες του

### 4.1 Ορισμός

#### 4.1.1 Γενικευμένος ορισμός

#### 4.1.2 Παραλλαγές του Προβλήματος

### 4.2 Ιδιότητες του Προβλήματος

#### 4.2.1 Απόδειξη της Δυσκολίας Επίλυσης του Προβλήματος

#### 4.2.2 Ένα άνω φράγμα

**5**

## **Στρατηγικές και Αλγόριθμοι**

**6**

## **Πειραματική Αξιολόγηση**

## **Επίλογος και Ανοιχτά Προβλήματα**