



[www.uom.gr](http://www.uom.gr)

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**  
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ



**Μελέτη του προγράμματος χρηματοδοτούμενου  
από την Ε.Ε. WINSOC  
(Wireless Sensor Network with Self-Organization)**

**Κουτούδης Ιωάννης**

**Μάθημα : Δίκτυα Υπολογιστών**

**Επιβλέπων Καθηγητής : Αναστάσιος Α. Οικονομίδης**

**M.Sc. in Information Systems**

**Πανεπιστήμιο Μακεδονίας**

**Θεσσαλονίκη, Ελλάδα, Δεκέμβριος 2009**



## Ευρετήριο.

1.	<u>Project overview/ summary</u>	3
2.	<u>Motivation / Key Challenges, Objectives</u>	4
3.	<u>Technical Approach / Methodology</u>	5
3.1	<u>Πλαίσιο I: Ετοιμότητα για φωτιά και σύστημα πρόβλεψης.</u>	9
3.2	<u>Πλαίσιο II: Ανίχνευση δασικών πυρκαγιών και ανταπόκριση.</u>	10
3.3	<u>Πλαίσιο III: Αξιολόγηση μετά την πυρκαγιά.</u>	12
3.4	<u>Πλαίσιο IV : Κατολισθήσεις.</u>	13
4.	<u>Description of Deliverables</u>	14
5.	<u>Results / Findings</u>	16
6.	<u>Expected impact / Implications</u>	17
7.	<u>Future Research</u>	18
8.	<u>References</u>	19
9.	<u>Βιβλιογραφία</u>	21

## 1. Project overview/ summary

Το Winsoc είναι ένα ειδικό στοχοθετημένο ερευνητικό έργο που συγχρηματοδοτείται από την INFSO DG της Ευρωπαϊκής Επιτροπής στο πλαίσιο των δραστηριοτήτων RTD της Thematic Priority Information Society Technologies.

Η βασική ιδέα του WINSOC είναι η ανάπτυξη μίας εντελώς καινοτόμου μεθοδολογίας σχεδιασμού ασύρματων δικτύων αισθητήρων που χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση καταστάσεων εκτάκτου ανάγκης, όπως οι πυρκαγιές, αλλά χρησιμεύουν και στην παρακολούθηση δεικτών ακτινοβολίας, ρύπανσης, θερμοκρασίας κ.α. σε συγκεκριμένες περιοχές. Σκοπός είναι η υπέρβαση των πιο συμβατικών και διαδεδομένων τεχνολογιών όσον αφορά το κόστος, το μέγεθος και την κατανάλωση ενέργειας.

Η μεθοδολογία του WINSOC ,μιμούμενη βιολογικά συστήματα, προσπαθεί να επιτύχει την υψηλή ακρίβεια και την αξιοπιστία του συνόλου του δικτύου αισθητήρων μέσω της κατάλληλης αλληλεπίδρασης τοπικά, μεταξύ χαμηλού κόστους αισθητήρων.

Αυτή η τοπική αλληλεπίδραση δημιουργεί καταναμεμημένα συστήματα ανίχνευσης-εκτίμησης πιο ακριβή, από όσο αν ένας αισθητήρας λειτουργούσε μόνος του, και επιτρέπει την λήψη περιορισμένων αποφάσεων χωρίς να είναι απαραίτητη η αποστολή των δεδομένα που συλλέγονται σε κάποιο κέντρο σύντηξης.

Το δίκτυο που προκύπτει είναι ιεραρχημένο και αποτελείται από δύο επίπεδα. Το πρώτο και χαμηλότερο επίπεδο, αποτελείται από τους αισθητήρες χαμηλού κόστους, υπεύθυνους για τη συλλογή πληροφοριών από το περιβάλλον, το σύστημα σε αυτό το σημείο είναι σε θέση να παρέχει δεδομένα για αξιόπιστες αποφάσεις σε τοπικό επίπεδο. Στο δεύτερο και ανώτερο επίπεδο του συστήματος συναντάμε ένα σύμπλεγμα εξελιγμένων κόμβων που μεταφέρουν τις πληροφορίες του πρώτου επιπέδου στα κέντρα ελέγχου.

Καίριο ζήτημα είναι η αλληλεπίδραση ανάμεσα στους αισθητήρες του χαμηλότερου επιπέδου με τέτοιο τρόπο που να επιτυγχάνεται αύξηση της συνολικής αξιοπιστίας του δικτύου, μείωση της πιθανότητας συμφόρησης γύρω από τους κόμβους, η ύπαρξη δυνατότητας κλιμάκωσης και ανεκτικότητας έναντι προβλημάτων που οφείλονται σε όποια διακοπή ορισμένων αισθητήρων.

2 [<http://www.winsoc.org/summary.htm>]

3 [<http://www.winsoc.org/homeDetails.htm> ]

## 2. Motivation / Key Challenges, Objectives

Το ενδιαφέρον πάνω στα δίκτυα αισθητήρων αναπτύχθηκε λόγω του γεγονότος ότι αποτελούν ένα πολύ διαδεδομένο εργαλείο για την ανίχνευση καταστάσεων έκτακτων αναγκών και την παρακολούθηση φυσικών παραμέτρων περιοχών.

Οι κύριες δυσκολίες που εμφανίζονται στο σχεδιασμό δικτύων αισθητήρων, ειδικά όταν αυτά τοποθετούνται σε περιοχές με δύσκολη πρόσβαση, είναι να επιτευχθεί υψηλή αξιοπιστία για το σύνολο του συστήματος και να αντιμετωπιστεί η πιθανή αναξιοπιστία κάθε μεμονωμένου αισθητήρα, λόγω της ανάγκης για επαναφόρτιση μπαταρίας, μικρών περιπλοκών, κλπ. Επιπλέον σημαντικά ζητήματα προκύπτουν αναφορικά με προβλήματα κυκλοφοριακής συμφόρησης, ελέγχου των κόμβων και επεκτασιμότητας.

Η πιο κοινή προσέγγιση για την επίλυση των παραπάνω είναι η υιοθέτηση και προσαρμογή πρωτοκόλλων δικτύων επικοινωνίας στις ιδιαιτερότητες των δικτύων αισθητήρων. Ωστόσο, οι απαιτήσεις και οι περιορισμοί των δικτύων αισθητήρων εμφανίζονται τόσο διαφορετικές σε πολλές περιπτώσεις, οπότε και κρίνεται χρήσιμη η ανάπτυξη καινοτόμων μεθοδολογιών σχεδιασμού που δεν βασίζονται απαραίτητα σε παλαιότερα πρωτόκολλα.

Η WINSOC αποσκοπεί στην ανάπτυξη ενός ιδιαίτερα καινοτόμου δικτύου αισθητήρων, σημαντικά διαφορετικό από τα υπάρχοντα. Βιολογικά εμπνευσμένο από την επικοινωνία των κυττάρων ενός οργανισμού, βασίζεται στην σύνδεση ασύρματων κόμβων-αισθητήρων χαμηλού κόστους και πολυπλοκότητας με τρόπο που επιτρέπεται η αυτό-οργάνωση (selforganisation) και η κατανεμημένη επεξεργασία, ώστε να μην είναι αναγκαία η αποστολή όλων των δεδομένων που λαμβάνονται σε κάποιο κέντρο.

Τα δίκτυα αισθητήρων απαιτούν πολύπλοκα πρωτόκολλα δικτύου και έμφαση στο κόστος και την ενέργεια. Αξιοσημείωτο είναι ότι ενώ το bit rate που απαιτείται είναι σχετικά μικρό, το πραγματικά σημαντικό είναι να μεταφερθεί η «χρήσιμη πληροφορία» από την πηγή της (αισθητήρα) έως το σωστό κόμβο ελέγχου.

Έτσι η WINSOC ως κύριους στόχους της θέτει:

- 1) Την ανάπτυξη και δοκιμή καινοτόμων αλγορίθμων εφαρμόσιμων στην αυτό-οργάνωση των αισθητήρων χαμηλού επιπέδου και τον σχεδιασμό μίας κατάλληλης

ραδιοφωνικής διασυνδετικής διάταξης, υπεύθυνης για την αλληλεπίδραση μεταξύ των αισθητήρων αυτών.

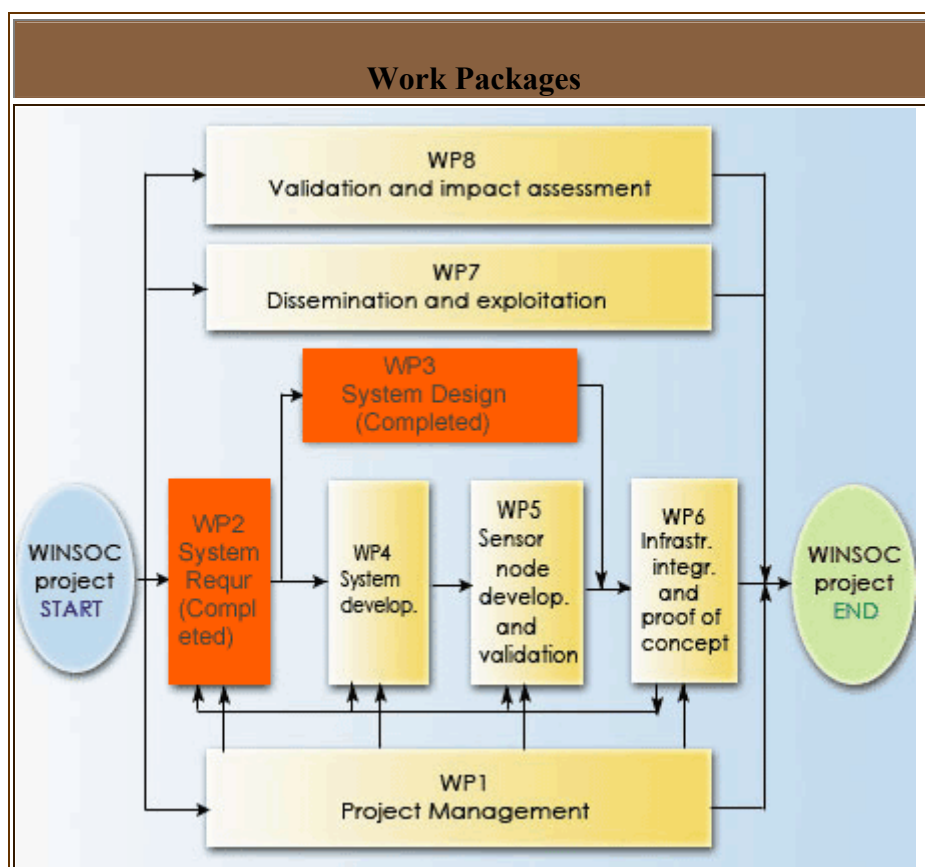
- 2) Την ανάπτυξη και δοκιμή συστημάτων που καλύπτουν τις ακόλουθες εφαρμογές στην παρακολούθηση φυσικών περιοχών.
  - i) την ανίχνευση ή την πρόβλεψη των κατολισθήσεων
  - ii) την ανίχνευση της διαρροής αερίου
  - iii) την παρακολούθηση των τομέων της θερμοκρασίας, ως τρόπου ανίχνευσης πυρκαγιών ή, ακόμη καλύτερα, πρόβλεψης κινδύνου πιθανής πυρκαγιάς σε μια συγκεκριμένη περιοχή.

4, [<http://www.winsoc.org/objectives.htm>]

5, [<http://www.winsoc.org/pdf/Winsoc-Fact%20Sheet.pdf>]

### 3. Technical Approach / Methodology

Για την εκπόνηση του έργου οι υπεύθυνοι χώρισαν την όλη διαδικασία σε επιμέρους πακέτα εργασιών (Work Packages). Επί της ουσίας δημιούργησαν ένα καλά οργανωμένο σχέδιο (Blue Print) πάνω στο οποίο θα κινούνταν το όλο έργο.



Πηγή εικόνας: <http://www.winsoc.org/Packages/Packagemain.htm>

Παρακάτω παρουσιάζονται οι σύντομες περιγραφές των περιεχομένων των πακέτων εργασίας.

**Πακέτο Εργασιών 1            Τίτλος: Διαχείριση έργου.**

- Ο στόχος αυτού του πακέτου εργασίας ήταν η βολιδοσκόπηση του έργου, για να διασφαλιστεί ότι θα φθάσει τους στόχους του, ενώ ταυτόχρονα περιλαμβάνει και την υποβολή εκθέσεων προόδου προς την EC.

**Πακέτο Εργασιών 2            Τίτλος: Απαιτήσεις συστήματος.**

- Καθορισμός των σεναρίων και των συναφών υπηρεσιών που θα υποστηρίζονται από τα πρωτότυπα παραδείγματα που εισήγαγε το σχέδιο.
- Εκτίμηση των απαιτήσεων σε σχέση με την υπάρχουσα τεχνολογία και τις λύσεις που προσφέρει.

**Πακέτο Εργασιών 3            Τίτλος: Σύστημα σχεδιασμού.**

- Ανάπτυξη και ανάλυση της απόδοσης των αλγορίθμων υψηλού επιπέδου που θα εφαρμοστούν σε απλούς και φθηνούς αισθητήρες, με σκοπό την επίτευξη της αλληλεπίδρασης μεταξύ των κόμβων για ακριβέστερη εκτίμηση, αυξημένη αξιοπιστία, κτλ.

**Πακέτο Εργασιών 4            Τίτλος: Ανάπτυξη συστήματος και προσομοίωση.**

- Προσομοιώσεις του συστήματος για την αξιολόγηση των επιδόσεων του συνολικού δικτύου αισθητήρων, με βάση τους αλγόριθμους του WP3, και πάνω στις απαιτήσεις εφαρμογής του WP2.
- Σχεδιασμός των κόμβων και της επικοινωνίας των αισθητήρων μέσω ραδιοφωνικών κυμάτων, υπό τους περιορισμούς των απαιτήσεων για την ισχύ των εκπομπών και για την επίτευξη των επιδόσεων του δικτύου.

**Πακέτο Εργασιών 5**      **Τίτλος: Ανάπτυξη και επικύρωση των κόμβων μεταξύ αισθητήρων.**

- Ανάπτυξη του πρωτότυπου αισθητήρα κόμβου, σύμφωνα με τις προδιαγραφές των προηγούμενων WP.

**Πακέτο Εργασιών 6**      **Τίτλος: ολοκλήρωση υποδομής και απόδειξη του concept.**

- Ενσωμάτωση της τεχνολογίας του δικτύου αισθητήρων με την ανάλυση των υφιστάμενων υποδομών για την κατάλληλη παροχή των υπηρεσιών.
- Ανάπτυξη και αξιολόγηση των επιδόσεων του δικτύου σε δύο πραγματικά σενάρια, στην Τσέχικη Δημοκρατία και την Ινδία, για να αξιολογηθούν τα πλεονεκτήματα από την οπτική γωνία του τελικού χρήστη όσον αφορά την αποτελεσματικότητα, την αξιοπιστία αλλά και την ακρίβεια των υπηρεσιών που παρέχονται.

**Πακέτο Εργασιών 7**      **Τίτλος: Διάδοση και εκμετάλλευση**

- Προσπάθεια διάδοσης μέσα από εργαστήρια, σεμινάρια, εκδόσεις, και την δημιουργία ενός ειδικού δικτυακού τόπου
- Αξιοποίηση με βάση την επιχειρηματική λογική.

**Πακέτο Εργασιών 8**      **Τίτλος: Επικύρωση και αξιολόγηση των επιπτώσεων**

- Αξιολόγηση της απόδοσης του δικτύου που αναπτύχθηκε σε πραγματικά σενάρια, προσομοιώσεις, και σε μικρής κλίμακας πειράματα για την εκτίμηση των πλεονεκτημάτων από την οπτική γωνία του τελικού χρήστη όσον αφορά την αποτελεσματικότητα, την αξιοπιστία και την ακρίβεια των παρεχόμενων υπηρεσιών.

6, [ <http://www.winsoc.org/workpackages.htm> ]

Για την δημιουργία των δικτύων αισθητήρων ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία. Δημιουργήθηκαν δύο βασικά σενάρια εφαρμογής των δικτύων αισθητήρων.

Σενάριο 1<sup>ο</sup>: Ανίχνευση πυρκαγιών και εκτίμηση κινδύνου πυρκαγιάς.

Σενάριο 2<sup>ο</sup>: Ανίχνευση κατολισθήσεων και πρόβλεψη.

Τα σενάρια αναπτύχθηκαν Ανάπτυξη για να προβλεφθούν μελλοντικές καταστάσεις και να προκαλέσουν προβληματισμούς σχετικά με πιθανά γεγονότα, ή υποθέσεις που σχετίζονται με αυτά τα γεγονότα, καθώς και να φανούν πιθανές ευκαιρίες και κίνδυνοι, ούτως ώστε να διασαφηνιστούν οι ανάγκες και να καθοριστούν οι τρόποι δράσης και αντιμετώπισης των προκλήσεων.

Τα σενάρια στη συνέχεια διαχωρίστηκαν σε τέσσερα πλαίσια.

Πλαίσιο I: Ετοιμότητα για φωτιά και σύστημα πρόβλεψης.

Πλαίσιο II: Ανίχνευση δασικών πυρκαγιών και ανταπόκριση.

Πλαίσιο III: Αξιολόγηση μετά την πυρκαγιά.

Πλαίσιο IV : Κατολισθήσεις.

Τα σενάρια και τα επιμέρους πλαίσια τους αναλύθηκαν ανάλογα μετά χαρακτηριστικά και τις απαιτήσεις του καθενός, και πάνω σε αυτά δημιουργήθηκαν ξεχωριστά μοντέλα δικτύων αισθητήρων.

Όλα ωστόσο έχουν ως κοινή βάση τα δύο επίπεδα του σχεδίου του WINSOC. Την λήψη πληροφοριών από χαμηλού επιπέδου αισθητήρες, την τοπική ανάλυση των δεδομένων αυτών για λόγους ταχύτητας και χρησιμότητας, και την μετέπειτα μεταφορά των δεδομένων σε πιο εξειδικευμένα κέντρα ανάλυσης.

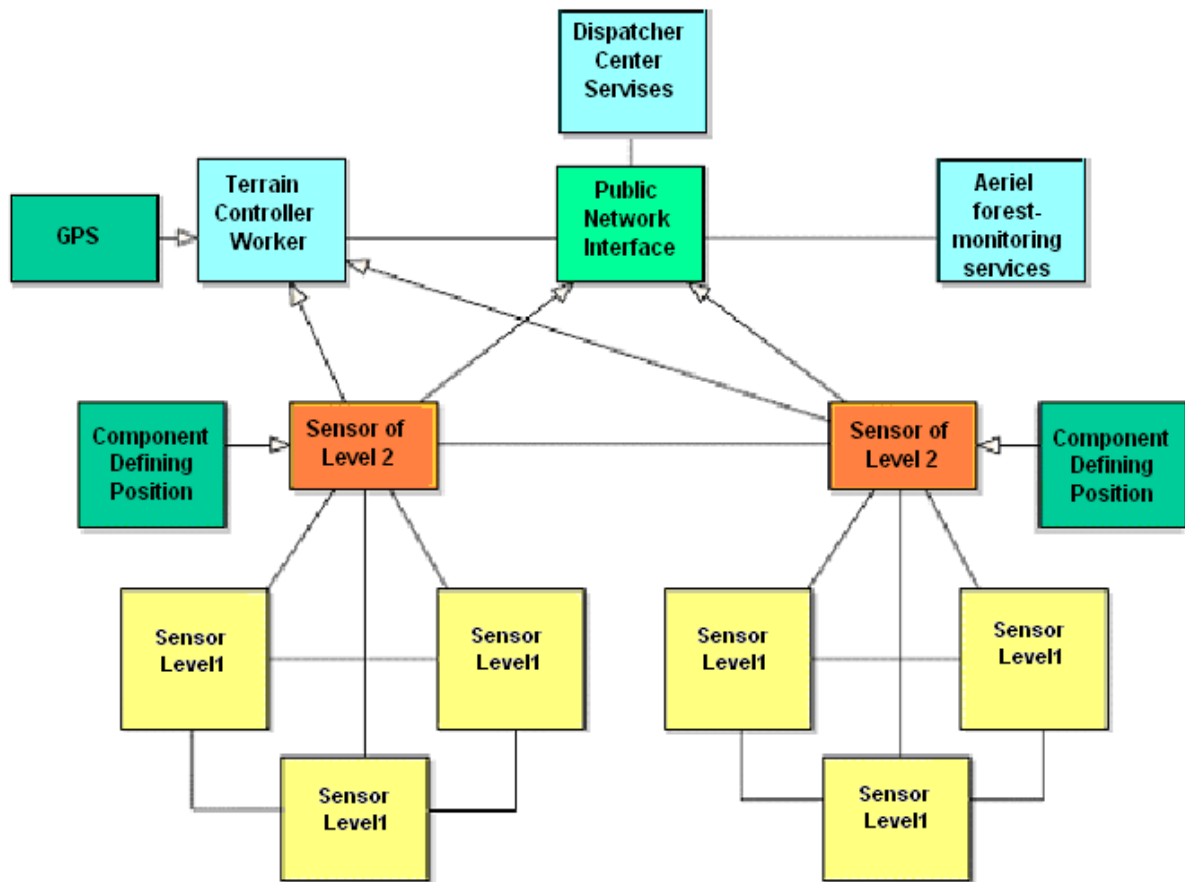
7, [ <http://www.winsoc.org/Meetings/new/WINSOC-D2%201%20v1.pdf> ]

8, [ [http://www.winsoc.org/Meetings/new/WINSOC-D2.2\\_version1.2.pdf](http://www.winsoc.org/Meetings/new/WINSOC-D2.2_version1.2.pdf) ]

Στην συνέχεια παραθέεται η αρχιτεκτονική του κάθε πλαισίου με αναφορική και σύντομη επεξήγηση της λειτουργίας του καθενός.



## Πλαίσιο I: Ετοιμότητα για φωτιά και σύστημα πρόβλεψης.



Πλαίσιο I: Ετοιμότητα για φωτιά και σύστημα πρόβλεψης.

Η βασική δομή της αρχιτεκτονικής αυτού του πλαισίου.

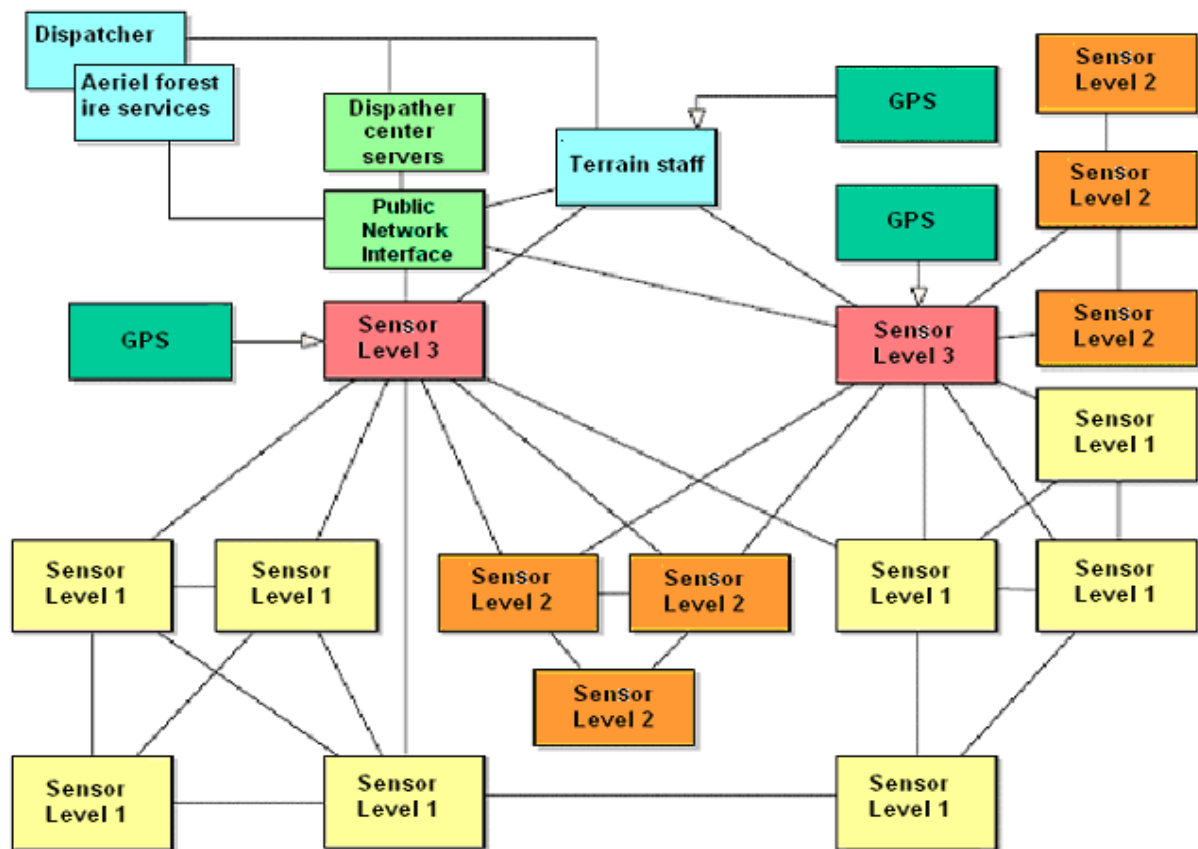
- Εξοπλισμός και προσωπικό προστασίας, που παρέχουν στο σύστημα παρακολούθηση της περιοχής κυρίως μέσω monitors. (Γαλιάζιο)
- Σύνδεση του συστήματος με διεθνές δίκτυο, είτε πρόκειται για GPRS, WFI, ή δορυφόρο. (Πράσινο ανοιχτό)
- Εργαλεία εντοπισμού θέσης. Τα οποία εφαρμόζονται είτε σε έμψυχο προσωπικό (βλ Terrain Controller worker) είτε στους αισθητήρες επιπέδου 2. Στο πλαίσιο αυτό το δίκτυο είναι στατικό οπότε μπορεί να γίνει η χρήση τους μία μόνο φορά. (Σκούρο πράσινο)
- Αισθητήρες επιπέδου 1. Αναλαμβάνουν την μέτρηση των φυσικών παραμέτρων για το σύστημα (στοιχεία καιρού, θερμοκρασία, άνεμος, βροχοπτώσεις, σχετική υγρασία, ενώσεις οξειδίων του άνθρακα κ.α.). Οι αισθητήρες αυτού οργανώνονται σε clusters.

Κάθε αισθητήρας επιπέδου 1 επικοινωνεί μόνο με ένα αισθητήρα επιπέδου 2 και τους αισθητήρες επιπέδου 1 του cluster στο οποίο ανήκει. (Λαχανιά)

- Αισθητήρες επιπέδου 2. Οι οποίοι αναλαμβάνουν την συλλογή των δεδομένων από τους αισθητήρες του επιπέδου 1 ανά cluster, την επικοινωνία μεταξύ των clusters. (Πορτοκαλί)

7, [ <http://www.winsoc.org/Meetings/new/WINSOC-D2%201%20v1.pdf> ]

### Πλαίσιο II: Ανίχνευση δασικών πυρκαγιών και ανταπόκριση.



Πλαίσιο II: Ανίχνευση δασικών πυρκαγιών και ανταπόκριση.

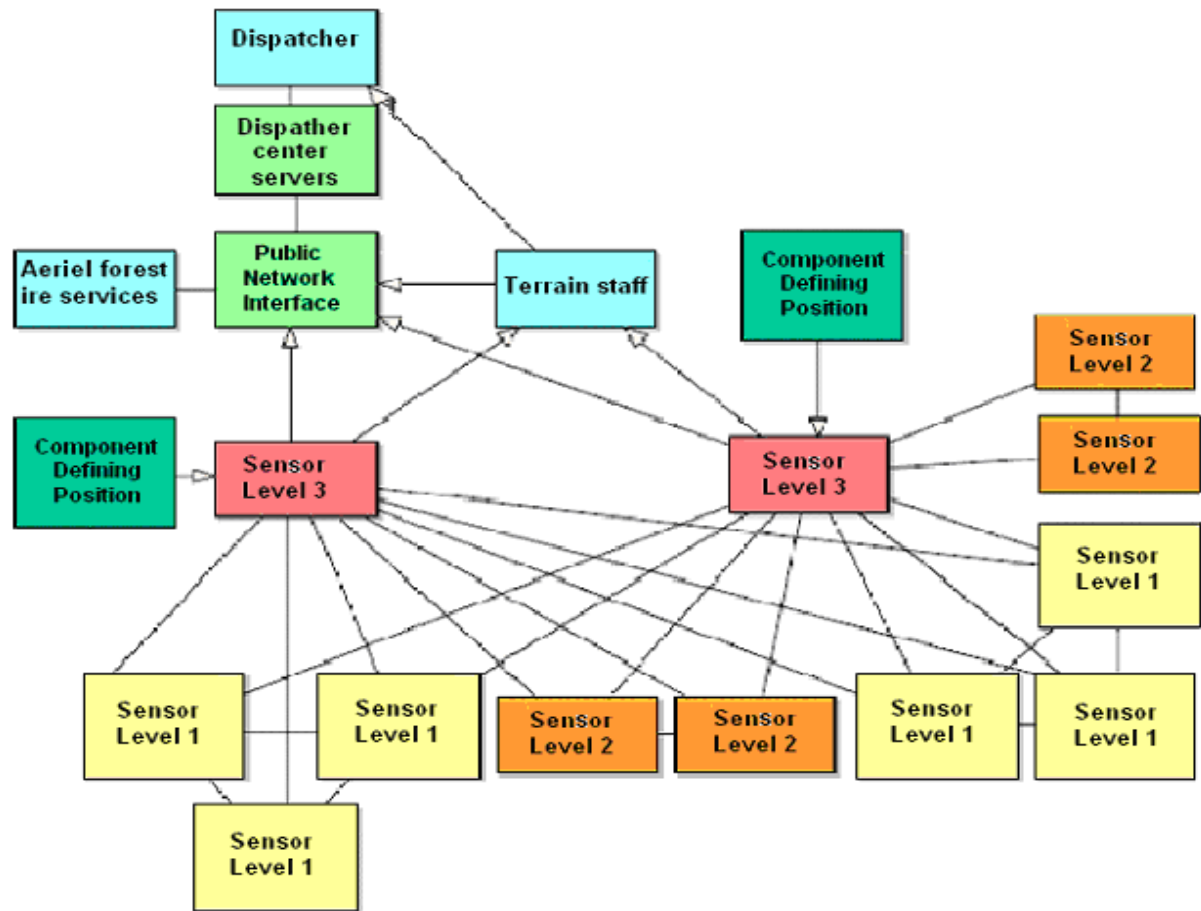
Η βασική δομή της αρχιτεκτονικής του πλαισίου παρουσιάζει αρκετές διαφορές από το πρώτο, λόγω των επιπλέον εφαρμογών που προϋποθέτει.

- Εξοπλισμός και προσωπικό προστασίας, οι οποίοι καταπολεμούν την φωτιά. (Γαλάζιο)

- Σύνδεση του συστήματος με διεθνές δίκτυο, είτε πρόκειται για GPRS, WFI, ή δορυφόρο. Συν επιπλέον δίκτυο που σχετίζεται με υπηρεσίες προστασίας από την φωτιά. (Πράσινο ανοιχτό)
- Εργαλεία εντοπισμού θέσης. Τα οποία εφαρμόζονται είτε σε έμψυχο προσωπικό είτε στους αισθητήρες επιπέδου 3. Αντίθετα με το πλαίσιο I, τα «μέλη» του συστήματος είναι μετακινούμενα οπότε κρίνεται απαραίτητη η συνεχής χρήση GPS. (Σκούρο πράσινο)
- Αισθητήρες επιπέδου 1. Πρόκειται για ένα εξειδικευμένο υποδίκτυο έξυπνων αισθητήρων σκόνης που μετράνε την θερμοκρασία και τα επίπεδα ενώσεων οξειδίων του άνθρακα. Το δίκτυο αυτό έχει μία ιδιόμορφη τοπολογία, η οποία συνεχώς αλλάζει όταν ένας από τους αισθητήρες καταστραφεί. Οι αισθητήρες υπολογίζουν την θέση τους από την θέση των βασικών σταθμών. (Λαχανί)
- Αισθητήρες επιπέδου 2. Είναι και αυτοί αισθητήρες που ανήκουν στο χαμηλό επίπεδο του συστήματος, οι οποίοι μετράνε την θερμοκρασία του εδάφους (under ground temperature). Αντίστοιχα με το υποδίκτυο των αισθητήρων επιπέδου 1 η τοπολογία του αλλάζει παρόμοια σε περίπτωση καταστροφής ενός αισθητήρα. (Πορτοκαλί)
- Αισθητήρες επιπέδου 3. Αντίστοιχοι με τους αισθητήρες επιπέδου 2 του πλαισίου I αναλαμβάνουν την συλλογή των δεδομένων από τους αισθητήρες των κατώτερων επιπέδων και την προώθηση των πληροφοριών. (Κόκκινο)

7, [ <http://www.winsoc.org/Meetings/new/WINSOC-D2%201%20v1.pdf> ]

### Πλαίσιο III: Αξιολόγηση μετά την πυρκαγιά.



Πλαίσιο III: Αξιολόγηση μετά την πυρκαγιά

Η βάση της αρχιτεκτονικής δομής του πλαισίου III.

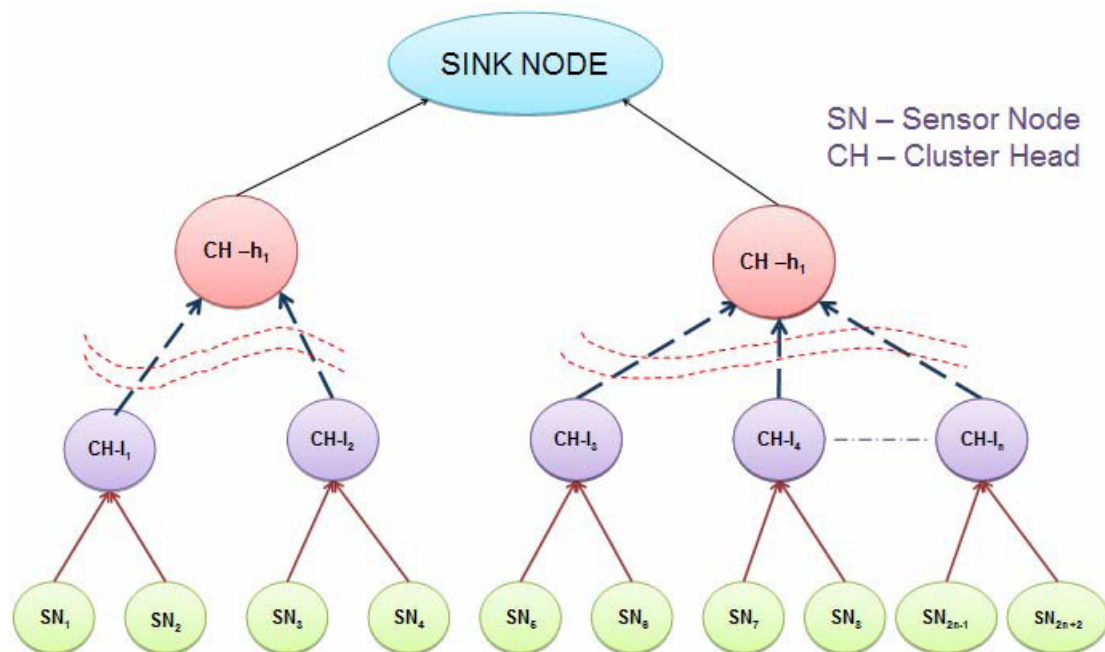
- Εξοπλισμός και προσωπικό προστασίας. (Γαλάζιο)
- Σύνδεση του συστήματος με διεθνές δίκτυο, είτε πρόκειται για GPRS, WFI, ή δορυφόρο. Συν επιπλέον δίκτυο που σχετίζεται με υπηρεσίες προστασίας από την φωτιά. (Πράσινο ανοιχτό)
- Εργαλεία εντοπισμού θέσης. Τα οποία εφαρμόζονται είτε σε έμψυχο προσωπικό είτε στους αισθητήρες επιπέδου 3. (Σκούρο πράσινο)
- Αισθητήρες επιπέδου 1. Σε αυτό σημείο συναντάμε πάλι το εξειδικευμένο σύστημα που εφαρμόζεται στο πλαίσιο II, με την διαφορά πως χρησιμοποιούνται αισθητήρες που ανιχνεύουν περισσότερες φυσικές παραμέτρους (στοιχεία καιρού, θερμοκρασία,

άνεμος, βροχοπτώσεις, σχετική υγρασία, ενώσεις οξειδίων του άνθρακα κ.α.).  
(Λαχανί)

- Αισθητήρες επιπέδου 2. Πρόκειται για αισθητήρες μέτρησης υπόγειας θερμοκρασίας που συνδέονται μεταξύ τους όπως στο προηγούμενο πλαίσιο. (Πορτοκαλί)
- Αισθητήρες επιπέδου 3. Υπεύθυνοι για την συλλογή των δεδομένων από τους αισθητήρες των κατώτερων επιπέδων 1 και 2. Επιπλέον αναλαμβάνουν την προώθηση των πληροφοριών του συστήματος. (Κόκκινο)

7, [ <http://www.winsoc.org/Meetings/new/WINSOC-D2%201%20v1.pdf> ]

#### Πλαίσιο IV : Κατολισθήσεις.



Πλαίσιο IV : Κατολισθήσεις.

Ο τρόπος λειτουργίας του πλαισίου IV περιγράφεται ως εξής.

Αρχικά υπάρχουν οι γεωμετρικοί αισθητήρες, οι οποίοι περιέχουν τα απαραίτητα εργαλεία για την συλλογή πληροφοριών του εδάφους (π.χ. γεόφωνα, γεωλογικούς επιταχυντές, όργανα απαλοιφής θορύβων, μετρητές βροχής κ.α.). Ένας ή περισσότεροι

από αυτούς τους αισθητήρες συνδέονται με ένα ασύρματο κόμβο-αισθητήρα δημιουργώντας ένα sensor column.

Έπειτα ακολουθούν τρία επίπεδα ασύρματων κόμβων, οι χαμηλού επιπέδου (sensor nodes), τα cluster heads, και ο κόμβος “νεροχύτη” (sink node ή gateway node).

Οι κόμβοι-αισθητήρες (sensor nodes) συνδέονται με τα sensor columns και μέσω ενός cluster head καταλήγουν σε συναίνεση σε σχέση με τις τιμές των παραμέτρων. Οι οποίες θα διαβιβαστούν στο cluster head. Το cluster head με την σειρά του προωθεί τα δεδομένα, χωρίς να τα επεξεργάζεται στο sink node που με την σειρά του μέσω TCP/IP (ή WFI) θα τα μεταφέρει σε τοπικό υπολογιστή για ανάλυση. Ενώ ταυτόχρονα μέσω δορυφόρου τα δεδομένα θα αποστέλλονται για πιο εξειδικευμένη ανάλυση αλλού.

8, [ [http://www.winsoc.org/Meetings/new/WINSOC-D2.2\\_version1.2.pdf](http://www.winsoc.org/Meetings/new/WINSOC-D2.2_version1.2.pdf) ]

#### **4. Description of Deliverables**

Τα παραδοτέα ακολούθησαν το αρχικό σχεδιασμό των πακέτων εργασίας (Work Packages) [6, <http://www.winsoc.org/workpackages.htm>]. Τα πακέτα εργασίας καθόρισαν και το περιεχόμενο με τον οποίο κατηγοριοποιήθηκαν τα παραδοτέα, το οποίο και περιγράφεται παραπάνω.

Έτσι έχουμε.

##### **Πακέτο Εργασιών 1            Τίτλος: Διαχείριση έργου.**

D1.1	Project Quality Plan	R	PU
D1.2	Final project report (M30)	R	PU

##### **Πακέτο Εργασιών 2            Τίτλος: Απαιτήσεις συστήματος.**

D2.1	Sensor network scenarios, services and requirements on sensor network	R	PU
D2.2	Components for sensor nodes and transducers	R	PU

##### **Πακέτο Εργασιών 3            Τίτλος: Σύστημα σχεδιασμού.**

D3.1	Intermediate report on algorithms development	R	PU
D3.2	Final report on algorithms development	R	PU

**Πακέτο Εργασιών 4**      **Τίτλος: Ανάπτυξη συστήματος και προσομοίωση.**

D4.1	Architecture of WINSOC simulators	R	PU
D4.1.1	System level simulator	P	CO
D4.1.2	Network level simulator	P	CO
D4.1.3	Node level simulator	P	CO
D4.2	Report on the analysis of modulation techniques and radio technologies	R	PU
D4.3	Report on the information extraction methodologies	R	PU
D4.4	System level network performance evaluation	R	PU
D4.5	Specifications of the sensor node prototype	R	PU

**Πακέτο Εργασιών 5**      **Τίτλος: Ανάπτυξη και επικύρωση των κόμβων-αισθητήρων.**

D5.1	Report on power supply solutions		PU
D5.2	Performance evaluation of miniature antenna technologies	R	PU
D5.3	Validation of the sensor node prototype	R	PU
D5.4	Validated sensor node prototype (hardware/firmware)	P	CO

**Πακέτο Εργασιών 6**      **Τίτλος: ολοκλήρωση υποδομής και απόδειξη του concept.**

D6.1	Pre-deployment analysis	R	PU
D6.2	Proof of concept results and recommendations	R	PU
D6.3	Small scale demonstrator for fire detection	D	CO

**Πακέτο Εργασιών 7**      **Τίτλος: Διάδοση και εκμετάλλευση**

D7.1	Dissemination and exploitation: intermediate report	R	PU
D7.2	Dissemination and exploitation: final report	R	PU
D7.3	Business Analysis	R	PU

**Πακέτο Εργασιών 8**      **Τίτλος: Επικύρωση και αξιολόγηση των επιπτώσεων**

D8.1	Validation and impact assessment: intermediate report	R	PU
D8.2	Validation and impact assessment: final report	R	PU

D8.2	Socio economic impact report	R	PU
D8.4	Performance Evaluation and Deployment Issues for Application of Sensor Networks to Landslide Management	R	PU

9, [ <http://www.winsoc.org/delivarables.htm> ]

### Επεξηγήσεις

R = Report / Αναφοράέκθεση

P = Prototype / Πρωτότυπο

D = Demonstrator / Επίδειξη

O = Other / Άλλο

PU = Public / Δημόσια

CO = Confidential / Εμπιστευτικά

## 5. Results / Findings

Επισήμως το έργο WINSOC έχει ολοκληρωθεί από τον Φεβρουάριο του 2009 [10, <http://www.winsoc.org/keyfact.htm> ], και ήδη έχει αρχίσει να εφαρμόζεται.

Ενδεικτικά παρατίθεται το παράδειγμα της εγκατάστασης της εφαρμογής του από το πανεπιστήμιο AMRILA στην αποικία Munnar της Κεράλα. Η εγκατάσταση βρίσκεται σε λειτουργία από τον Ιούνιο του 2009, και πρόκειται για ένα ασύρματο σύστημα αισθητήρων για πρόβλεψη κατολισθήσεων (Σενάριο 2<sup>ο</sup>, Πλαίσιο IV) σε μία περιοχή έντονων βροχοπτώσεων και μουσώνων.

Το σύστημα χαρακτηρίζεται ως πρωτότυπο για την περιοχή των Ινδιών και ήδη έχει δώσει σημαντικά στοιχεία για παρόμοιες καταστάσεις. Ενώ παράλληλα η λειτουργία του παρέχει την δυνατότητα σε ερευνητές σε όλο τον κόσμο να μελετήσουν τις διακυμάνσεις του σήματος και των μοντέλων της εφαρμογής σε πραγματικό χρόνο και υπό πραγματικές συνθήκες.

Το σύστημα θεωρείται ότι από τον πρώτο καιρό της λειτουργίας του έχει συμβάλει στην διάσωση και την ασφάλεια πολλών ανθρώπινων ζωών, ενώ παράλληλα διασφαλίζεται ο φυσικός πλούτος της περιοχής και η ποιότητα του



εδάφους. Μάλιστα υπάρχουν βλέψεις το σύστημα να επεκταθεί περαιτέρω τόσο γεωγραφικά όσο, και σε ότι αφορά το εύρος των δεδομένων τα οποία συλλέγονται από αυτό.

[11, <http://www.winsoc.org/newsflash.html> ]

Γενικότερα το πρόγραμμα WINSOC φαίνεται να έχει επιτύχει τους στόχους του. Οι οποίοι είχαν αρχίσει να προκαλούν εντυπώσεις και να δημιουργούν προσδοκίες, τόσο όσο αφορά στην ποιότητα των συστημάτων διαχείρισης έκτακτων περιπτώσεων και καταστάσεων ανάγκης, όσο και στο τεχνολογικό κομμάτι των ασύρματων δικτύων

[12, <http://www.vector1media.com/articles/features/2913-winsoc-project-advances-the-promise-of-wireless-sensor-networks> ]

## **6. Expected impact / Implications**

Η πλατφόρμα που ανέπτυξε το πρόγραμμα WINSOC επιτρέπει την εύκολη ανάπτυξη και διαχείριση αυτό-οργανόμενων δικτύων αισθητήρων που σκοπό έχουν να λαμβάνουν και να επεξεργάζονται σχετικές πληροφορίες με την παρακολούθηση και την επιτήρηση περιοχών.

Μια τέτοια πλατφόρμα, ως εκ τούτου, θα προωθήσει την αξιοποίηση των αισθητήρων για την κάλυψη της συνεχώς αυξανόμενης ζήτησης για σύνθετα συστήματα. Ζήτηση παράλληλα αυξανόμενη με την ανάγκη πιο ασφαλών, πιο σίγουρων και περισσότερο αυτοματοποιημένων συστημάτων.

Η WINSOC, ως εκ τούτου, θα παρέχει τον ιδανικό συνδυασμό ανάμεσα στην ζήτηση των χρηστών για πολύπλοκα συστήματα παρακολούθησης και την τάση για μείωση του κόστους τόσο των αισθητήρων και όσο και των ασύρματων συσκευών. Γεγονός πολύ σημαντικό δεδομένου ότι πρόκειται για κάλυψη περιοχών δύσκολων στην προσέγγιση και μεγάλων σε έκταση.

Έτσι μέσα από τη χρήση των δικτύων αισθητήρων, στην πραγματικότητα, δημιουργείται η δυνατότητα για ένα μικρού κόστους και ταυτόχρονα αξιόπιστου συστήματος που θα επιτρέπει την διαχείριση κρίσιμων περιβαλλοντικών κινδύνων, όπως αυτούς των δασικών πυρκαγιών και των κατολισθήσεων. Η εφαρμογή

ενός τέτοιου δικτύου αυξάνει αυτόματα το βαθμό ασφάλειας έναντι σε φυσικές καταστροφές.

[5, <http://www.winsoc.org/pdf/Winsoc-Fact%20Sheet.pdf> ]

## 7. **Future Research**

Τα αποτελέσματα του έργου, καθώς και όλα τα συμπεράσματα και η γνώση που αναπτύχθηκε κατά την διάρκεια του προγράμματος WINSOC κρίνονται ιδιαίτερα χρήσιμα για το μέλλον. Όπως χαρακτηριστικά αναφέρθηκε ήδη η οπτική του WINSOC απέναντι στα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων δημιούργησε από πολύ νωρίς αυξημένες προσδοκίες [12, <http://www.vectorlmedia.com/articles/features/2913-winsoc-project-advances-the-promise-of-wireless-sensor-networks>].

Παρόλο που ουσιαστικά το πρόγραμμα έχει εκπονηθεί και δεν προβλέπονται περαιτέρω αναπτύξεις, υπάρχουν ενδείξεις πάνω στις οποίες μπορεί κανείς να υποθέσει την συνέχεια του όλου εγχειρήματος. Στις περιγραφές της εφαρμογής του Σεναρίου 2 από το πανεπιστήμιο AMRITA στην περιοχή Κεράλα, [11, <http://www.winsoc.org/newsflash.html>], διαφαίνονται προοπτικές για μύξη των τεσσάρων πλαισίων μεταξύ τους και προσθήκη άλλων περιπτώσεων. Χαρακτηριστικά αναφέρονται σκέψεις για τροποποίηση του συστήματος για ανίχνευση διαρροών φυσικού αερίου, χιονοστιβάδων και μεγάλης έκτασης πυρκαγιών.

Πέρα όμως από το σχέδιο WINSOC έχει ανοιχτεί ένα νέος δρόμος για τα ασύρματα δίκτυα. Ένας δρόμος πάνω στην καινοτόμα μεθοδολογία που εισήγαγε το πρόγραμμα, που αναφέρεται στον διαχωρισμό του δικτύου σε δύο επίπεδα, και στην ικανότητα προσαρμογής του σε περιπτώσεις καταστροφών ορισμένων κόμβων.

Ικανοποιώντας αυτές τις προσδοκίες ανοίγονται δρόμοι για πολλές τεχνικές και επιστημονικές επιπτώσεις στην έρευνα και την ανάπτυξη ετερογενών πεδίων της επιστήμης.

Αξιοσημείωτο είναι δε το γεγονός ότι το πρόγραμμα WINSOC έρχεται αντιμέτωπο με το ζήτημα μιας παγκόσμιας παρακολούθησης πέρα των τοπικών περιοχών, και αναμφίβολα θα οδηγήσει και σε αυτή την κατεύθυνση.

5, [ <http://www.winsoc.org/pdf/Winsoc-Fact%20Sheet.pdf> ]

## 8. References

Για την εκπόνηση του όλου έργου χρησιμοποιήθηκαν πολλές αναφορές σε έρευνες και παρόμοια έργα, πάνω στις οποίες οι συμμετέχοντες βασίστηκαν για την ολοκλήρωση της έργου.

Στην επίσημη ιστοσελίδα του έργου [ <http://www.winsoc.org/index.php> ] αναρτώνται οι παρακάτω αναφορές σε επιστημονικά άρθρα και δημοσιεύσεις.

**1**

S. Barbarossa, “Self-Organizing Sensor Networks with Information Propagation Based on Mutual Coupling of Dynamical Systems”, International Workshop on Wireless Ad Hoc Networks, IWVAN 2005, London, May 2005.

**2**

S. Barbarossa, F. Celano, “Self-Organizing Sensor Networks Designed as a Population of Mutually Coupled Oscillators”, IEEE Workshop on Signal Processing Advances in Wireless Communications, SPAWC 2005, New York, June 2005.

**3**

Edgar H. Callaway “Wireless Sensor Networks: Architectures and Protocols”, CRC Press, 2004.

**4**

Feng Zhao, Leonidas Guibas, “Wireless Sensor Networks : An Information Processing Approach”, Elsevier Inc. 2004.

**5**

S. Sitharama Iyengar, Richard R. Brooks, “Distributed Sensor Networks”, Chapman & Hall/CRC, 2005.

**6**

Y. Zhu, K. Sundaresan and R. Sivakumar, “Practical Limits on Achievable Energy Improvements and Useable Delay Tolerance in Correlation Aware Data Gathering in Wireless Sensor Networks”, IEEE Communications Society Conference on Sensor and Ad Hoc Communications and Networks (SECON), Santa Clara, California, USA, September 2005.

[13, <http://www.winsoc.org/reference.htm> ]

Επιπλέον σύμφωνα με το παραδοτέο D2.1 “Sensor network scenarios, services and requirements on sensor network”[7, <http://www.winsoc.org/Meetings/new/WINSOC-D2%201%20v1.pdf>] ρήσιμες πληροφορίες ελήφθησαν από open source υλικό σχετικών έργων.

Περισσότερο αναλυτικά και κατηγοροποιημένα:

**Έργα που συνδέονται άμεσα με αισθητήρες στο πλαίσιο των ICT για το περιβάλλον.**

- i) Sany , [www.sany-ip.eu](http://www.sany-ip.eu)
- ii) OSIRIS , [www.ist-osiris.org](http://www.ist-osiris.org)
- iii) DYVINE , [www.dyvine.eu](http://www.dyvine.eu)

**Διαχείριση καταστάσεων έκτακτης ανάγκης και ICT σχεδίων.**

- i) ORCHESTRA , [www.eu-orchestra.org](http://www.eu-orchestra.org)
- ii) WIN , [www.win.eu.org](http://www.win.eu.org)
- iii) OASIS , [www.oasis-fp6.org](http://www.oasis-fp6.org)
- iv) OSIRIS , [www.ist-osiris.org](http://www.ist-osiris.org)

**Σχέδια για ασύρματη επικοινωνία υποδομές ανάπτυξης.**

- i) WISECOM , [www.wisecom-fp6.eu](http://www.wisecom-fp6.eu)
- ii) WIDENS , [www.widens.org](http://www.widens.org).

**Σχέδια για τη διαχείριση κινδύνου και κινδύνου δασικών πυρκαγιών.**

- i) APMONIA , [www.armoniaproject.net](http://www.armoniaproject.net)
- ii) EU-FIRELAB , [www.eufirelab.org](http://www.eufirelab.org)

**Άλλα σχετικά σχέδια και πρωτοβουλίες**

- i) Firebug σύστημα , [www.firebug.sourceforge.net](http://www.firebug.sourceforge.net)

## 9. Βιβλιογραφία

Για την δημιουργία της εργασίας χρησιμοποιήθηκαν πληροφορίες από τα εξής link.

- 1, [ <http://www.winsoc.org/index.php> ]
- 2, [ <http://www.winsoc.org/summary.htm> ]
- 3, [ <http://www.winsoc.org/homeDetails.htm> ]
- 4, [ <http://www.winsoc.org/objectives.htm> ]
- 5, [ <http://www.winsoc.org/pdf/Winsoc-Fact%20Sheet.pdf> ]
- 6, [ <http://www.winsoc.org/workpackages.htm> ]
- 7, [ <http://www.winsoc.org/Meetings/new/WINSOC-D2%201%20v1.pdf> ]
- 8, [ [http://www.winsoc.org/Meetings/new/WINSOC-D2.2\\_version1.2.pdf](http://www.winsoc.org/Meetings/new/WINSOC-D2.2_version1.2.pdf) ]
- 9, [ <http://www.winsoc.org/delivarables.htm> ]
- 10, [ <http://www.winsoc.org/keyfact.htm> ]
- 11, [ <http://www.winsoc.org/newsflash.html> ]
- 12, [ <http://www.vector1media.com/articles/features/2913-winsoc-project-advances-the-promise-of-wireless-sensor-networks> ]
- 13, [ <http://www.winsoc.org/reference.htm> ]

Κύρια πηγή πληροφοριών της εργασία ήταν η επίσημη ιστοσελίδα της WINSOC [ <http://www.winsoc.org/index.php> ]. Για την κατανόηση του έργου ήταν απαραίτητη η ανάγνωση και η μελέτη του συνόλου των πληροφοριών που περιέχονται σε αυτή, καθώς και ενός μακρού κατάλογου δημοσιεύσεων που περιέχει [ <http://www.winsoc.org/dissemination.htm> ]. Ο κατάλογος αυτός κατά βάση περιέχει εκθέσεις και δημοσιευμένα άρθρα μελών του έργου σχετικά με αυτό. Ωστόσο δεν γίνεται αναφορά σε κάποιο από αυτά, γιατί περιείχαν κομμάτια του έργου ιδιαίτερα εξειδικευμένα και που δεν αναφέρονταν σε όσα περιλήφθηκαν στην εργασία.