

Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
ΔΠΜΣ Πληροφοριακά Συστήματα
Μάθημα: Δίκτυα Υπολογιστών
Καθηγητής Α.Α. Οικονομίδης

University of Macedonia
Master in Information Systems
Course: Computer Networks
Professor A.A. Economides



Πραγματικές περιπτώσεις δικτύων αισθητήρων για τη δημόσια ασφάλεια, την διαχείριση έκτακτων αναγκών και τη διαχείριση καταστροφών.

Real cases of Sensor Networks for Public Safety, Emergency Response & Disaster Management.



Αλεξιάδου Ευαγγελία (mis18009)

Παρασκευά Μαρία (mis18007)

Θεσσαλονίκη, 2018

Περιεχόμενα

1. Περίληψη.....	σελ.3
2. Παρουσίαση θέματος.....	σελ.4
3. Πραγματικές Περιπτώσεις Χρήσης Ασύρματων Δικτύων Αισθητήρων.....	σελ.5
3.1. Σύστημα παρακολούθησης για την πρόληψη των πλημμυρών και για τη διαχείριση τους σε ποταμούς της Κολομβίας.....	σελ.5
3.2. Παρακολούθηση της κατάστασης του ποταμού και πρόληψη δασικών πυρκαγιών στην περιοχή La Garrotxa της Ισπανίας από τη Libelium.....	σελ.7
3.3. Μελέτη και πρόταση συστήματος για την άμεση αντιμετώπιση πυρκαγιών στην Τανζανία.....	σελ.8
3.4. Σύστημα παρακολούθησης και πρόβλεψης εκρήξεων στο ηφαίστειο Masaya της Νικαράγουα.....	σελ.10
3.5. Σύστημα παρακολούθησης χρήσης πυροβόλων όπλων με αισθητήρες Yardarm σε πραγματικό χρόνο	σελ.12
3.6. Παρακολούθηση καιρικών φαινομένων στην Ελλάδα από το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών.....	σελ.14
3.7. Παρακολούθηση καιρικών φαινομένων στην περιοχή Fulton της Georgia.....	σελ.16
3.8. Μελλοντική Εφαρμογή ασύρματων αισθητήρων για την Σεισμική ειδοποίηση και διαχείριση στις σεισμόπληκτες περιοχές	σελ.16
4. Σύγκριση περιπτώσεων.....	σελ.20
5. Συμπεράσματα και προτάσεις για μελλοντική έρευνα.....	σελ.22
6. Πίνακας Εικόνων.....	σελ.23
7. Βιβλιογραφία.....	σελ.24

1.Περίληψη

Καθημερινά πλέον ακούμε για τις υλικές καταστροφές αλλά και τον κίνδυνο στον οποίο εκτίθεται η ανθρώπινη ζωή μετά από κάποιον σεισμό , από μία έκρηξη ηφαιστείου , από ακραία καιρικά φαινόμενα , από πλημμύρες και φωτιές . Οι συνθήκες αυτές , οι οποίες έχουν ήδη στοιχίσει ανθρώπινες ζωές και τεράστιες υλικές και φυσικές καταστροφές , είναι η αιτία για την οποία παρατηρήθηκε τα τελευταία χρόνια μία ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας των ασύρματων δικτύων αισθητήρων (WSN) με εφαρμογή στον τομέα της δημόσιας ασφάλειας, της διαχείρισης έκτακτης ανάγκης και της διαχείρισης καταστροφών . Στο πλαίσιο αυτής της εργασίας παρουσιάζονται κάποιες πραγματικές περιπτώσεις εφαρμογής ασύρματων δικτύων αισθητήρων (WSN) καθώς επίσης και κάποιες διερευνητικές μελέτες ιδίων δικτύων για χρήση στο ευρύτερο μέλλον. Επιπλέον γίνεται μία σύγκριση αυτών ως προς τα χαρακτηριστικά τους και την λειτουργία τους. Στο τέλος ακολουθούν τα συμπεράσματα με τις προτάσεις για μελλοντική εφαρμογή.

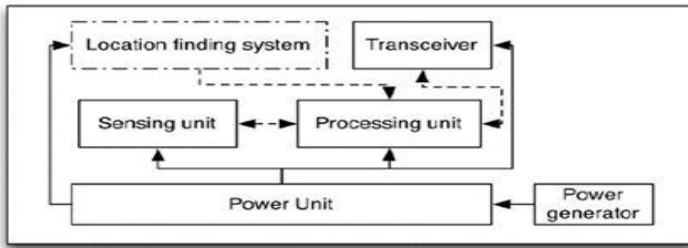
1.Abstract

Nowadays, we are dealing with physical disasters and other dangerous situations that threaten human life, such as earthquakes, volcano explosions, numerous extreme weather conditions, floods and fires. These conditions are responsible for many human loses and huge material disasters. For that reason, we observe the last years the rapid development of wireless system networks implemented in public safety, emergency response and disaster management. Under this research it is represented some real time cases of wireless sensor networks implementations as well as some case studies for future usage. Also there is a comparison between them taking into account their characteristics and their operation. Finally all the conclusions are presented and there are some suggestions for future implementation.

2. Παρουσίαση θέματος

Η ανάπτυξη των ασύρματων δικτύων αισθητήρων (Wireless Sensor Networks ή WSN) ξεκίνησε λόγω στρατιωτικού ενδιαφέροντος, με μελέτη για εφαρμογές όπως η παρακολούθηση πεδίων μάχης. Σήμερα όμως τα WSN χρησιμοποιούνται σε πολλούς και διαφορετικούς κλάδους, με εφαρμογές στη βιομηχανία, στην υγεία και σε πολλούς ακόμη (Devasena & Sowmya, 2015). Στη συγκεκριμένη εργασία θα ασχοληθούμε με την εφαρμογή τους στη δημόσια ασφάλεια, στη διαχείριση έκτακτης ανάγκης και στη διαχείριση καταστροφών.

Οι φυσικές καταστροφές αυξάνονται όλο και περισσότερο τα τελευταία χρόνια εξαιτίας της υπερθέρμανσης του πλανήτη και των περιβαλλοντικών καταστροφών. Ο αριθμός των θυμάτων και των υλικών ζημιών αυξάνεται συνέχεια από τις πλημμύρες, τις πυρκαγιές, τα έντονα καιρικά φαινόμενα, τους σεισμούς και τις εκρήξεις ηφαιστειών. Η κατάσταση αυτή είναι αισθητά πιο σοβαρή στις αναπτυσσόμενες χώρες, όπου οι τεχνολογίες προστασίας είναι είτε πρακτικά είτε οικονομικά μη εφαρμόσιμες. Για αυτό τον λόγο οι ερευνητές προσπαθούν να αντιμετωπίσουν παγκοσμίως το πρόβλημα αυτό, με την χρήση της τεχνολογίας ασύρματων αισθητήρων (WSN) για περισσότερο από μία δεκαετία. Τα φαινόμενα αυτά παρακολουθούνται στενά με σκοπό την πρόβλεψη τους αλλά και την προστασία μας από αυτά, αυξάνοντας την ποικιλία των τύπων αισθητήρων που χρησιμοποιούνται. Παρατηρούμε αισθητήρες για καταγραφή θερμοκρασίας, πίεσης, συγκέντρωσης χημικών ουσιών ακόμα και για τον εντοπισμό και την κατεύθυνση κίνησης. Με έναυσμα το τελευταίο είδος αισθητήρα αξίζει να σημειωθεί ότι η τεχνολογία των WSN έχει φτάσει μέχρι και στα πυροβόλα όπλα, εξυπηρετώντας όχι μόνο την αστυνομία και τον στρατό αλλά και ιδιωτικές εταιρείες ασφάλισης κτιρίων. Παρακολουθώντας καθημερινά την παγκόσμια ειδησεογραφία, θα δει κανείς εγκλήματα και φόνους οι οποίοι πράττονται με όπλα, που θα μπορούσαν είτε να είχαν αποφευχθεί είτε να είχαν εξιχνιαστεί νωρίτερα. Εκεί έρχεται να βοηθήσει το Internet of Things (IOT) (Dan Chen, Zhixin Liu, Lizhe Wang, Minggang Dou, Jingying Chen, Hui Li, 2013). Όλα αυτά κάνουν άκρως επιθυμητά τα WSN για τον έλεγχο των καταστροφών με μία ευρεία έννοια ειδικά λαμβάνοντας υπόψιν πλεονεκτήματα όπως το χαμηλό κόστος αισθητήρων σε κάποιους από αυτούς, την γρήγορη ανταπόκριση και ευελιξία αυτών.



Εικόνα 1:Τμήματα αισθητήρα

Γενικότερα, οι περισσότεροι αισθητήρες αποτελούνται από τα εξής μέρη : το τμήμα ανίχνευσης, την μονάδα επεξεργασίας, την μονάδα μετάδοσης, την μονάδα ισχύος , το παγκόσμιο σύστημα στιγματοθέτησης (Global Positioning System-GPS), την γεννήτρια ισχύος και διάφορα άλλα μέρη (ή όχι) τα οποία καθορίζονται από την ιδιαιτερότητα του περιβάλλοντος και από τις πληροφορίες που θέλουμε να συλλέξουμε. Αυτά τα μέρη διαφοροποιούνται βέβαια αναλόγως την περίπτωση. Τα πιο συνηθισμένα και διαδεδομένα λειτουργικά συστήματα των δικτύων ασύρματων αισθητήρων (WSN) που χρησιμοποιούνται είναι TinyOS και Contiki.

3.Ανάλυση θέματος

3.1.Σύστημα παρακολούθησης για την πρόληψη των πλημμυρών και για τη διαχείριση τους σε ποταμούς της Κολομβίας .

Στις μέρες μας, όλο και περισσότεροι άνθρωποι και περιουσίες κινδυνεύουν από το φαινόμενο της πλημμύρας. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το Salgar στη Βορειοδυτική Κολομβία, στο οποίο στις 18 Μαΐου 2015 μετά από κατολίσθηση που σημειώθηκε εξαιτίας της καταρρακτώδους βροχής και εν συνεχεία της υπερχειλίσης του ποταμού La Liboriana σκοτώθηκαν 83 άτομα και όλες οι γύρω κοινότητες καταστράφηκαν ολοσχερώς. Με ένασμα το γεγονός αυτό η Διεθνής Ενότητα Διαχείρισης Κινδύνου Καταστροφών (η ονομαζόμενη στα ισπανικά Unidad Nacional para la Gestión de Riesgos de Desastres (UNGRD)), απευθύνθηκε στην κολομβιανή εταιρεία Federmán Comunicaciones, για να αναλάβει την εγκατάσταση συστήματος παρακολούθησης στην περιοχή των ποταμών La Liboriana, La Clara και Barroso με σκοπό να αποτρέψει καταστροφές όπως στο Salgar.



Εικόνα 2:Εγκατάσταση ηλιακών αισθητήρων Plug&Sense

Η εταιρεία, χρησιμοποιώντας την τεχνολογία της Libelium ξεκίνησε την εγκατάσταση αισθητήρων παρακολούθησης του επιπέδου νερού στους άνω ποταμούς αλλά

και της ατμοσφαιρικής θερμοκρασίας. Πέντε ηλιακοί αυτόνομοι τροφοδοτούμενοι αισθητήρες Wasmote Plug & Sense !Smart Cities τοποθετήθηκαν με σκοπό να συνδυάζουν τις πληροφορίες σχετικά με την θερμοκρασία του αέρα και του επιπέδου του νερού που αντλούνται εξαιτίας του αισθητήρα ultrasound (Ultrasound sensor probe (MaxSonar® from MaxBotix™).

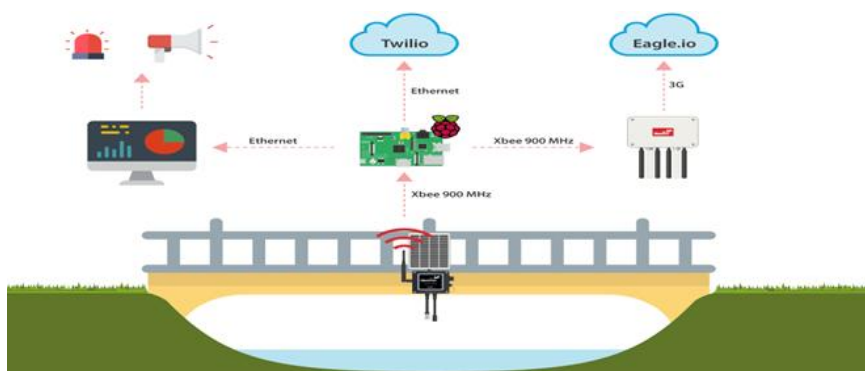


Εικόνα 3:Ultrasound sensor probe



Εικόνα 4:Ηλιακοί αυτόνομοι τροφοδοτούμενοι αισθητήρες Plug & Sense

Η διαμόρφωση του εδάφους της περιοχής, η οποία ήταν λοφώδης και δύσκολη για την εγκατάσταση και συντήρηση αισθητήρων, αλλά και η 3G κάλυψη της η οποία καθιστούσε ανέφικτη την συνεχή μετάδοση δεδομένων ανάμεσα στους αισθητήρες, κάτι το οποίο ήταν απαραίτητο, οδήγησε την εταιρεία στην δημιουργία ενός συστήματος αναμεταδοτών και πρωτοκόλλων επικοινωνίας. Έτσι δημιουργήθηκε ένα δίκτυο πλέγματος Xbee900 MHz, στο οποίο οι αισθητήρες της Libelium Wasmote Plug&Sense! μπορούν να στείλουν πληροφορίες μεταξύ τους και εν συνεχεία να φτάνουν στο κέντρο ελέγχου στο Salgar.



Εικόνα 5:Τρόπος Λειτουργίας Συστήματος Παρακολούθησης

Παρατηρώντας το άνω σχεδιάγραμμα, βλέπουμε τον τρόπο λειτουργίας του συστήματος. Οι αισθητήρες μεταδίδουν τα δεδομένα σε μία μονάδα Raspberry Pi 3B. Τα δεδομένα αυτά αποθηκεύονται και επεξεργάζονται τοπικά από το κέντρο ελέγχου στο Salgar. Παράλληλα δεδομένα στέλνονται με SMS στους υπεύθυνους, μέσω της cloud πλατφόρμας

Twilio, στην οποία έχει πρόσβαση η Raspberry. Τέλος, οι πληροφορίες στέλνονται και αποθηκεύονται και σε μία δεύτερη cloud πλατφόρμα την Eagle.io μέσω της Meshlium πύλης, για τα άτομα εκείνα τα οποία δεν είναι υπεύθυνα για την λήψη κάποιων αποφάσεων αλλά πρέπει να γνωρίζουν την κατάσταση της περιοχής. Να σημειωθεί ότι στο άνω πρόγραμμα υπάρχει η δυνατότητα και πιθανότητα διεύρυνσης του με επιπλέον αισθητήρες (libelium.com,2018).

3.2. Παρακολούθηση της κατάστασης του ποταμού και πρόληψη δασικών πυρκαγιών στην περιοχή La Garrotxa της Ισπανίας από τη Libelium

Το συγκεκριμένο έργο τέθηκε σε εφαρμογή από την startup εταιρεία Opticits με έδρα την Βαρκελώνη, η οποία σε συνεργασία με την Sigma, μια δημόσια εταιρία υπεύθυνη για το περιβάλλον, δημιούργησαν μια City Resilience Management πλατφόρμα (“Urban Resilience in the Smart City: River Flood and Forest Fire Early Detection”, 2015). Ως δοκιμαστική περιοχή για την εφαρμογή της εν λόγω πλατφόρμας χρησιμοποιήθηκε η La Garrotxa, μια πόλη της Καταλονίας η οποία ανήκει στην επαρχία της Ζιρόνα. Ενσωματώθηκαν 35 Wasmote Plug&Sense! αισθητήρες καθώς και οι Meshlium πύλες της Libelium, που δίνουν πληροφορίες για τρεις διαφορετικές εφαρμογές: πρόληψη δασικών πυρκαγιών, παρακολούθηση του ποταμού και έλεγχο του περιβάλλοντος. Στη συνέχεια θα δούμε πως λειτουργούν οι πρώτες δυο.

Στην περίπτωση των δασικών πυρκαγιών, οι Wasmote Plug&Sense! Smart Environment μετρούν τέσσερις διαφορετικές παραμέτρους ώστε να ανιχνεύσουν και να προλάβουν τις πυρκαγιές. Αυτές είναι η θερμοκρασία, η υγρασία, το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) και το μονοξείδιο του άνθρακα (CO). Οι συγκεκριμένοι αισθητήρες τοποθετούνται στα δέντρα και στις οροφές κτιρίων. Οι ίδιοι αισθητήρες έχουν χρησιμοποιηθεί και στο παρελθόν για πρόληψη δασικών πυρκαγιών, σε μια περιοχή της βόρειας Ισπανίας, μεταξύ των περιοχών των Αστουριών και της Γαλικίας (“Detecting Forest Fires using Wireless Sensor Networks”, 2010). Τροφοδοτούνται από επαναφορτιζόμενες μπαταρίες και ηλιακά πάνελ, ώστε να υπάρχει αυτονομία, και επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω Wi-Fi.



Εικόνα 6: Αισθητήρας για ανίχνευση πυρκαγιάς τοποθετημένος σε δέντρο

Στην δεύτερη περίπτωση, αυτή του ποταμού Riera de Riudaura, οι Waspmote Plug&Sense! Smart Metering περιλαμβάνουν αισθητήρες που λειτουργούν με υπερήχους οι οποίοι δίνουν πληροφορίες για την ανίχνευση της ροής του νερού καθώς και την μέτρηση αποστάσεων.



Εικόνα 7:Λεπτομέρειες της τοποθέτησης των αισθητήρων για το ποτάμι στην περιοχή La Garrotxa,Ισπανία

Στο έργο χρησιμοποιούνται οχτώ Meshlium πύλες που τοποθετούνται σε εξωτερικούς χώρους στην συγκεκριμένη περιοχή, ώστε να εξασφαλιστεί η μεγάλης εμβέλειας μετάδοση των δεδομένων στο Cloud, καθώς και αρκετές εξωτερικές κεραιές Wi-Fi για να ενισχυθεί η κάλυψη του Wi-Fi. Οι Meshlium είναι Linux routers που λειτουργούν ως multiprotocol πύλες για τη σύνδεση των αισθητήρων στο cloud. Τα δεδομένα αυτά ενσωματώνονται και αναλύονται στην πλατφόρμα HAZUR της Opticit, η οποία μέσω των δεικτών (KPI) που προσφέρει και του software dashboard της δίνει τη δυνατότητα στους διαχειριστές να έχουν τον έλεγχο των διάφορων καταστάσεων που προκύπτουν στην περιοχή (libelium.com,2018).

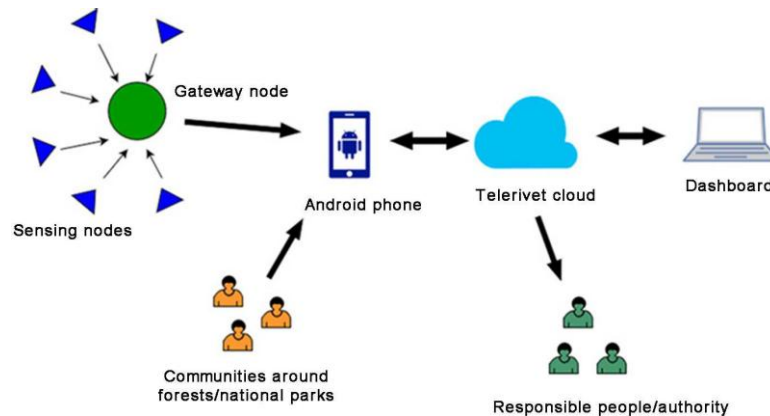


Εικόνα 8:Το interface του χρήστη στην πλατφόρμα HAZUR της Opticit

3.3.Μελέτη και πρόταση συστήματος για την άμεση αντιμετώπιση πυρκαγιών στην Τανζανία

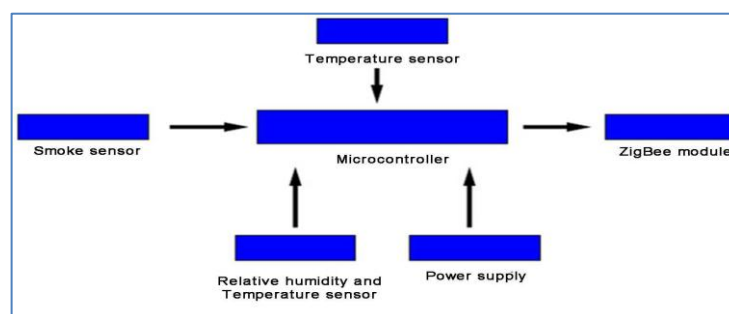
Η Τανζανία, όπως και πολλές άλλες χώρες, πλήττεται από δασικές πυρκαγιές οι οποίες κάθε χρόνο έχουν καταστροφικές συνέπειες. Σύμφωνα με μελέτη που έγινε το 2012 χάνονται περίπου 11 εκτάρια δασικών περιοχών κάθε χρόνο. Επιπλέον το διάστημα 2000-

2012 ανιχνεύτηκαν μέσω δορυφόρου περίπου 900.000 περιπτώσεις πυρκαγιάς. Έχουν γίνει διάφορες μελέτες προκειμένου να δημιουργηθούν συστήματα που βασίζονται σε ασύρματους sensors και ανιχνεύουν άμεσα τις δασικές πυρκαγιές. Θα δούμε την πρόταση των Albert S. Lutakamale και Shubi Kaijage (2017).



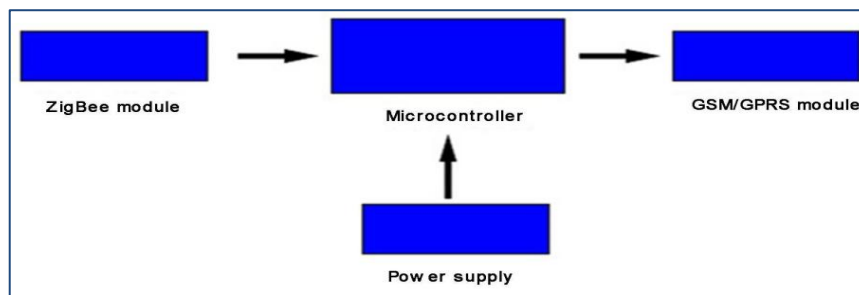
Εικόνα 9:Μια απεικόνιση της λειτουργίας του συστήματος

Το σύστημα αποτελείται από τρία μέρη: sensing node, gateway node και το κέντρο ελέγχου. Το πρώτο κομμάτι αποτελείται από αισθητήρες για τις παραμέτρους της πυρκαγιάς (δηλαδή θερμοκρασίας, υγρασίας και καπνού), τεχνολογία ZigBee (XBee series 2 της Digi International) για την ασύρματη μετάδοση των δεδομένων, ένα microcontroller (Arduino Uno της Digi International) το οποίο τα συντονίζει καθώς και μια πηγή ηλεκτρικού ρεύματος. Όλα τα κομμάτια επιλέχθηκαν λόγω της χαμηλής κατανάλωσης ρεύματος, της συμβατότητάς τους και του χαμηλού κόστους τους.



Εικόνα 10:Block diagram του Sensing Node

Το gateway node αποτελείται από ένα microcontroller, τεχνολογία zigbee μέσω της οποίας λαμβάνονται ασύρματα ειδοποιήσεις από τους sensors, GSM/GPRS shield για να στέλνονται ειδοποιήσεις για πυρκαγιά στο κέντρο ελέγχου και μια παροχή ηλεκτρικού ρεύματος. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν όσα gateway nodes χρειάζεται για να καλυφθεί η περιοχή. Κάθε ένα μπορεί να συντονίζει 10 sensor nodes.



Εικόνα 11: Block diagram του Gateway Node:

Το κέντρο ελέγχου, που είναι το τελευταίο κομμάτι, χρησιμοποιεί τη Telerivet Messaging πλατφόρμα, η οποία παρέχει μια εφαρμογή όπου κάθε Android κινητό τηλέφωνο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μια πύλη για SMS χαμηλού κόστους, κάτι που επιτρέπει τη λειτουργία του συστήματος χωρίς το κόστος κινητής τηλεφωνίας. Για να λειτουργήσει το σύστημα χρειάζεται ένα Android κινητό τηλέφωνο, το οποίο δέχεται και ανεβάζει τα μηνύματα στους cloud servers της Telerivet, και ένα λάπτοπ στο οποίο γράφονται οι εντολές ελέγχου των εισερχόμενων μηνυμάτων. Το Android κινητό τηλέφωνο μπορεί να είναι τοποθετημένο σε οποιοδήποτε σημείο μακριά από τις δασικές εκτάσεις, ώστε να υπάρχει σύνδεση στο internet για τη μεταφορά των δεδομένων στο cloud.

Ο τρόπος που λειτουργεί εξηγείται παρακάτω. Τα δεδομένα των αισθητήρων μεταφέρονται μέσω ZigBee στο gateway node. Σε κάθε gateway αντιστοιχεί ένας αριθμός κινητού τηλεφώνου. Τα gateways στέλνουν SMS στο κέντρο ελέγχου μόλις οι sensors ανιχνεύσουν φωτιά. Στο κείμενο των SMS προστίθεται και η πληροφορία της τοποθεσίας της φωτιάς μέσω κώδικα που υπάρχει στα gateways (και όχι μέσω GPS ώστε να διατηρείται το κόστος σε χαμηλά επίπεδα). Αντίστοιχα και οι κάτοικοι της περιοχής μπορούν να στείλουν SMS μέσω του κινητού τους όταν αντιληφθούν κάποια πυρκαγιά. Στη συνέχεια το κέντρο ελέγχου, αφού επιβεβαιώσει ότι υπάρχει ο αριθμός του αποστολέα στη βάση δεδομένων του και ότι στο κείμενο υπάρχουν οι απαραίτητες λέξεις κλειδιά, στέλνει ειδοποίηση στην αρμόδια αρχή. Σε περίπτωση που ο αριθμός δεν υπάρχει στη βάση δεδομένων του, ειδοποιεί τον αποστολέα να επικοινωνήσει μέσω του σωστού αριθμού. Η τελευταία διαδικασία γίνεται αυτόματα χωρίς την παρουσία ανθρώπων, ώστε να μειωθεί ο χρόνος απόκρισης.

3.4.Σύστημα παρακολούθησης και πρόβλεψης εκρήξεων στο ηφαίστειο Masaya της Νικαράγουα .

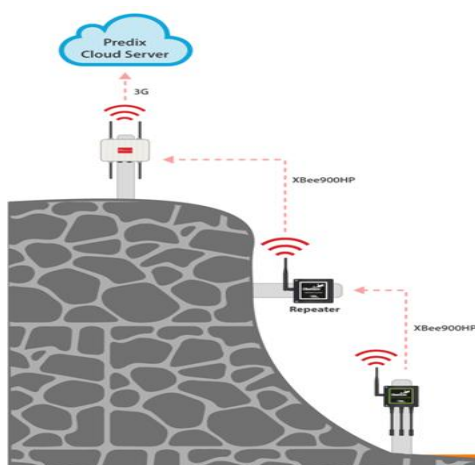
Η εταιρεία Qwake, με σκηνοθέτη και ερευνητή τον διάσημο Sam Cossman, εμπιστεύτηκε την τελευταία τεχνολογία αισθητήρων της Libelium και με την βοήθεια της

Νικαραγουανής Κυβέρνησης και της General Electric (GE), προχώρησε στην ανάπτυξη ενός συστήματος παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο του πιο επικίνδυνου ηφαιστείου της Λατινικής Αμερικής, το Masaya. Οι αποστολές πραγματοποιήθηκαν τον Ιούλιο και Αύγουστο του 2016 με την ομάδα να θέλει να εγκαταστήσει ένα σύστημα συλλογής, μετάδοσης και αποθήκευσης δεδομένων από το ηφαίστειο σε πραγματικό χρόνο.



Εικόνα 12: Η αποστολή με όλους τους αισθητήρες που χρησιμοποιήθηκαν στο ηφαίστειο Masaya

Έτσι τοποθετώντας ένα zip-line στον κρατήρα Santiago, κατάφεραν να εγκαταστήσουν πλατφόρμα αισθητήρων Waspnote δίπλα σε αυτόν, παίρνοντας πληροφορίες κατευθείαν από το πιο επικίνδυνο σημείο του ηφαιστείου. Οι πλατφόρμες που χρησιμοποιήθηκαν είναι: η Waspnote Plug & Sense! Smart Environment PRO και σαν αναμεταδότης πληροφοριών η Waspnote Plug&Sense! Ambient Control. Συνολικά τοποθετήθηκαν περίπου 80 αισθητήρες κατάλληλα προστατευμένοι και στεγανοποιημένοι ώστε να αντέχουν τις πολύ υψηλές θερμοκρασίες που αναπτύσσονται εντός του κρατήρα , με σκοπό την συλλογή πληροφοριών για την θερμοκρασία , την πίεση, το διοξείδιο του άνθρακα, την υγρασία και το υδρόθειο.



Εικόνα 13: Σύστημα αισθητήρων στο ηφαίστειο Masaya

Η Washpote Plug&Sense! Smart Environment PRO πλατφόρμα στέλνει τα δεδομένα μέσω του XBee 900 HP δικτύου απευθείας στην πύλη Meshlium. Μόνο σε συγκεκριμένες περιπτώσεις με χαμηλό σήμα στέλνονται τα δεδομένα μέσω του ίδιου δικτύου σε Waspmote Plug&Sense! Ambient Control, που λειτουργεί ως αναμεταδότης. Η πύλη αυτή (IOT) συλλέγει τα δεδομένα και αποστέλλει τις πληροφορίες μέσω 3G δικτύου στο Predix, μιας cloud πλατφόρμας λογισμικού της GE που αναπτύχθηκε για το βιομηχανικό ίντερνετ. Βασικός σκοπός αυτού του συστήματος είναι η δημόσια εξυπηρέτηση σε όλο τον πληθυσμό και στους υπεύθυνους να λαμβάνουν πληροφορίες ενός ενεργού ηφαιστείου σε πραγματικό χρόνο (libelium.com, 2018).

3.5.Σύστημα παρακολούθησης χρήσης πυροβόλων όπλων με αισθητήρες Yardarm σε πραγματικό χρόνο .

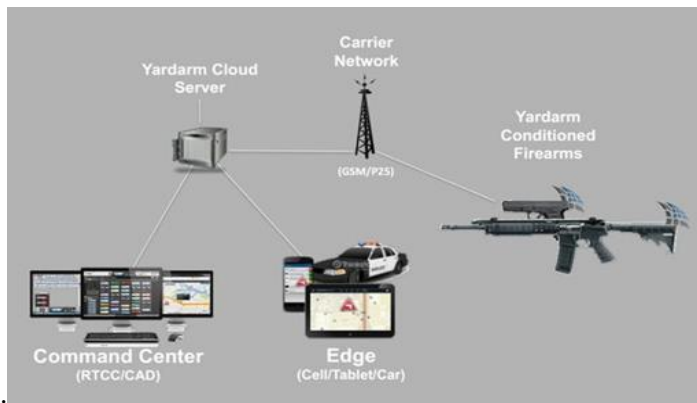
Με αφορμή το θανατηφόρο πυροβολισμό του 18χρονου Michael Brown στις 9 Αυγούστου 2014 από αστυνομικό, στο Ferguson του Missouri, τα λεγόμενα έξυπνα όπλα ήρθαν στην επιφάνεια ξανά. Πρωτοεμφανίστηκαν στο Λας Βέγκας αλλά αναπτύχθηκαν εκτενέστερα στην Capitolia της California βασισμένοι στην τεχνολογία της Yardarm , την πρώτη εταιρεία παγκοσμίως με ασύρματο αισθητήρα για όπλα (networldwork.com,2018).



Εικόνα 14:Αισθητήρας Gun Aware

Η Yardarm, τοποθέτησε ασύρματο αισθητήρα (Gun Aware Sensor) αποτελούμενο από μικρά ηλεκτρονικά μέρη τα οποία ταιριάζουν ακριβώς στην λαβή πυροβόλου όπλου, και δίνει την ευκαιρία να παρακολουθείται και να ελέγχεται αυτό σε πραγματικό χρόνο . Ο αισθητήρας αυτός περιλαμβάνει επιταχυνσιόμετρο, γυροσκόπιο, μαγνητόμετρο και μικροελεγκτή (newatlas.com, 2018).

Συνδέεται μέσω Bluetooth με το κινητό του χρήστη και μέσω GSM με το Yardarm Cloud, στο οποίο μεταφέρονται όλα τα συλλεγμένα δεδομένα, που αποκρυπτογραφούνται προτού προωθηθούν στον προϊστάμενο του χρήστη ή στο υπεύθυνο κέντρο λήψης αποφάσεων.



Εικόνα 15: Τρόπος λειτουργίας συστήματος αισθητήρων Yardam

Οι πληροφορίες που μπορεί να παρέχει είναι: χωροταξικές (για το που έγινε ο πυροβολισμός αλλά και όλο το ιστορικό πίσω από αυτόν), για το πότε οπλίζει ή αφοπλίζει ο αστυνομικός ώστε να φτάσουν εγκαίρως οι ενισχύσεις αλλά και στοιχεία για την σκηνή των πυροβολισμών με τις διευθύνσεις των πυρών (yardamtech.com, 2018).

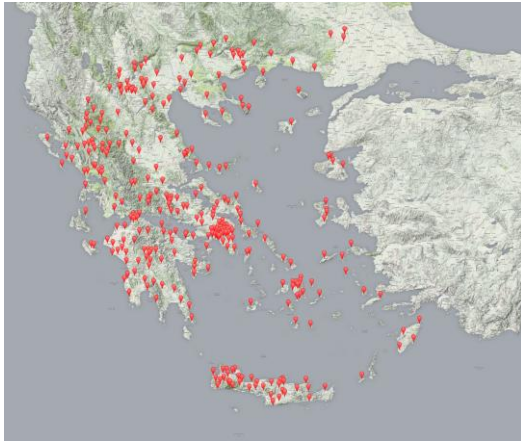


Εικόνα 16: Πληροφορίες παρεχόμενες από το σύστημα αισθητήρων Yardam.

Η Yardam ξεκίνησε να προωθεί δυναμικά το σύστημα αυτό από το 2015 , μετά τις δοκιμαστικές περιόδους στην Santa Cruz, California, Carrollton και Texas (networkworld.com, 2018). Το όπλο με τον τοποθετημένο αισθητήρα πέρα από όλα τα άνω στοιχεία μπορεί να παρέχει και την ακριβή του θέση, οπότε ο ιδιοκτήτης του έχει την δυνατότητα ανά πάσα στιγμή να το εντοπίσει. Αν και κατανοούν τα οφέλη ενός τέτοιου συστήματος, πολλοί είναι αυτοί που αμφισβητούν την αξιοπιστία του κυρίως λόγω του φόβου τους να αποχωριστούν ένα κοινό όπλο που χρησιμοποιούν επί χρόνια (newatlas.com, 2018). Κανένα δείγμα δεν επιβεβαιώνει τους φόβους τους.

3.6. Παρακολούθηση καιρικών φαινομένων στην Ελλάδα από το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών

Το 2006 το Ινστιτούτο Περιβαλλοντικής Έρευνας και Βιώσιμης Ανάπτυξης του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών πήρε την πρωτοβουλία να κατασκευάσει ένα σχετικά



Εικόνα 17: Η γεωγραφική κατανομή των μετεωρολογικών σταθμών στην Ελλάδα

χαμηλού κόστους δίκτυο παρατήρησης των καιρικών φαινομένων, γνωστό ως NOA Automatic Network ή αλλιώς NOAAN (Lagouvardos et al., 2017). Τον Δεκέμβριο του 2016 οι σταθμοί που λειτουργούσαν ήταν 335, καθιστώντας το το πιο πυκνό δίκτυο αυτόματων μετεωρολογικών σταθμών στην Ελλάδα, ξεπερνώντας ακόμη και το αντίστοιχο δίκτυο της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας, το οποίο αποτελείται από 90 σταθμούς.

Ο τύπος μετεωρολογικών σταθμών που χρησιμοποιείται είναι ο Davis Vantage Pro 2, ο οποίος δίνει μετρήσεις για τη θερμοκρασία περιβάλλοντος, τα επίπεδα υγρασίας, την ταχύτητα και την κατεύθυνση του ανέμου, την βροχόπτωση, την ατμοσφαιρική πίεση καθώς και για την ηλιακή και UV ακτινοβολία. Επίσης μετρώνται η θερμοκρασία και η υγρασία της κονσόλας του σταθμού, και υπολογίζονται διάφοροι βιοκλιματικοί δείκτες και άλλες μετεωρολογικές παράμετροι.



Εικόνα 18: Ο σταθμός Davis Vantage Pro 2

Για να εγκατασταθεί ένας σταθμός θα πρέπει να ακολουθούνται οι κατευθυντήριες γραμμές που δίνει ο WMO (World Meteorological Organization), να παρέχεται δωρεάν σύνδεση στο internet από τις τοπικές αρχές ώστε να μεταδίδονται τα δεδομένα με μικρό λειτουργικό κόστος και τέλος να υπάρχει καλή συνεργασία με τις τοπικές αρχές και τους κατοίκους ώστε να επιλύονται άμεσα τα προβλήματα που τυχόν προκύπτουν στους σταθμούς.

Η επιλογή του σημείου που τοποθετούνται οι σταθμοί είναι κρίσιμη, καθώς επηρεάζει το εάν είναι αντιπροσωπευτικά τα δεδομένα που συλλέγουν. Ο σταθμός πρέπει να είναι όσο πιο εκτεθειμένος γίνεται και χωρίς εμπόδια στη γύρω περιοχή, όπως κτίρια και δέντρα. Στις πόλεις τοποθετούνται στις άκρες των στεγών ώστε να μην είναι σε σημείο που ζεσταίνεται

επιπλέον από τον ήλιο, ειδικά τους καλοκαιρινούς μήνες. Ένα άλλο κριτήριο για την επιλογή του σημείου είναι η δυνατότητα να μεταφέρονται σε πραγματικό χρόνο τα δεδομένα που συλλέγονται ανά 10 λεπτά. Γι αυτό το λόγο τοποθετούνται σταθμοί σε δημόσια κτίρια, όπως σχολεία και νοσοκομεία, όπου χρησιμοποιείται η δημόσια σύνδεση Internet “Syzefxis”.

Στην περίπτωση που είναι τοποθετημένοι σε ιδιωτικά οικόπεδα χρησιμοποιούνται ιδιωτικές συνδέσεις στο Internet. Τέλος σε απομακρυσμένες περιοχές που δεν υπάρχουν διαθέσιμες συνδέσεις στο Internet χρησιμοποιούνται συνδέσεις κινητής τηλεφωνίας (μέσω usb) και χρηματοδοτούνται από το κράτος. Από τους 335 σταθμούς που βρίσκονται σε λειτουργία, οι 200 είναι εγκατεστημένοι στο έδαφος και οι υπόλοιποι 135 σε ταρατσες. Ο έλεγχος και η συντήρηση των σταθμών γίνεται κάθε δυο χρόνια.



Εικόνα19.Διάφορες τοποθεσίες εγκατάστασης

Τα δεδομένα του κάθε σταθμού, όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω, μεταδίδονται κάθε 10 λεπτά και συγκεντρώνονται σε έναν server του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών για τον έλεγχο και την αποθήκευσή τους. Αξίζει να σημειωθεί ότι από τους 355 σταθμούς, οι 55 έχουν κάμερα και μεταδίδουν και εικόνα της γύρω περιοχής και του ουρανού για καλύτερη κατανόηση των καιρικών συνθηκών της περιοχής. Ο έλεγχος ποιότητας των δεδομένων γίνεται σε δυο φάσεις. Στην πρώτη φάση, η οποία γίνεται κάθε 12 ώρες, ελέγχονται τα δεδομένα μέσω αλγορίθμων ώστε να βρεθούν τυχόν αποκλίσεις. Στη δεύτερη φάση τα δεδομένα που έχουν περάσει τον πρώτο έλεγχο, ελέγχονται για άλλη μια φορά για τυχόν αποκλίσεις τόσο στον ίδιο τον σταθμό, όσο και σε σύγκριση με τους γύρω σταθμούς. Όσα δεδομένα περάσουν και τον δεύτερο έλεγχο, αποθηκεύονται και γίνονται διαθέσιμα για το κοινό (<http://meteosearch.meteo.gr/>).

Τέλος, η εξάπλωση του δικτύου θα μειωθεί, συγκριτικά με το 2006 που ξεκίνησε, ώστε να μπορεί να συντηρηθεί με τους διαθέσιμους πόρους. Το πλάνο είναι να καλυφθούν

κάποια από τα κενά που υπάρχουν στο δίκτυο, χωρίς να ξεπεράσει τους 400 σταθμούς συνολικά.

3.7. Παρακολούθηση καιρικών φαινομένων στην περιοχή Fulton της Georgia

Η κομητεία Φούλτον , που ανήκει στο βόρειο και κεντρικό κομμάτι της πολιτείας Τζόρτζια των ΗΠΑ , είναι η πιο πυκνοκατοικημένη περιοχή με περισσότερους από ένα εκατομμύριο κατοίκους. Το 2008 προκλήθηκαν μεγάλες ζημιές και τραυματισμοί λόγω σοβαρών καταιγίδων, κάτι που προκάλεσε ακόμη και την εκκένωση περιοχών στην Ατλάντα. Αυτά τα φαινόμενα κακοκαιρίας είναι πολύ συχνά στη Τζόρτζια, καθιστώντας αναγκαία την λήψη μέτρων ασφαλείας (“Earth Networks Provides Fulton County,GA with Flood of Real-Time Data for Severe Weather Alerts”, 2017).

Από το 2008 μέχρι σήμερα η κομητεία Φούλτον (Atlanta-Fulton County Emergency Management Agency ή AFCEMA), σε συνεργασία με την Earth Networks, εγκατέστησε 53 αυτόματους μετεωρολογικούς σταθμούς που παράγουν σε πραγματικό χρόνο μια πληθώρα δεδομένων για την ταχύτητα του ανέμου, τη βαρομετρική πίεση, την θερμοότητα, τις αστραπές, τη θερμοκρασία και τη βροχή. Στη συνέχεια τα δεδομένα αυτά μεταφέρονται με συνδέσεις Ethernet σε servers που βασίζονται σε 48-core Intel Xeon επεξεργαστές και χρησιμοποιείται πολύπλοκο λογισμικό ώστε να γίνεται η μετατροπή των δεδομένων σε ειδοποιήσεις σχετικές με τον καιρό.



Εικόνα 20:Ο αυτόματος μετεωρολογικός σταθμός της Earth Networks

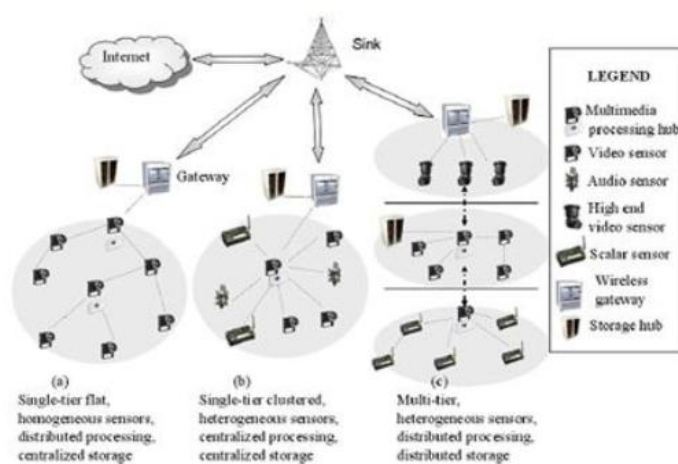
Έπειτα αυτές οι ειδοποιήσεις στέλνονται στα σχολεία, σε ομάδες πρώτων βοηθειών και σε άλλους φορείς που πρέπει να ενημερωθούν. Επίσης συγχρονίζονται και με GPS δεδομένα, ώστε να ενημερώνονται γρηγορότερα οι τελικοί χρήστες (<https://www.earthnetworks.com/>). Η έγκαιρη ειδοποίηση είναι εξαιρετικά σημαντική, ειδικά σε μια πόλη όπως η Ατλάντα η οποία πλήττεται συχνά από τυφώνες και καταιγίδες με αποτέλεσμα να κινδυνεύουν ζωές.

3.8. Μελλοντική Εφαρμογή ασύρματων αισθητήρων για την Σεισμική ειδοποίηση και διαχείριση στις σεισμόπληκτες περιοχές

Οι σεισμοί προκαλούν πολλά προβλήματα έως και απώλεια της ανθρώπινης ζωής και καταστροφές στις ιδιοκτησίες. Η ένταση ενός σεισμού μετριέται στην κλίματα Ρίχτερ .

Χαρακτηριστικό παράδειγμα των προβλημάτων ενός σεισμού αποτελεί ο πρόσφατος σεισμός στο Νεπάλ στις 25 Απριλίου 2015, ο οποίος στοίχισε την ζωή σε 8.019 ανθρώπους , τραυματίστηκαν 17.866 άνθρωποι και υπολογίστηκε ότι το 10% των κτιρίων της χώρας καταστράφηκαν ολοσχερώς. Επίσης ο σεισμός αυτός προκάλεσε έντονη χιονοστιβάδα στο όρος Έβερεστ που επέφερε γεωλογικές αλλαγές σε αυτό , με την μείωση του ύψους του κατά μία ίντσα. Η τεχνολογία τηλεπικοινωνιών και πληροφοριών (ICT) σε συνδυασμό με το δίκτυο ασύρματων αισθητήρων (WSN), αποτελούν εργαλεία για την υλοποίηση ενός συστήματος συλλογής πληροφοριών και πρόβλεψης σεισμών. Εμείς σε αυτήν εδώ την εργασία θα επικεντρωθούμε στο κομμάτι του δικτύου ασύρματων αισθητήρων (WSN).

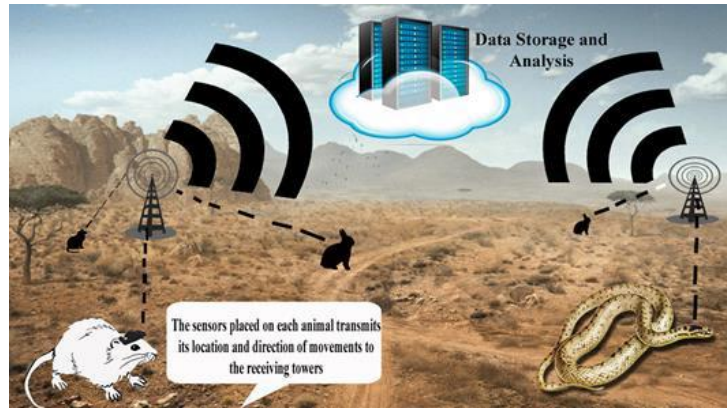
Ένα σύνολο αυτόνομων αισθητήρων τοποθετείται σε διάφορα σημεία, με σκοπό την συλλογή μετρήσεων και την μετάδοση αυτών μέσω του δικτύου. Πέρα από την συλλογή δεδομένων, οι αισθητήρες αναλαμβάνουν και τον έλεγχο και χαρακτηρισμό δεδομένων, τα οποία μεταδίδονται στο κεντρικό σταθμό για αποθήκευση και περαιτέρω επεξεργασία. Το δίκτυο ασύρματων αισθητήρων αποτελείται από τρία μέρη: κόμβοι, πύλες και λογισμικό. Οι σωστά τοποθετημένοι κόμβοι, συλλέγουν πληροφορίες και μετρήσεις για το γύρω περιβάλλον μέσω των αισθητήρων με τους οποίους είναι συνδεδεμένοι. Τα στοιχεία αυτά τα μεταδίδουν ασύρματα στις πύλες, που με την σειρά τους μέσω ενός κεντρικού υπολογιστή τα συγκεντρώνουν, τα αποθηκεύουν και τα επεξεργάζονται με το αντίστοιχο λογισμικό. Τελικώς μεταδίδονται στον κόμβο –σταθμό. Δηλαδή, κάθε ασύρματος αισθητήρας κόμβος είναι ένας δρομολογητής που μεταφέρει τα δεδομένα μέσω των άνω πυλών στους κόμβους σταθμούς. Οι αισθητήρες μπορεί να ναι διαφόρων τύπων, όπως για παράδειγμα οι αισθητήρες θερμοκρασίας, αισθητήρες ήχου, αισθητήρες κίνησης κοκ.



Εικόνα 21: Τρόπος λειτουργίας αισθητήρων

Η δημιουργία δικτύου από διαφορετικούς τύπους ασύρματων αισθητήρων, μας διευκολύνει στη συλλογή και επεξεργασία διαφορετικών πληροφοριών. Οι οιωνοί σεισμών, οι οποίοι μπορούν να παρακολουθηθούν και να μας δώσουν στοιχεία για κάποιον ενδεχόμενο επικείμενο σεισμό είναι οι παρακάτω:

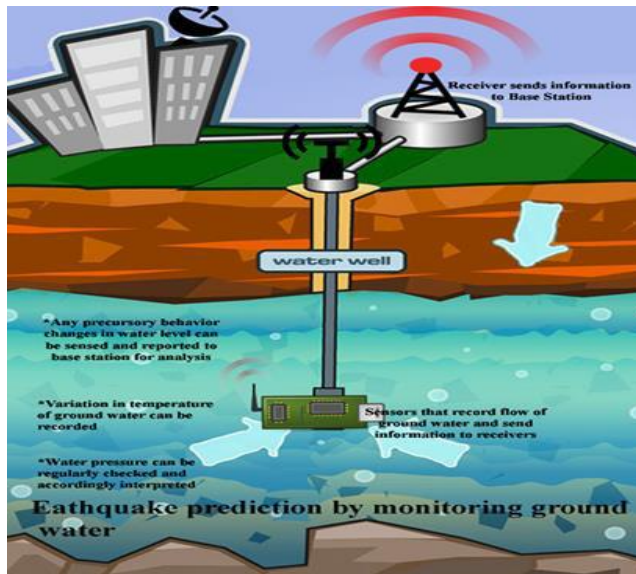
- Ασταθή, ασυνήθιστη συμπεριφορά ζώων: έχει παρατηρηθεί γενικότερα από πολύ παλιά, ότι μερικές μέρες πριν τον σεισμό, τα ζώα έχουν μία ασταθή και περίεργη συμπεριφορά, η οποία μπορεί να μας προειδοποιήσει για έναν



Εικόνα 22: Δίκτυο ασύρματων αισθητήρων για την παρατήρηση της συμπεριφοράς των ζώων.

επικείμενο σεισμό. Οι ασύρματοι αισθητήρες μπορούν να τοποθετηθούν πάνω στα ζώα και να παίξουν το ρόλο GPS ενώ ταυτοχρόνως παρατηρούνται η θερμοκρασία του σώματος τους αλλά και άλλα χαρακτηριστικά πάνω τους. Οι κόμβοι συλλέγουν τις πληροφορίες από διαφορετικές τοποθεσίες και τις προωθούν στους κόμβους σταθμούς. Οι κόμβοι σταθμοί με την σειρά τους συλλέγουν τις πληροφορίες, τις οποίες αναλύουν και επεξεργάζονται.

- Εκπομπή Ραδονίου: Το ραδόνιο βρίσκεται σε χαμηλά στρώματα της γης σχεδόν σε όλα τα πετρώματα, το έδαφος και το υπόγειο νερό. Αιτία εκπομπής του είναι η διαταραχή στο έδαφος και το νερό. Η περιοχή η οποία παρουσιάζει στην υπόγεια επιφάνεια της έντονες ανωμαλίες ραδονίου είναι υποψήφια για έναν επικείμενο σεισμό. Οι γενικότερες πληροφορίες που μπορούμε να πάρουμε από το ραδόνιο μπορούν να μας δείξουν την έκταση αλλά και τον χρόνο του σεισμού. Όλες αυτές οι πληροφορίες είναι απαραίτητο να συγκεντρωθούν ώστε να προσπαθήσουμε να προβλέψουμε τον σεισμό. Για αυτό το λόγο τοποθετούμε ασύρματους αισθητήρες ευαίσθητους σε φυσικές και περιβαλλοντικές συνθήκες όπως η πίεση, η θερμοκρασία κτλ. Οι Αισθητήρες αυτοί επικοινωνούν με τον κεντρικό υπολογιστή όπου συλλέγονται τα δεδομένα και επεξεργάζονται από αυτόν.



Εικόνα 23: Δίκτυο ασύρματων αισθητήρων για την παρατήρηση της κατάστασης του υπόγειου νερού

- Η διακύμανση της πίεσης και της κατάστασης του υπόγειου νερού: έχει παρατηρηθεί ότι πριν από έναν σεισμό η πίεση του υπόγειου νερού μεταβάλλεται . Τοποθετώντας αισθητήρες σε υπόγεια ρέματα, φρεάτια κτλ. μπορούμε να πάρουμε πληροφορίες όχι μόνο για την πίεση αλλά και την θερμοκρασία και άλλα χαρακτηριστικά του νερού, που μπορούν να μας βοηθήσουν ώστε να προβλέψουμε έναν σεισμό . Οι

αισθητήρες μπαίνουν σε διαφορετικά σημεία, στα οποία πρέπει να διατηρηθεί μία σταθερά όπως η ροή νερού και οποιαδήποτε άλλη αλλαγή στο νερό δραστηριοποιεί τους αισθητήρες που καταγράφουν τις αλλαγές. Οι πληροφορίες αυτές προωθούνται στον τελικό σταθμό μέσω του κόμβου σταθμού.

Με τους άνω τρόπους είδαμε διαφορετικές εφαρμογές του δικτύου ασύρματων αισθητήρων για την προειδοποίηση και την διαχείριση ενός σεισμού . Σίγουρα η αποτελεσματικότητα αυτών των εφαρμογών έχει σχέση με την συχνότητα μετάδοσης των δεδομένων η οποία πρέπει να ναι άμεση . Στα επίκεντρα των σεισμών δεν υπάρχει διασφάλιση της αποτελεσματικότητας των εφαρμογών ώστε να αποφύγουμε καταστροφές, αλλά το σημαντικότερο είναι ότι μπορούμε να αποφύγουμε η να μειώσουμε τον κίνδυνο για ανθρώπινες ζωές (Munib ur Rahman, Soliha Rahman, Seema Mansoor, Vikas Deep, M. Aashkaar, 2016).

4. Σύγκριση περιπτώσεων

CASE	ΤΥΠΟΣ ΑΙΣΘΗΤΗΡΑ	ΠΥΛΗ/ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ	ΤΥΠΟΣ ΔΙΚΤΥΟΥ	ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΠΡΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ/ ΣΥΓΚΡΙΣΕΙΣ
<u>ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ ΣΕ ΠΟΤΑΜΟΥΣ ΤΗΣ ΚΟΛΟΜΒΙΑΣ</u>	WASPMOTE PLUG & SENSE! ΤΗΣ LIBELIUM	*RARBERRY PI 3B ΜΟΝΑΔΑ ΕΛΕΓΧΟΥ *ΠΥΛΗ MESHLIUM ΤΗΣ LIBELIUM	-XBEE 900MHZ -ETHERNET -3G	>ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΑΕΡΑ > ΕΠΙΠΕΔΟ ΝΕΡΟΥ	Χρησιμοποιώντας τους ίδιους αισθητήρες και πύλες, τα δυο cases διαφοροποιούνται ως προς την πλατφόρμα, τον τύπο δικτύου και τα δεδομένα που μετράνε. Για την συνεχή ροή δεδομένων, στην Κολομβία χρησιμοποιήθηκε δίκτυο πλέγματος XBee 900Mhz, ενώ στη La Garrotxa χρησιμοποιήθηκαν ενισχυμένες εξωτερικές κεραιές δεδομένων.
<u>ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ LA GARROTXA</u>	WASPMOTE PLUG & SENSE! ΤΗΣ LIBELIUM	*ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ HAZUR ΤΗΣ OPRICIT *ΠΥΛΗ MESHLIUM ΤΗΣ LIBELIUM	-WIFI	>ΡΟΗ ΝΕΡΟΥ >ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ	Αν και τα δύο cases συγκεντρώνουν τα ίδια δεδομένα, χρησιμοποιούν διαφορετική πλατφόρμα και τύπο δικτύου. Εδώ να σημειωθεί ότι η αντιμετώπιση των πυρκαγιών στην Τανζανία είναι σε ερευνητικό στάδιο για αυτό δεν έχει καθορισθεί ακόμα ο τύπος του αισθητήρα
<u>ΠΡΟΛΗΨΗ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ LA GARROTXA</u>	WASPMOTE PLUG & SENSE! ΤΗΣ LIBELIUM	*ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ HAZUR ΤΗΣ OPRICIT *ΠΥΛΗ MESHLIUM ΤΗΣ LIBELIUM	-WIFI	>ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ >ΥΓΡΑΣΙΑ >ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ >ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ	Αν και τα δύο cases συγκεντρώνουν τα ίδια δεδομένα, χρησιμοποιούν διαφορετική πλατφόρμα και τύπο δικτύου. Εδώ να σημειωθεί ότι η αντιμετώπιση των πυρκαγιών στην Τανζανία είναι σε ερευνητικό στάδιο για αυτό δεν έχει καθορισθεί ακόμα ο τύπος του αισθητήρα
<u>ΜΕΛΕΤΗ ΓΙΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΤΑΝΖΑΝΙΑ</u>		*ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ CLOUD ΤΗΣ TELERIVET MESSAGING	-ZIGBEE -GSM/ GPRS	>ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ >ΥΓΡΑΣΙΑ >ΚΑΠΝΟΣ	Αν και τα δύο cases συγκεντρώνουν τα ίδια δεδομένα, χρησιμοποιούν διαφορετική πλατφόρμα και τύπο δικτύου. Εδώ να σημειωθεί ότι η αντιμετώπιση των πυρκαγιών στην Τανζανία είναι σε ερευνητικό στάδιο για αυτό δεν έχει καθορισθεί ακόμα ο τύπος του αισθητήρα
<u>ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΗΦΑΙΣΤΕΙΟΥ MASAYA</u>	WASPMOTE PLUG & SENSE! (Smart Environment Pro και Ambient Control) ΤΗΣ LIBELIUM	*ΠΥΛΗ MESHLIUM ΤΗΣ LIBELIUM * ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ PREDIX CLOUD της GE	-XBEE 900Mhz -3G	>ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ >ΠΙΕΣΗ >ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ >ΥΓΡΑΣΙΑ >ΥΔΡΟΘΕΙΟ	Ο αισθητήρας WASPMOTE PLUG & SENSE! Ambient Control χρησιμοποιείται ως αναμεταδότης, μόνο όταν το σήμα είναι αδύναμο για να διασφαλιστεί η συνεχής και σταθερή ροή πληροφοριών
<u>ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΧΡΗΣΗΣ ΠΥΡΟΒΟΛΩΝ ΟΠΛΩΝ</u>	GUN AWARE SENSOR ΤΗΣ YARDAM	*ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ YARDAM CLOUD	-BLUETOOTH -GSM	>ΑΚΡΙΒΗ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ >ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΣΚΗΝΗ >ΟΠΛΙΖΕΙ/ΑΦΟΠΛΙΖΕΙ	Τα στοιχεία που μπορούν να δοθούν από τον συγκεκριμένο αισθητήρα είναι εντυπωσιακά. Η ακριβής τοποθεσία, το ποιος αφοπλίστηκε, όπλισε, πυροβόλησε. Πολλοί αντιταχθήκαν στην καινούρια αυτή καινοτομία, δηλώνοντας ότι αχρηστεύονται με αυτό τον τρόπο όλα τα υπόλοιπα όπλα και άρα οι βιομηχανίες.

CASE	ΤΥΠΟΣ ΑΙΣΘΗΤΗΡΑ	ΠΥΛΗ/ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ	ΤΥΠΟΣ ΔΙΚΤΥΟΥ	ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΠΡΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ/ ΣΥΓΚΡΙΣΕΙΣ
<u>ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΚΑΙΡΟΥ ΑΠΟ ΑΣΤΕΡΟΣΚΟΠΕΙΟ ΑΘΗΝΩΝ</u>	ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΣΤΑΘΜΟΥ DAVIS VANTAGE PRO2	*ΔΙΚΤΥΟ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ ΝΟΑΑΝ	-INTERNET ΙΔΙΩΤΩΝ -ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΚΙΝΗΤΗΣ (USB) -ΔΗΜΟΣΙΑ ΣΥΝΔΕΣΗ ΣΥΖΕΥΚΣΙΣ	>ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ >ΥΓΡΑΣΙΑ >ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΑΙ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΕΡΑ >ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ >ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΠΙΕΣΗ >ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ >ΥV ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ	<i>Αν και συλλέγονται τα ίδιο δεδομένα , ανάμεσα στα δύο cases βλέπουμε δύο τελείως διαφορετικές εφαρμογές τεχνολογιών , δικτύων , συνδέσεων .</i>
<u>ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΚΑΙΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ FULTON</u>	ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΣΤΑΘΜΟΥ EARTH NETWORKS		-ETHERNET - ΣΥΓΧΡΟΝΙΣΜΟ Σ ΚΑΙ ΜΕ GPS ΔΕΔΟΜΕΝΑ	>ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ >ΒΑΡΟΜΕΤΡΙΚΗ ΠΙΕΣΗ >ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ >ΑΣΤΡΑΠΕΣ >ΔΕΙΚΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ >ΒΡΟΧΗ	
<u>ΜΕΛΕΤΗ ΓΙΑ ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΣΕΙΣΜΩΝ</u>				>Θ΄ΕΣΗ ΖΩΩΝ >ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΊΑ ΖΩΩΝ >ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΖΩΩΝ >ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ Α΄ΕΡΑ >Π΄ΙΕΣΗ >Π΄ΙΕΣΗ ΝΕΡΟΥ >ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΊΑ ΝΕΡΟΥ	<i>Το συγκεκριμένο case βρίσκεται ακόμα σε ερευνητικό στάδιο . Αυτός είναι και ο λόγος απουσίας τεχνικών χαρακτηριστικών , καθώς δεν έχει λάθει χώρα ακόμα σε κάποια συγκεκριμένη περίπτωση .</i>

5. Συμπεράσματα και προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Η εξέλιξη του Internet of Things μας δίνει τη δυνατότητα να προβλέψουμε και να αντιμετωπίσουμε γρήγορα καταστάσεις που μπορεί να αποδειχθούν μοιραίες για τον άνθρωπο. Όπως είδαμε σε αυτή την εργασία, το εύρος της χρήσης των αισθητήρων για τη δημόσια ασφάλεια είναι μεγάλο. Τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων μπορούν να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά για την αντιμετώπιση φυσικών καταστροφών, όπως στην περίπτωση του ηφαιστείου Masaya της Νικαράγουα. Επίσης όπως είδαμε στα παραδείγματα της Ελλάδας και του Φούλτον, τα WSN μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την μελέτη και πρόβλεψη των καιρικών συνθηκών, μια πολύ χρήσιμη εφαρμογή τους ειδικά σε περιπτώσεις όπως η δεύτερη, στις οποίες κινδυνεύουν ανθρώπινες ζωές.

Άλλα παραδείγματα που μελετήσαμε είναι η παρακολούθηση ποταμών για πλημμύρες, δασικές πυρκαγιές και η εφαρμογή ασύρματων δικτύων αισθητήρων στην αστυνομία. Ακόμη, είδαμε την περίπτωση της πόλης La Garrotxa στην Ισπανία, η οποία έχει χρησιμοποιήσει ασύρματους αισθητήρες για την παρακολούθηση πολλών διαφορετικών καταστάσεων ώστε να είναι σε θέση να τις διαχειριστεί άμεσα και αποτελεσματικά.

Όπως είδαμε κάποιες εφαρμογές δεν χρησιμοποιούνται αυτή τη στιγμή, αλλά είναι σε στάδιο μελέτης έχοντας περιθώρια βελτίωσης. Αυτό μπορεί να γίνει με την επέκταση των δικτύων χρησιμοποιώντας περισσότερους αισθητήρες και με μελέτη για μείωση του κόστους χρήσης τους.

Η χρήση δικτύων αισθητήρων για τη δημόσια ασφάλεια ολοένα και αυξάνεται. Τα WSN δίνουν τη δυνατότητα γρήγορης πρόσβασης σε ακριβείς πληροφορίες. Με την αύξηση της χρήσης τους όμως, ειδικά από φορείς όπως η αστυνομία, παρατηρείται και μια ανησυχία σχετικά με το πόσο ασφαλή είναι τα δεδομένα που συλλέγουν αυτές οι συσκευές, για τυχόν υποκλοπές αλλά και σε τι περιπτώσεις μπορούν οι κυβερνήσεις να τα χρησιμοποιήσουν (Meek, 2015).

Συνοψίζοντας τα παραπάνω, είδαμε ότι το Internet of Things έχει ακόμη πολλά να μας προσφέρει. Οι τεχνολογίες βελτιώνονται, το οικονομικό κόστος μειώνεται συνεχώς (Paula Fraga-Lamas et al., 2016) και με τη σωστή προσαρμογή του Internet of Things σε κάθε περίπτωση μένει να δούμε μέχρι που μπορούν να φτάσουν οι δυνατότητές του.

6. Πίνακας Εικόνων

Εικόνα 1: Τμήματα αισθητήρα	σελ.5
Εικόνα 2: Εγκατάσταση ηλιακών αισθητήρων Plug&Sense	σελ.5
Εικόνα 3: Ultrasound sensor probe	σελ.6
Εικόνα 4: Ηλιακοί αυτόνομοι τροφοδοτούμενοι αισθητήρες Plug & Sense	σελ.6
Εικόνα 5: Λειτουργίας Συστήματος Παρακολούθησης	σελ.6
Εικόνα 6: Αισθητήρας για ανίχνευση πυρκαγιάς τοποθετημένος σε δέντρο	σελ.7
Εικόνα 7: Λεπτομέρειες της τοποθέτησης των αισθητήρων για το ποτάμι στην περιοχή La Garrotxa, Ισπανία	σελ.8
Εικόνα 8: Το interface του χρήστη στην πλατφόρμα HAZUR της Opticit	σελ.8
Εικόνα 9: Μια απεικόνιση της λειτουργίας του συστήματος	σελ.9
Εικόνα 10: Block diagram του Sensing Node.....	σελ.9
Εικόνα 11: Block diagram του Gateway Node.....	σελ.10
Εικόνα 12: αποστολή με όλους τους αισθητήρες που χρησιμοποιήθηκαν στο ηφαίστειο Masaya	σελ.11
Εικόνα 13: Σύστημα αισθητήρων στο ηφαίστειο Masaya	σελ.11
Εικόνα 14: Αισθητήρας Gun Aware	σελ.12
Εικόνα 15: Τρόπος λειτουργίας συστήματος αισθητήρων Yardam.....	σελ.13
Εικόνα 16: Πληροφορίες παρεχόμενες από το σύστημα αισθητήρων Yardam	σελ.13
Εικόνα 17: Η γεωγραφική κατανομή των μετεωρολογικών σταθμών στην Ελλάδα.....	σελ.14
Εικόνα 18: Ο σταθμός Davis Vantage Pro 2.....	σελ.14
Εικόνα 19: Διάφορες τοποθεσίες εγκατάστασης	σελ.15
Εικόνα 20: Ο αυτόματος μετεωρολογικός σταθμός της Earth Networks	σελ.16
Εικόνα 21: Τρόπος λειτουργίας αισθητήρων.....	σελ.17
Εικόνα 22: Δίκτυο ασύρματων αισθητήρων για την παρατήρηση της συμπεριφοράς των ζώων	σελ.18
Εικόνα 23: Δίκτυο ασύρματων αισθητήρων για την παρατήρηση της κατάστασης του υπόγειου νερού	σελ.19

7. Βιβλιογραφία

- A.Devasena and B.Sowmya (2015). Wireless Sensor Network in Disaster Management. *Indian Journal of Science and Technology*, Vol 8(15). DOI: 10.17485/ijst/2015/v8i15/74191. Ανακτήθηκε 12/04/2018 από <http://indjst.org/index.php/indjst/article/view/74191>
- Albert S. Lutakamale, Shubi Kaijage (2017). Wildfire Monitoring and Detection System. Using. Wireless Sensor Network: A Case Study of Tanzania. *Scientific Research Publishing*, 9, pp. 274-289, DOI: 10.4236/wsn.2017.98015
- K. Lagouvardos, V. Kotroni, A. Bezes, I. Koletsis, T. Kopania, S. Lykoudis, N. Mazarakis, K. Papagiannaki and S. Vougioukas (2017). The automatic weather stations NOANN network of the National Observatory of Athens: operation and database. *Geoscience Data Journal*, 4, pp. 4–16. DOI: 10.1002/gdj3.44
- Munib ur Rahman, Soliha Rahman, Seema Mansoor, Vikas Deep, M.Aashkaar (2016). Implementation of ICT and Wireless Sensor Networks for Earthquake Alert and Disaster Management in Earthquake Prone Areas. *Procedia Computer Science*, 85, pp. 92 – 99. DOI: 10.1016/j.procs.2016.05.184
- Paula Fraga-Lamas , Tiago M. Fernández-Caramés, Manuel Suárez-Albela, Luis Castedo and Miguel González-López (2016). A Review on Internet of Things for Defense and Public Safety. *Sensors*, 16, 1644. DOI: 10.3390/s16101644 Ανακτήθηκε 12/04/2018 από <http://www.mdpi.com/1424-8220/16/10/1644>
- <http://www.libelium.com>
- <http://www.libelium.com/smart-city-urban-resilience-smart-environment/>
- <http://www.libelium.com/early-warning-system-to-prevent-floods-and-allow-disaster-management-in-colombian-rivers/>
- <https://www.ge.com/reports/ready-for-prime-time-ge-opens-predix-its-digital-platform-for-the-industrial-internet-to-everyone/>
- <https://www.ge.com/reports/internet-volcanoes-take-dip-inside-worlds-first-digital-lava-lake-2/>
- <https://www.ge.com/reports/sam-likes-it-hot-this-intrepid-explorer-just-connected-nicaraguas-most-active-volcano-to-the-internet/>
- <http://www.samcossman.com/#sam-cossman>
- <http://www.libelium.com/predicting-eruptions-in-the-masaya-volcano-with-wireless-sensors/#!prettyPhoto>
- <https://www.networkworld.com/article/2842552/internet-of-things/how-the-internet-of-things-is-transforming-law-enforcement.html>
- <https://newatlas.com/yardarm-sensor-firearms/34409/>
- <http://www.tacticalshit.com/yardarm-real-time-firearms-tracking-alert-system-coming-police-station-near/>
- <https://www.firearmstalk.com/articles/company-debuts-gun-disabling-tech.798/>
- <http://www.yardarmtech.com/>
- <https://www.davisnet.com/solution/vantage-pro2/>

- <http://meteosearch.meteo.gr/>
- http://www.libelium.com/wireless_sensor_networks_to_detec_forest_fires/
- https://www.earthnetworks.com/wp-content/uploads/2017/01/CS_FultonCounty_EarthNetworks.pdf
- http://earthnetworks.com/Portals/0/pdf/Fulton_County.pdf
- https://www.earthnetworks.com/wp-content/uploads/2017/01/PS_WeatherStation_EarthNetworks.pdf
- <https://support.earthnetworks.com/resource/PSEarlyWarningSystemEarthNetworks>
- Meek, A. (2015). *Body cams, smart guns and tracking darts: policing and the internet of things*. Ανακτήθηκε από <https://www.theguardian.com/technology/2015/oct/16/police-law-enforcement-body-cams-tracking-internet-of-things>

Extra βιβλιογραφία:

- Αναστασιάδου Κατερίνα, Γιαπουντζή Ελένη (2017). Πραγματικές περιπτώσεις δικτύων αισθητήρων για τη δημόσια ασφάλεια, διαχείριση έκτακτης ανάγκης και διαχείριση καταστροφών. Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη. Ανακτήθηκε 10/04/2018 από http://conta.uom.gr/conta/ekpaideysh/metapyxiaka/technologies_diktywn/ergasies/2017/Real%20cases%20of%20Sensor%20Networks%20for%20Public%20Safety%20Emergency%20Response-Disaster%20Management.pdf
- Dan Chen, Zhixin Liu, Lizhe Wang, Minggang Dou, Jingying Chen, Hui Li (2013). Natural Disaster Monitoring with Wireless Sensor Networks: A Case Study of Data-intensive Applications upon Low-Cost Scalable Systems. *Mobile Networks and Applications*, Volume 18, Issue 5, pp. 651-663. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11036-013-0456-9>
- Στεφανίδης Μιχαήλ (2016). Ασύρματα δικτυακά αισθητήρια zigbee (Πτυχιακή εργασία). ΑΕΙ Πειραιά, Αθήνα. Ανακτήθηκε 16/05/2018 από http://okeanis.lib.puas.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/2968/cse_38104.pdf?sequence=1
- http://www.conta.uom.gr/conta/ekpaideysh/metapyxiaka/technologies_diktywn/teaching_m/WirelessNetworks-Web/Chapter2411.html
- https://el.wikipedia.org/wiki/Global_System_for_Mobile_Communications
- <https://el.wikipedia.org/wiki/Ethernet>
- <https://www.link-labs.com/blog/zigbee-vs-xbee>
- <https://tutorial.cytron.io/2011/03/06/is-xbee-zigbee/>
- <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%B9%CE%BA%CF%81%CE%BF%CE%B5%CE%BB%CE%B5%CE%B3%CE%BA%CF%84%CE%AE%CF%82>