



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
& ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ,
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΜΕΤΡΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΙΑ ΕΞΥΠΝΕΣ ΠΟΛΕΙΣ

ΙΟΡΔΑΝΗΣ Χ. ΙΩΑΝΝΙΔΗΣ

Επιβλέπων: Ευάγγελος Χριστοφόρου
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Οκτώβριος 2021



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
& ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ,
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΕΤΡΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΙΑ ΕΞΥΠΝΕΣ ΠΟΛΕΙΣ

Επιβλέπων: Ευάγγελος Χριστοφόρου

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 14^η Ιουλίου 2021

.....
Ε. Χριστοφόρου
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Ι. Γκόνος
Αναπληρωτής
Καθηγητής Ε.Μ.Π

.....
Π. Τσαραμπάρης
Επίκουρος
Καθηγητής Ε.Μ.Π

Αθήνα, Οκτώβριος 2021

.....
Ιορδάνης Χ. Ιωαννίδης

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © Ιορδάνης Χ. Ιωαννίδης, 2021

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς το συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν το συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Περίληψη

Η παρούσα εργασία επικεντρώνει το ενδιαφέρον της στη χρήση-χρησιμότητα των αισθητήρων στην προστασία των ανθρώπων από τις φυσικές καταστροφές. Αρχικά γίνεται μία παρουσίαση των ‘έξυπνων’ πόλεων και των χαρακτηριστικών τους. Στη συνέχεια επικεντρώνεται το ενδιαφέρον σε κάποιες έξυπνες μετρητικές διατάξεις. Παράλληλα επεκτείνεται η βιβλιογραφική αναζήτηση στις μετρητικές διατάξεις κοινής ωφέλειας καθώς και στα μετρητικά συστήματα της κίνησης στους δρόμους.

Το κύριο κομμάτι της εργασίας αφορά την προστασία από φυσικές καταστροφές. Έτσι, παρουσιάζονται τα βασικά συστατικά ενός συστήματος διαχείρισης φυσικών καταστροφών. Ταυτόχρονα, συγκεκριμενοποιείται η μελέτη με αναφορές στις τεχνολογίες επιτήρησης πυρκαγιών, σεισμών και πλημμύρων. Παρουσιάζονται αρκετά παραδείγματα από μεγάλες πόλεις όλου του κόσμου και μία σειρά από εφαρμογές.

Λέξεις Κλειδιά

Έξυπνη Πόλη, Αισθητήρες, Μετρητικά Συστήματα, Μετρητικές Διατάξεις, Φυσικές Καταστροφές

Abstract

The present work focuses on the use-usefulness of sensors in protecting people from natural disasters. First, a presentation is made of the 'smart' cities and their characteristics. Then we focus on some smart metering devices. At the same time, we are expanding our bibliographic search to the utility metering devices as well as to the traffic metrics.

The main part of the work concerns the protection against natural disasters. Thus, the basic components of a natural disaster management system are presented. At the same time, we are concretizing our study with references to fire, earthquake and flood monitoring technologies. There are several examples from major cities around the world and a number of applications.

Keywords

Smart City, Sensors, Measuring Systems, Measuring Devices, Natural Disasters

Περιεχόμενα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΟΙ ΕΞΥΠΝΕΣ ΠΟΛΕΙΣ.....	12
2.1 Ορισμοί των Έξυπνων Πόλεων.....	12
2.2 Χαρακτηριστικά των Έξυπνων Πόλεων.....	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΕΞΥΠΝΕΣ ΜΕΤΡΗΤΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ.....	16
3.1 Το διαδίκτυο των πραγμάτων.....	16
3.2 Cloud Computing.....	17
3.3 Αισθητήρες.....	18
3.4 Έξυπνο σύστημα μέτρησης.....	19
3.5 Οφέλη από τη χρήση Έξυπνων Μετρητών.....	22
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΜΕΤΡΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΟΧΩΝ ΚΟΙΝΗΣ ΩΦΕΛΕΙΑΣ.....	25
4.1 Γενικά.....	25
4.2 Πρότυπα Συστημάτων Αυτοματισμού και Ελέγχου Κτιρίων.....	26
4.3 Παρουσίαση Έξυπνων Μετρητών.....	27
4.3.1 OWL Intuition.....	27
4.3.2 OWL Micro+.....	28
4.3.3 OWL με USB.....	28
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΜΕΤΡΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΙΝΗΣΗΣ ΣΤΟΥΣ ΔΡΟΜΟΥΣ.....	30
5.1 Διαχείριση της κυκλοφορίας.....	30
5.2 Μετρήσεις των μεγεθών της κυκλοφορίας και συνολική διαχείριση.....	31
5.3 Τεχνολογίες για Ηλεκτρικά Οχήματα.....	33
5.4 Η Τεχνολογία V2G.....	35
5.5 Το σύστημα Μέτρησης.....	40
5.6 Σύστημα Αυτόματης Αναγνώρισης EV Μέσω RFID.....	41
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΜΕΤΡΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΝΑΝΤΙΑ ΣΕ ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ.....	44
6.1 Βασικά Στοιχεία ενός Συστήματος Διαχείρισης Φυσικών Καταστροφών.....	45
6.2 Τεχνολογίες επιτήρησης πυρκαγιών και σχετικής ανάδρασης.....	47
6.2.1 Το Ευρωπαϊκό σύστημα EFFIS.....	49
6.2.2 Το σύστημα SEVIRI.....	54
6.2.3 Το Ελληνικό τοπικό σύστημα Disaster Management Framework.....	54
6.3 Τεχνολογίες επιτήρησης σεισμών και σχετικής ανάδρασης.....	55

6.3.1 Το Αμερικανικό σύστημα Shake Alert.....	58
6.3.2 Η εφαρμογή MyShake για Android.....	59
6.3.3 Το Ιαπωνικό Σεισμικό Σύστημα Ειδοποίησης.....	61
6.3.4 Το Μεξικανικό Σεισμικό Σύστημα Ειδοποίησης SASMEX.....	63
6.3.5 Το Ελληνικό Σεισμικό Σύστημα Ειδοποίησης.....	65
6.4 Τεχνολογίες επιτήρησης πλημμυρικής παροχής και σχετικής ανάδρασης.....	67
6.4.1 European Flood Awareness System – EFAS.....	69
6.4.2 Spanish Flood Early Warning System.....	72
6.4.3 NEARTOWARN: Το Σύστημα Έγκαιρης Προειδοποίησης για Τσουνάμι και σχεδιασμού έκτακτης ανάγκης στην Μεσόγειο Θάλασσα.....	73
6.4.4 Ανάπτυξη Συστήματος Πρόβλεψης για Τσουνάμι.....	76
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΣΥΡΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ.....	79
7.1 Μείωση της συμφόρησης στους δρόμους του Σαν Χοσέ των ΗΠΑ από την Proxim.....	79
7.2 Σύστημα Cradlepoint σε αστυνομικά οχήματα του FBI.....	80
7.3 Ασύρματο δίκτυο πυρκαγιάς στην περιοχή Pinole Point Regional Park στο Σαν Φρανσίσκο.....	81
7.4 Παρακολούθηση χιονόπτωσης στους αυτοκινητοδρόμους του Winchester του Ηνωμένου Βασιλείου από τη Libelium.....	82
7.5 Σύστημα ασύρματης παρακολούθησης για κατολισθήσεις που προκαλούνται από βροχοπτώσεις.....	83
7.6 Σύστημα προειδοποίησης GITEWS για τσουνάμι.....	84
7.7 Πρόβλεψη εκρήξεων του ηφαιστείου Masaya με ασύρματο αισθητήρα από τη Libelium.....	86
7.8 Δίκτυο FireNet.....	88
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	90
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	92

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Από καταβολής κόσμου, ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες για την ευημερία της κοινωνίας και των μελών της αποτελούσε η επιτήρηση και η ασφάλεια περιοχών, εγκαταστάσεων και συνόρων. Τοποθεσίες οικονομικής και στρατηγικής σημασίας, όπως, χωριά, πόλεις, κράτη και στρατόπεδα ήταν ουσιαστικά απαραίτητο να φυλάσσονται με κάποιο τρόπο από όσους τα επιβουλεύονταν. Η αμελητέα ασφάλεια και η έλλειψη πληροφοριών για τους πιθανούς εισβολείς μπορούσε συχνά να έχει καταστροφικά αποτελέσματα.

Δυστυχώς, δεν έχει υπάρξει καμία αλλαγή για αυτά τα δεδομένα έως και σήμερα και πιθανόν για αιώνες ακόμη θα είναι αναγκαία η επαρκής φύλαξη, επιτήρηση και παροχή πληροφοριών σχετικά με ύποπτα συμβάντα σε περιοχές υψηλής σημασίας. Κατά το παρελθόν, τα μέσα αντιμετώπισης των εξωτερικών κινδύνων ήταν είτε ανύπαρκτα, είτε πρωτόγονα κι ανεπαρκή και για να εφαρμοστούν ήταν απαραίτητη η φυσική παρουσία ανθρώπων. Το θετικό είναι ότι σήμερα υπάρχουν εξελιγμένες κι αποδοτικές μέθοδοι για την επίτευξη του ανωτέρω σκοπού, με μειωμένο κόστος και την απασχόληση μικρότερου αριθμού ανθρώπινου δυναμικού.

Η πληροφορία είναι η απάντηση στο ερώτημα του τι είναι μια οντότητα, και αυτή η απάντηση καθορίζει τις ιδιότητες και την ουσία. Η πληροφορία είναι αυτή που προσδίδει αξία και σημασία στα πράγματα και εξαφανίζει την αβεβαιότητα. Καθαρά τεχνικά, η πληροφορία θα μπορούσε να περιγραφεί ως μία αλληλουχία συμβόλων, τα οποία αποτελούν μέρος ενός μηνύματος. Η κατοχή της πληροφορίας αντιπροσωπεύει τη κατοχή γνώσεων και συσχετίζεται με δεδομένα, που αναπαριστούν τιμές, οι οποίες αντιστοιχούν σε παραμέτρους και ιδιότητες μιας οντότητας. Αυτά, μαζί με τη σημασία ή την ερμηνεία τους αποτελούν την πληροφορία.

Στη Φυσική, η πληροφορία είναι η αντίστροφη έννοια της εντροπίας, δηλαδή το μέτρο της τάξης κι όχι της αταξίας. Έτσι όσο αυξάνονται οι πληροφορίες, τόσο αυξάνεται η οργάνωση με την αντίστοιχη δαπάνη ενέργειας ενώ στην αντίθετη περίπτωση όσο μειώνεται η οργάνωση, τόσο χάνεται από το σύστημα η ενέργεια. Η πληροφορία είναι απαραίτητη για τη ζωή μας γιατί αποτελεί το μέσο απόκτησης, αλλά και το μέσο διατήρησης της γνώσης και χωρίς αυτήν η επιβίωσή μας δεν θα

ήταν δυνατή. Χωρίς τη μετάδοση πληροφοριών είναι αδύνατη η επικοινωνία μεταξύ των ζωντανών οργανισμών, ανεξαρτήτως του πως θα πραγματοποιηθεί αυτή η μετάδοση και του τρόπου αναπαράστασης των πληροφοριών. Συλλέγοντας πληροφορίες κατά τη διάρκεια της ζωής του, ένα άτομο γίνεται πιο σοφό και πιο ικανό για τη καλύτερη δυνατή επιβίωση, κάνοντας καλύτερες επιλογές και αυξάνοντας την αποδοτικότητά του.

Η σημασία της πληροφορίας είναι αρκετά σαφής, ειδικά στη σημερινή εποχή, την «Εποχή της Πληροφορίας», όπου στην ουσία είναι πλέον το πιο ισχυρό νόμισμα, κυριολεκτικά και μεταφορικά, καθώς η αξία της είναι υψηλότερη εντός και εκτός της οικονομίας.

Από την αρχή της ανθρωπότητας, σχηματίστηκαν κλειστές ομάδες ή κοινωνίες οι οποίες, ακόμη και αν μετακινούνταν συνεχώς, όφειλαν να προστατέψουν την περιοχή εγκατάστασης τους από πολλαπλούς κινδύνους, κάτι το οποίο απαιτούσε συλλογή πληροφοριών σχετικά με τα ζώα που υπήρχαν στη περιοχή τους, με τις γειτονικές κοινωνίες, αλλά και με την κινητικότητα άλλων ανθρώπινων ομάδων. Η ανεπαρκής συλλογή αυτών των πληροφοριών θα μπορούσε να έχει καταστροφικά αποτελέσματα.

Αυτό το γεγονός δεν έχει αλλάξει μέχρι σήμερα και τώρα οι πληροφορίες είναι απαραίτητες για τη διατήρηση των συνόρων των διαφόρων κρατών και την αποφυγή δολιοφθοράς σε διάφορες εγκαταστάσεις ή κλοπή πολύτιμου υλικού. Είναι λοιπόν μια από τις πιο σημαντικές πληροφορίες σχετικά με την ασφάλεια μιας περιοχής και την παραβίαση αυτής της ασφάλειας από άτομα με πιθανές κακόβουλες προθέσεις.

Ο μόνος τρόπος παρακολούθησης μιας περιοχής, μέχρι τον περασμένο αιώνα, ήταν η διάθεση ανθρώπινου δυναμικού. Όπως είναι φυσικό όμως, καθώς με την πάροδο των χρόνων τα μέσα επιτήρησης εξελίσσονταν ή εφευρέθηκαν νέα, το βασικό στοιχείο ήταν πάντα ο άνθρωπος και τα μέσα απλώς αύξησαν τις δυνατότητές του. Το μειονέκτημα της αποκλειστικής χρήσης των «σκοπών» ήταν αφενός το κόστος, ειδικά όταν επρόκειτο για μια εκτεταμένη περιοχή, καθώς κάθε παρατηρητής έπρεπε να αμείβεται και ο αριθμός των παρατηρητών δεν ήταν απεριόριστος και αφετέρου ανθρώπινες αδυναμίες όπως η κόπωση. Ο κίνδυνος για τη σωματική ακεραιότητα των παρατηρητών αυτών ήταν σε πολλές περιπτώσεις μεγάλος.

Τώρα, με την ανάπτυξη της τεχνολογίας, υπάρχει μια ποικιλία μέσων, τα οποία μπορούν να λειτουργήσουν αυτόνομα και σχεδόν χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση, εκτός εάν υπάρχει σημαντικός λόγος, όπως παραβίαση της ασφάλειας. Αναλόγως τη περίπτωση είναι πιθανό να χρειαστεί και πάλι η ύπαρξη ελάχιστου προσωπικού, για τη παρακολούθηση του συστήματος ή επέμβαση έκτακτης ανάγκης, αλλά ο κίνδυνος πλέον έχει μειωθεί σημαντικά.

Για την ασφάλεια μιας περιοχής σήμερα χρησιμοποιούνται σύγχρονα συστήματα. Ενδεικτικά κάποια από αυτά είναι το CCTV, τα Μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα και οι αυτόνομοι αισθητήρες εδάφους. [1]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΟΙ ΕΞΥΠΝΕΣ ΠΟΛΕΙΣ

2.1 Ορισμοί των Έξυπνων Πόλεων

Σύμφωνα με την Cocchia (2014), ο όρος smartcity περιλαμβάνει διάφορους ορισμούς ανάλογα με τη σηματοδότηση που παίρνει η έννοια «έξυπνος». Ορισμένα από αυτά είναι βιώσιμα, ψηφιακά, εικονικά και άλλα που δεν έχουν ακόμη αναγνωριστεί καθολικά. Ωστόσο, η ανάλυση της βιβλιογραφίας δείχνει ότι η έξυπνη πόλη και η ψηφιακή πόλη είναι οι ορολογίες που χρησιμοποιούνται περισσότερο για να χαρακτηρίσουν μια πόλη σε σχέση με το θέμα αυτό. Έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, καθώς ποικίλει η ορολογία που περιγράφει την έξυπνη πόλη που πρέπει να αναλυθεί εκτενώς, προκειμένου να κατανοηθεί εάν μπορούν να θεωρηθούν συνώνυμα, εάν έχουν κάποια κοινά χαρακτηριστικά ή αν υπάρχουν επικαλύψεις ή διαφορές. [2]

- Ενσύρματη πόλη: Αυτός ο ορισμός αναφέρεται κυριολεκτικά στην παρουσία συνδεσιμότητας που έχει μια πόλη, η οποία ως εκ τούτου, από μόνη της, δεν την καθιστά έξυπνη.
- Εικονική πόλη: Περιγράφει την πόλη που εστιάζει σε ψηφιακές παραστάσεις άλλες εκδηλώσεις. Επομένως, δεν υπάρχουν άλλα στοιχεία για οποιαδήποτε άλλη μορφή υιοθέτησης εφαρμογών έξυπνης πόλης.
- Ψηφιακή πόλη: Η ψηφιακή πόλη είναι ένα πλήρες σύστημα διαδικτύου του οποίου οι λειτουργίες μπορούν να υιοθετηθούν είτε από ειδικούς είτε από απλούς χρήστες. Οι λειτουργίες μπορούν να έχουν πολλές διαστάσεις, όπως κοινωνικές, πολιτιστικές, πολιτικές, ιδεολογικές και θεωρητικές.
- Πανταχού παρούσα πόλη: Είναι προέκταση της ψηφιακής πόλης. Αυτός ο ορισμός δόθηκε για να περιγράψει την πόλη που έχει πανταχού παρούσα τεχνολογία πληροφοριών.
- Ευφυής πόλη: Η υψηλή ικανότητα εκμάθησης και καινοτομίας χαρακτηρίζουν αυτή τη πόλη, ενώ διαθέτει κατάλληλη ψηφιακή υποδομή για τη διαχείριση της επικοινωνίας και της γνώσης.
- Πόλη πληροφοριών: Αναφέρεται στην υιοθέτηση ενός ψηφιακού περιβάλλοντος, με το οποίο γίνεται η συλλογή επίσημων και ανεπίσημων πληροφοριών σχετικά με τις τοπικές κοινότητες και την παροχή τους στο κοινό μέσω πυλών του διαδικτύου.

- **Έξυπνη κοινότητα:** Αναφέρεται σε μια γεωγραφική περιοχή που ποικίλλει σε μέγεθος, της οποίας οι κάτοικοι, οι οργανισμοί και οι διοικήσεις χρησιμοποιούν την τεχνολογία των πληροφοριών για να μεταμορφώσουν την περιοχή τους με έναν ιδιαίτερο τρόπο. Η συνεργασία είναι το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό τους και μπορεί να γίνει μεταξύ κυβέρνησης, βιομηχανίας, εκπαιδευτικών και πολιτών.
- **Πόλη γνώσης:** Μια τέτοια πόλη στοχεύει κυρίως στη γνώση, την ανάπτυξη και την ενθάρρυνση για συνεχή δημιουργία. Ταυτόχρονα, υποστηρίζει την ανταλλαγή, την αξιολόγηση, την ανανέωση και την ενημέρωση της γνώσης, η οποία μπορεί να επιτευχθεί με συνεχή αλληλεπίδραση μεταξύ ηγετών και πολιτών σε κανονικό χρόνο ή μεταξύ πολιτών διαφορετικών πόλεων. Ουσιαστικά, αντιπροσωπεύει τη νοοτροπία της ανταλλαγής γνώσεων μεταξύ των πολιτών, καθώς και τον σωστό σχεδιασμό της πόλης, έτσι ώστε να υπάρχει η κατάλληλη υποδομή για την υποστήριξη όλων αυτών των αλληλεπιδράσεων.
- **Πόλη μάθησης:** Ο όρος «μάθηση» των πόλεων αφορά την ατομική και θεσμική μάθηση. Αναφέρεται στην απόκτηση όχι μόνο γνώσεων αλλά και δεξιοτήτων κατανόησης από άτομα είτε επίσημα είτε ανεπίσημα. Προφανώς δεν αναφέρεται μόνο στη σχολική εκπαίδευση, αλλά και στη δια βίου μάθηση. Με τη συνεχή μάθηση, τα άτομα αποκτούν νέες ευκαιρίες απασχόλησης και καλύτερους μισθούς, ενώ τα οφέλη για την κοινωνία είναι τεράστια έχοντας μια πιο ευέλικτη και τεχνολογικά ενημερωμένη ομάδα εργαζομένων.

Καθώς με όλους τους παραπάνω ορισμούς γίνεται αναφορά σε μεμονωμένα χαρακτηριστικά, φαίνεται ότι ο πιο αντιπροσωπευτικός στη βιβλιογραφία είναι η έξυπνη πόλη, η οποία θα αναλυθεί λεπτομερώς παρακάτω και καλύπτει όλα τα χαρακτηριστικά που αναφέρθηκαν παραπάνω, και σε ευρύτερη έννοια όλα όσα πρέπει να έχει μια πόλη για να είναι παραγωγική και βιώσιμη.

Στην έρευνα των Taewwou, N. & Pardo, T. (2011), δίνεται μια πιο ανθρωποκεντρική προσέγγιση στην έννοια της «έξυπνης πόλης». Πιστεύουν ότι η ανθρώπινη δημιουργικότητα είναι η κύρια κινητήρια δύναμη για την έξυπνη πόλη και επομένως ο άνθρωπος, η εκπαίδευση και η γνώση αποτελούν τα βασικά γρανάζια στη δημιουργία της. Το ανθρώπινο δυναμικό, οι εθελοντικές οργανώσεις, οι δημιουργικές

δραστηριότητες, η έλλειψη εγκληματικότητας, και η ψυχαγωγία αποτελούν τους κρισιμότερους παράγοντες για την ανάπτυξη και την εξέλιξη της πόλης. Ασφαλώς και δεν παραλείπεται η σημασία των υποδομών, αλλά έχει διαπιστωθεί ότι οι έξυπνοι άνθρωποι είναι αυτοί που δημιουργούν και επωφελούνται από το κοινωνικό κεφάλαιο.

Η έννοια της έξυπνης πόλης ορίζεται ως ένα σύνολο εκπαίδευσης και κατάρτισης πολιτισμών και ως ένα μείγμα κοινωνικών, πολιτιστικών και οικονομικών επιχειρήσεων. Οι συγγραφείς τονίζουν ότι μια έξυπνη πόλη είναι μια ανθρώπινη πόλη και σε αυτήν υπάρχουν πολλές ευκαιρίες να εκμεταλλευτεί το ανθρώπινο δυναμικό εστιάζοντας στην εκπαίδευση. Συνεπώς, η γνώση και η τεχνολογία, σε συνδυασμό με το εξειδικευμένο εργατικό δυναμικό οδηγούν στην ανάπτυξη της πόλης. [3]

2.2 Χαρακτηριστικά των Έξυπνων Πόλεων

Μια έξυπνη πόλη έχει πολλά χαρακτηριστικά. Αυτά είναι [4]:

- **Έξυπνη Οικονομία:** Η παρουσία της τεχνολογίας στην οικονομία είναι θεμελιώδης για την ανάπτυξη της παραγωγικότητας αλλά και της ανταγωνιστικότητας των προϊόντων και των υπηρεσιών. Με τη χρήση της τεχνολογίας, οι αγορές αναπτύσσονται και αυξάνεται το διεθνές επενδυτικό ενδιαφέρον, δημιουργώντας ταχύτερη ανάπτυξη και παραγωγικότητα. Επιπλέον, η παραγωγική λειτουργία βελτιώνεται από τη συμβολή της καινοτομίας, υλοποιούνται έργα και προσφέρονται προϊόντα και υπηρεσίες σε μικρές και μεγάλες επιχειρήσεις. Η οικονομία μιας έξυπνης πόλης στηρίζεται στην καινοτομία, την παραγωγικότητα και την επιχειρηματικότητα και για το λόγο αυτό κάθε Έξυπνη Οικονομία πρέπει να προσαρμοστεί στις αλλαγές.
- **Έξυπνη Διακυβέρνηση:** Αυτό είναι το μέλλον των δημόσιων υπηρεσιών με στόχο μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα και συμμετοχή των πολιτών στη λειτουργία της διοίκησης. Εκτός αυτού, επιτυγχάνεται η λειτουργία της πόλης με χαμηλότερο διοικητικό κόστος.
- **Έξυπνοι άνθρωποι:** Οι έξυπνοι άνθρωποι χαρακτηρίζονται από την ποιότητα της κοινωνικής αλληλεπίδρασης που σχετίζεται με την ένταξη

και τη δημόσια ζωή. Απαραίτητη είναι η πρόσβαση στην εκπαίδευση και στην κατάρτιση προκειμένου όλοι οι πολίτες να συμμετέχουν σε νέες δράσεις, να είναι ανοιχτοί σε νέες, καινοτόμες ιδέες και να χαρακτηρίζονται από δημιουργικότητα. Ως «έξυπνο», χαρακτηρίζεται το ενεργό και ενημερωμένο άτομο και χωρίς αυτά δεν υπάρχουν «έξυπνες» πόλεις.

- Έξυπνη κινητικότητα: Η έξυπνη κινητικότητα περιλαμβάνει την εγκατάσταση τεχνολογιών πληροφοριών και επικοινωνιών, στα αυτοκίνητα και στα μέσα μαζικής μεταφοράς, με τη βοήθεια των οποίων επιτυγχάνεται η εξοικονόμηση χρόνου, η βελτίωση της κινητικότητας και της αποδοτικότητας, η εξοικονόμηση κόστους, η μείωση των εκπομπών ρύπων και έχει ως στόχο τη βελτίωση των υπηρεσιών και την παροχή πληροφοριών.
- Έξυπνη διαβίωση: Πρόκειται για κρατικές υπηρεσίες που βελτιώνουν την ποιότητα ζωής στην πόλη. Με την αξιοποίηση των υποδομών, δημιουργείται ανάπτυξη στους τομείς του πολιτισμού, της ασφάλειας, της υγείας και του τουρισμού. Επιπλέον, δημιουργείται κοινωνική συνοχή, η οποία ανοίγει νέες προοπτικές σε εκπαιδευτικό, πολιτιστικό και τουριστικό επίπεδο.
- Έξυπνο Περιβάλλον: Με γνώμονα τα οφέλη του περιβάλλοντος, η τεχνολογία χρησιμοποιείται προκειμένου να επιτευχθεί βιωσιμότητα, καλύτερη διαχείριση και προστασία των φυσικών πόρων. Η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, ο έλεγχος της ρύπανσης, η ανακαίνιση κτιρίων και υποδομώ, η κατασκευή πράσινων κτιρίων, η ανακύκλωση υλικών, αποτελούν μερικά από τα χαρακτηριστικά ενός έξυπνου περιβάλλοντος [5].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΕΞΥΠΝΕΣ ΜΕΤΡΗΤΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ

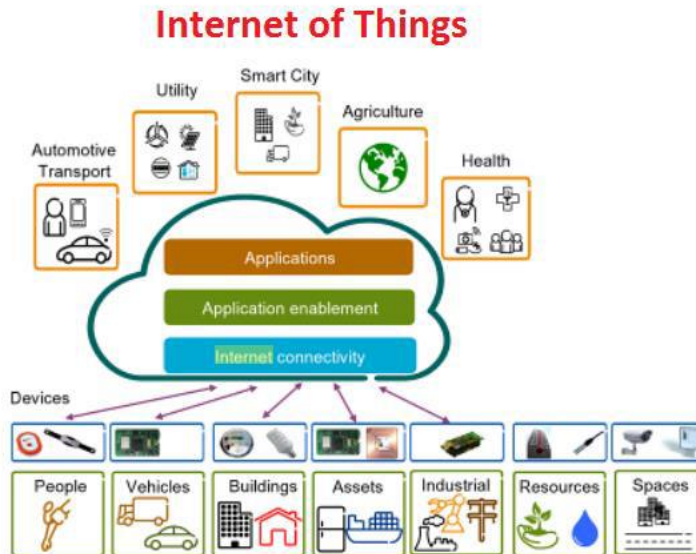
3.1 Το διαδίκτυο των πραγμάτων

Το Internet of Things, γνωστό και ως IoT, είναι ένα δίκτυο επικοινωνίας διαφορετικών τύπων συσκευών. Στην πραγματικότητα αναφερόμαστε σε μια μεγάλη ποικιλία συσκευών εντελώς διαφορετικών μεταξύ τους, όπως αισθητήρες, λογισμικό, οικιακές συσκευές, κλιματιστικά, φώτα, συστήματα ασφαλείας κ.λπ., τα οποία μπορούν να αποτελούν μέρος ενός έξυπνου σπιτιού, κτιρίου, εργοστασίου, εταιρείας ή χώρου εργασίας, μηχανής, αλλά και έξυπνων βιώσιμων πόλεων, όπου οι διάφοροι τύποι συσκευών διασυνδέονται μέσω του IoT. Ως εκ τούτου, η σύνδεση μεταξύ τους με απώτερο στόχο να μπορεί ο χρήστης να τα ελέγχει από υπολογιστή ή κινητό τηλέφωνο αποτελεί βασικό χαρακτηριστικό.

Μια τέτοια υπηρεσία αυξάνει το ενδιαφέρον των ανθρώπων, και αυτό γιατί μπορεί να αποφέρει οικονομικά οφέλη, ευκολία, αυξημένη άνεση στο εσωτερικό και ένα ασφαλέστερο περιβάλλον. Συνδέοντας αισθητήρες, συσκευές και λογισμικό στο δίκτυο, ο χρήστης λαμβάνει πληροφορίες κατάστασης σε πραγματικό χρόνο. Εκτός αυτού, οι πληροφορίες χρησιμοποιούνται για έλεγχο, στατιστικά και παρακολούθηση, με αποτέλεσμα τη δυνατότητα βελτιστοποίησης.

Στο μέλλον ένα οικοσύστημα (IoT) δεν θα αποτελεί κάτι διαφορετικό από το σημερινό διαδίκτυο, επιτρέποντας τη σύνδεση, την επικοινωνία και την αλληλοεπίδραση αντικειμένων του πραγματικού κόσμου όπως ακριβώς κάνουν οι άνθρωποι στο διαδίκτυο σήμερα.

Στο Διαδίκτυο δεν θα βρίσκονται μόνο άνθρωποι, ή μέσα μαζικής ενημέρωσης, αλλά και στοιχεία του πραγματικού κόσμου ως ευφυή πλάσματα που ανταλλάσσουν πληροφορίες και αλληλοεπιδρούν με ανθρώπους ή μεταξύ τους, υποστηρίζουν επιχειρηματικές διαδικασίες και παράγουν γνώση [6].



Εικόνα 3.1: Το διαδίκτυο των πραγμάτων (Holler, et al,2006)

Άμεση συνέπεια του IoT, είναι η δημιουργία τεράστιου όγκου δεδομένων που παράγονται από συσκευές λόγω της συνεχούς επικοινωνίας με το διαδίκτυο. Εκεί, κάθε αντικείμενο, είτε φυσικό είτε εικονικό, που συνδέεται με αυτό, μπορεί να έχει ένα ψηφιακό δίδυμο στο "σύννεφο", στο οποίο θα παράγονται οι τεχνικές ενημερώσεις και αναλύσεις.

Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, τα μηνύματα που σχετίζονται με το IoT των καταναλωτών να προσεγγίζουν μεγάλο αριθμό ανά άτομο την ημέρα. Η μεγαλύτερη ίσως πρόκληση είναι η αποθήκευση όλων αυτών των τεράστιων ποσοτήτων δεδομένων που παράγονται [7].

3.2 Cloud Computing

Το cloud computing αφορά την αποθήκευση, επεξεργασία, χρήση δεδομένων λογισμικού και υπηρεσιών από απομακρυσμένους υπολογιστές, στους οποίους παρέχεται πρόσβαση μέσω Διαδικτύου. Το αποτέλεσμα αυτού είναι η υψηλή αξιοπιστία, ασφάλεια, χαμηλό κόστος και υψηλή διαθεσιμότητα. Σήμερα, το cloud computing χρησιμοποιείται από πάρα πολλούς ανθρώπους, και οι περισσότεροι ούτε καν το καταλαβαίνουν. Εικονικές μηχανές κατά παραγγελία, το ηλεκτρονικό

ταχυδρομείο ή τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης αποτελούν υπηρεσίες που βασίζονται σε αυτήν την τεχνολογία.

Για τους επαγγελματίες χρήστες τεχνολογίας, η χρήση της σημαίνει μεγάλη ευελιξία στις ανάγκες υπολογιστικής ισχύος. Ένα παράδειγμα είναι η αυξημένη χρήση μιας υπηρεσίας όταν αυτή συμβαίνει, οπότε η χρήση του cloud computing είναι απλούστερη στην προσθήκη επιπλέον δυνατοτήτων σε αυτή ειδικά σε σχέση με τον πολύ περισσότερο χρόνο που θα χρειαζόταν εάν μια εταιρεία έπρεπε να εγκαταστήσει νέα μηχανήματα στο δικό της κέντρο δεδομένων.

Σύμφωνα με την ITU το cloud computing πρέπει να εξεταστεί από τις Έξυπνες Βιώσιμες Πόλεις, σαν μια εναλλακτική λύση που αναφέρεται στην αποτελεσματική χρήση των πόρων πληροφορικής, μειώνοντας με αυτόν τον τρόπο στο ελάχιστο τις επιπτώσεις στο περιβάλλον και ταυτόχρονα συμβάλλοντας στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας ή των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου.

Ο ορισμός του cloud computing σύμφωνα με το Εθνικό Ινστιτούτο Προτύπων και Τεχνολογίας (NIST) είναι: Το cloud computing είναι η κεντρική παροχή υπολογιστικών πόρων κατά παραγγελία (όπως δίκτυο, διακομιστές, εφαρμογές και υπηρεσίες) με υψηλή ευελιξία, ελάχιστη προσπάθεια χρήστη, ελάχιστη αλληλεπίδραση παρόχου υπηρεσιών και υψηλή αυτοματοποίηση [8].

3.3 Αισθητήρες

Οι αισθητήρες αποτελούν εκείνο το μέρος ενός συστήματος μέσω του οποίου γίνονται μετρήσεις υγρασίας, θορύβου, θερμοκρασίας, εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, ροής ανθρώπων και αυτοκινήτων κ.λπ. Πρόκειται για μια τεχνολογία που επιτρέπει στους χρήστες να ενημερώνονται για όλα τα παραπάνω.

Σύμφωνα με την Παγκόσμια Ένωση Τηλεπικοινωνιών (National Telecommunication Union - ITU), οι αισθητήρες είναι ένας από τους πιο σημαντικούς τύπους τερματικών, μπορεί να είναι αισθητήρες ασφαλείας, φωτισμού, παρουσίας, μεταφοράς, κίνησης ή θέσης, και είναι εγκατεστημένοι στη φυσική υποδομή μιας Έξυπνης Βιώσιμης Πόλης. Φαινόμενα δημόσιου ή και ιδιωτικού ενδιαφέροντος, όπως η ατμοσφαιρική ρύπανση, η κυκλοφοριακή συμφόρηση, η

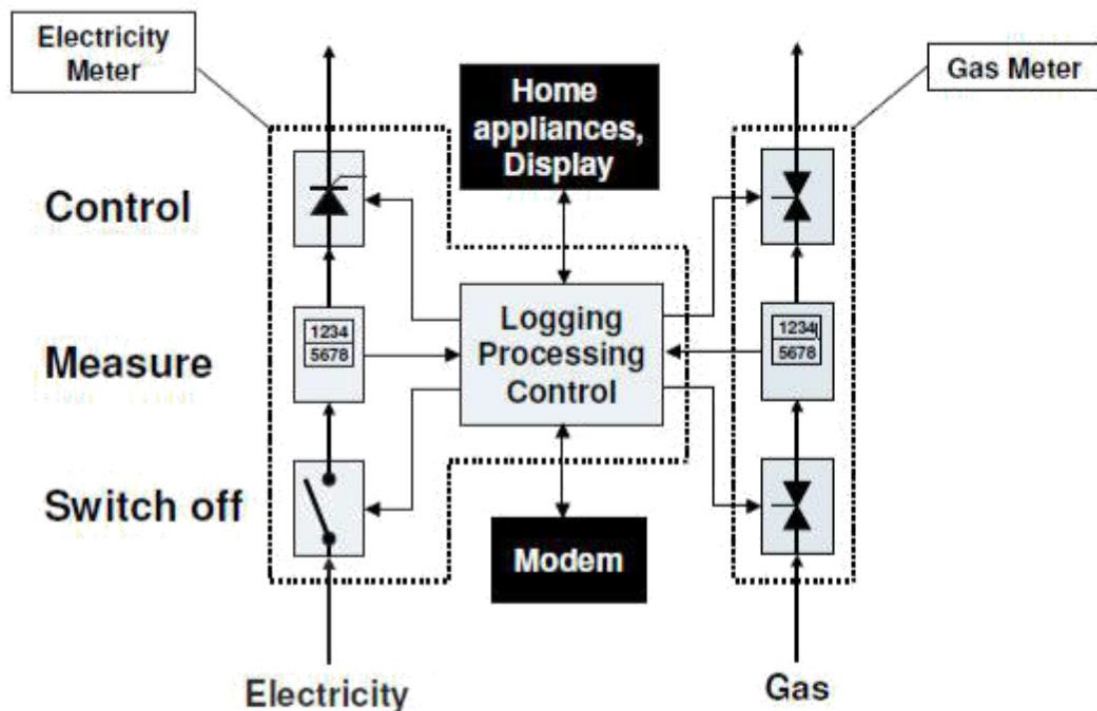
συμπεριφορά των εγκληματιών, το κλίμα, ακόμα και, σε ορισμένες περιπτώσεις, η παρακολούθηση πολιτιστικών και αθλητικών δραστηριοτήτων, καθίστανται δυνατές από τη χρήση τέτοιων συσκευών. [9].

3.4 Έξυπνο σύστημα μέτρησης

Ως έξυπνο σύστημα μέτρησης περιγράφεται, γενικά, η εγκατάσταση ενός έξυπνου μετρητή σε κατοικίες, απ' όπου παρέχονται στο πελάτη τα δεδομένα κατανάλωσης. Ένας έξυπνος μετρητής έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Καταγράφει τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας σε πραγματικό χρόνο, π.χ. φωτοβολταϊκά στοιχεία.
- Επιτρέπει την ανάγνωση δεδομένων είτε τοπικά είτε απομακρυσμένα.
- Ενεργοποιεί και απενεργοποιεί απομακρυσμένα τη ροή του μετρητή, για παράδειγμα σε περίπτωση διακοπής ρεύματος.
- Επιτρέπει διεπαφές σε δίκτυα και συσκευές.
- Δίνει τη δυνατότητα ανάγνωσης άλλων μετρήσεων, π.χ. αερίου, νερού κ.λπ.

Αν και συνήθως ένας έξυπνος μετρητής περιορίζεται στην καταγραφή μετρητών ηλεκτρικής ενέργειας και αερίου, η καταγραφή της κατανάλωσης νερού είναι πιθανή. Ένα παράδειγμα, ενός τυπικού έξυπνου μετρητή μαζί με τις λειτουργίες του, φαίνεται στη παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 3.2: Λειτουργίες ενός Τυπικού Μετρητή (Pervoli 2014)

Η «ευφυΐα» του μετρητή εντοπίζεται στον μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας. Έχει τρεις κύριες λειτουργίες: τη μέτρηση της χρησιμοποιούμενης ηλεκτρικής ενέργειας, την απομακρυσμένη διακοπή από τον πελάτη και τον απομακρυσμένο έλεγχο της μέγιστης κατανάλωσης της ηλεκτρικής ενέργειας. Η επικοινωνία μετρητή και χρήστη γίνεται με τη χρήση μόντεμ. Οι δυνατότητες περιλαμβάνουν φορέα γραμμής τροφοδοσίας, ασύρματο μόντεμ ή υπάρχουσα μόνιμη σύνδεση στο Διαδίκτυο. Μέσω μιας διεπαφής ο έξυπνος μετρητής συνδέεται με οικιακές συσκευές ή με κάποια οθόνη. Οι συσκευές μπορούν να ελεγχθούν απευθείας και η οθόνη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εμφάνιση δεδομένων σχετικά με την κατανάλωση και το κόστος της ενέργειας. Στο παράδειγμα μας, φαίνεται η σύνδεση ενός μετρητή αερίου με μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας, και πως ο πρώτος δανείζεται και χρησιμοποιεί τη λογική μονάδα επεξεργασίας και το σύστημα επικοινωνίας και ελέγχου του δεύτερου.

Δεν υπάρχει κανένας τεχνολογικός περιορισμός στην εισαγωγή έξυπνων συστημάτων μέτρησης. Παράδειγμα αποτελεί, η περίπτωση της Ιταλίας, όπου περίπου 30 εκατομμύρια έξυπνοι μετρητές έχουν διατεθεί στους οικιακούς πελάτες, και πολλά έργα επίδειξης σε άλλες χώρες δείχνουν ότι η αντίστοιχη τεχνολογία

μετρητών βρίσκεται σε ώριμο επίπεδο και μπορεί να εφαρμοστεί σε μεγάλη κλίμακα. Ο έξυπνος μετρητής αποτελεί τη λογική εξέλιξη του μηχανικού μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας, με τον ίδιο τρόπο που το τηλέφωνο και η γραφομηχανή αντικαταστάθηκαν εδώ και χρόνια, από ψηφιακές, εξυπνότερες εναλλακτικές λύσεις. Ένα έξυπνο σύστημα μέτρησης αναφέρεται συχνά ως αυτοματοποιημένη ανάγνωση μετρητών, ενώ όταν γίνεται λόγος για συνθήκες πραγματικού χρόνου, ως προηγμένη υποδομή μέτρησης.

Η ιταλική ENEL εισήγαγε τους έξυπνους μετρητές στο "Πρόγραμμα Telegestore" από το 2001. Όταν ήταν ακόμα κρατικό μονοπώλιο, και πριν την απορρύθμιση της αγοράς ενέργειας, η ENEL προχώρησε στην επένδυση της παρουσίας των έξυπνων μετρητών. Οι αναμενόμενες εξοικονομήσεις, καθώς και τα έσοδα σε τομείς της αγοράς, η εξυπηρέτηση πελατών και η προστασία των εσόδων ήταν μερικοί από τους λόγους που οδήγησαν την ENEL σε αυτή την επένδυση. Σημειώνεται ότι, καμία ρυθμιστική ή κυβερνητική αρχή δεν έθεσε κάποια απαίτηση ή κάποιο περιορισμό που θα έπρεπε να εκπληρώσει η ENEL. Σε ότι αφορά τον τύπο μετρητή ή υποδομής επικοινωνίας, η ENEL ούσα ελεύθερη εισήγαγε έναν έξυπνο μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας για επικοινωνία μέσω PLC στον πλησιέστερο υποσταθμό. Στη συνέχεια στα κεντρικά δωμάτια ελέγχου διαβάζονται τα δεδομένα μέσω GSM. Συνέπεια των παραπάνω, ήταν πως μέχρι το τέλος του 2005, είχαν εγκατασταθεί 27 εκατομμύρια έξυπνοι μετρητές από την η ENEL, 24 εκατομμύρια εκ των οποίων διαχειριζόντουσαν από απόσταση και διαβαζόντουσαν κάθε δεύτερο μήνα.[10]

Την ίδια χρονική περίοδο, στη Σουηδία, πραγματοποιήθηκαν οι πρώτες μελέτες για έξυπνες μετρήσεις. Η κυβέρνηση προέβλεψε τις ευκαιρίες για εξοικονόμηση ενέργειας, και θέλοντας να εκμεταλλευτεί τα πιθανά οφέλη, υποχρέωσε τις εταιρείες του ηλεκτρικού δικτύου σε μηνιαία ανάγνωση μετρητών ηλεκτρικής ενέργειας για όλους τους καταναλωτές έως το 2009. Παράλληλα ενθάρρυνε την εισαγωγή και χρήση έξυπνων συστημάτων μέτρησης. Το σχετικό νομοσχέδιο ψηφίστηκε το 2003. Οι επενδύσεις σε έξυπνους μετρητές γίνονται γρηγορότερα από ότι απαιτούσε ο νόμος.

Στην Ολλανδία, η νομοθεσία για τη χρήση έξυπνων συστημάτων μέτρησης εξετάστηκε από τη κυβέρνηση, με την τελευταία να προβαίνει στη λεπτομερή μελέτη

πάνω στα οφέλη που θα φέρει σε εθνικό επίπεδο η εισαγωγή αυτοματοποιημένης ανάγνωσης μετρητών ενέργειας. Η σχετική νομοθεσία δημοσιοποιήθηκε τον Σεπτέμβριο του 2006, ενώ δύο χρόνια μετά, όλοι οι πελάτες έλαβαν έναν έξυπνο μετρητή. Το προτεινόμενο χρονικό πλαίσιο εφαρμογής του παραπάνω έργου ήταν τα 6 έτη, ενώ ελάχιστες απαιτήσεις για αυτά τα μέτρα τέθηκαν σε ισχύ. Ένας νέος προμηθευτής ενέργειας και πιστοποιημένη εταιρεία μετρήσεων στην Ολλανδία, η Οχχίο, ξεκίνησε το 2006 δίνοντας έξυπνους μετρητές στους πελάτες της. Η Οχχίο επέλεξε να συνεχίσει αυτήν την πρωτοβουλία, καθώς αντιμετώπιζαν διοικητικά προβλήματα με τους συνεργάτες τους. Οι πελάτες με έξυπνο μετρητή είχαν επίσης πρόσβαση σε έναν προσωπικό ιστότοπο με πραγματική κατανάλωση ενέργειας και ενεργειακό κόστος. Ο έξυπνος μετρητής Οχχίο κατέγραφε ηλεκτρική ενέργεια και αέριο και επικοινωνούσε μέσω GSM / GPRS. [11]

Στην Αυστραλία, η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας ειδικά τους καλοκαιρινούς μήνες αυξάνεται λόγω των κλιματιστικών και προκαλεί πρόσθετες επενδύσεις σε εγκαταστάσεις χαμηλού κόστους. Η εισαγωγή έξυπνων μετρητών στους πελάτες θεωρήθηκε ως ένας μηχανισμός σύνδεσης με τις αγορές χονδρικής και λιανικής. Έτσι η κυβέρνηση προχώρησε στην αλλαγή της σχετικής νομοθεσίας και στην εγκατάσταση έξυπνων μετρητών.

3.5 Οφέλη από τη χρήση Έξυπνων Μετρητών

Ένας από τους σημαντικότερους λόγους που καθιστά απαραίτητη τη λεπτομερή μέτρηση αυτών των μεγεθών είναι τα περιβαλλοντικά οφέλη. Η καταγραφή και η επεξεργασία των μετρήσεων μπορεί να φέρει πρακτικές που θα οδηγήσουν σε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας, πράγμα που σημαίνει μείωση των εκπομπών των ρύπων. Η εξοικονόμηση και ο εξορθολογισμός της χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας και κατά συνέπεια των φυσικών πόρων δεν περιορίζεται μόνο στα περιβαλλοντικά οφέλη αλλά και στα προσωπικά οφέλη του κάθε καταναλωτή. Πιο συγκεκριμένα, έχοντας τη δυνατότητα της παρακολούθησης της προσωπικής του κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας ο κάθε καταναλωτής, έχει τη δυνατότητα να μειώσει τα έξοδά που σχετίζονται με αυτή, καθώς του παρέχεται μια πλήρης ενημέρωση για το κατά πόσο ζημιόγωνα είναι η ενέργεια κάθε ηλεκτρικής συσκευής

του. Επομένως, μέσα από τη πρόσβαση του καταναλωτή σε λεπτομερείς μετρήσεις της ατομικής κατανάλωσης ενέργειας μπορεί να επιτευχθεί τόσο η βελτίωση της συμπεριφοράς των καταναλωτών όσο και η ανάπτυξη της περιβαλλοντικής τους συνείδησης.[12]

Δεν υπάρχει αμφιβολία για τα πιθανά οφέλη των έξυπνων συστημάτων μέτρησης. Μάλιστα κάτι τέτοιο είναι ξεκάθαρο για όλα τα μέλη της αγοράς [13]:

- για επιχειρήσεις μετρητών και τη μείωση του κόστους ανάγνωσης μετρήσεων,
- για χειριστές δικτύων και φορείς εκμετάλλευσης αυτών που θέλουν να ετοιμάσουν το δίκτυό τους για το αύριο,
- για την ενέργεια των προμηθευτών, επιθυμία των οποίων είναι η εισαγωγή νέων υπηρεσιών πελατών και η μείωση κόστους λειτουργίας των τηλεφωνικών κέντρων,
- για τις κυβερνήσεις, οι οποίες επιδιώκουν την επίτευξη στόχων εξοικονόμησης ενέργειας και απόδοσης και τη βελτίωση των διαδικασιών ελεύθερης αγοράς,
- για τους τελικούς χρήστες να αυξήσουν την ενεργειακή ευαισθητοποίηση και να περιορίσουν τη χρήση ενέργειας.

Σε ένα κόσμο όπου η επικοινωνία είναι ψηφιοποιημένη και τυποποιημένη (διαδίκτυο, email, SMS κ.λπ.) και το κόστος της έξυπνης ψηφιοποίησης εξακολουθεί να μειώνεται ραγδαία, η εισαγωγή έξυπνων συστημάτων μέτρησης φαντάζει ως ένα λογικό βήμα. Επίσης, ένα προηγμένο σύστημα μέτρησης κάνει περισσότερα από την απλή ανάγνωση και έλεγχο έξυπνων μετρητών. Μπορεί να αντιμετωπισθεί ως μια ειδική πύλη για τους οικιακούς πελάτες και να προσφέρει πρόσθετες υπηρεσίες που σχετίζονται με την ενέργεια. Χρησιμοποιείται τόσο για την ανταπόκρισή της ζήτησης (παρακινώντας τον κάθε πελάτη να βελτιώσει την ενεργειακή του συμπεριφορά) όσο και για τη διαχείριση της ζήτησης (μέσα από τον άμεσο έλεγχο οικιακών συσκευών).

Όσον αφορά την τοπική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας επιτρέπει την πραγματοποίηση ενός εικονικού σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Ωστόσο, δύο ζητήματα αποτελούν εμπόδιο για τη γενική εισαγωγή έξυπνων συστημάτων μέτρησης. Πρώτον, υπάρχουν πολλά μέλη που εμπλέκονται και τα οφέλη της έξυπνης μέτρησης μπορούν να γίνουν αισθητά σε άλλα μέλη εκτός από αυτά που

επιβαρύνθηκαν το κόστος. Δεύτερον, εξακολουθεί να υπάρχει μεγάλη αβεβαιότητα σχετικά με τον ποσοτικό προσδιορισμό των οφελών επειδή δεν υπάρχει η απαραίτητη πρακτική εμπειρία και τα απαιτούμενα ιστορικά στοιχεία. Επομένως, η επένδυση σε έξυπνους μετρητές σίγουρα συνοδεύεται με την ανάληψη κινδύνων. Σε μια απελευθερωμένη αγορά, όπου λογίζονται αυτοί οι κίνδυνοι, τότε σταθμίζονται προσεκτικά. Σε μια οργανωμένη αγορά δεν υπάρχουν συχνά κίνητρα για ανάληψη κινδύνων. Εξαιτίας αυτού, η αγορά ενέργειας συχνά οδηγείται σε αδιέξοδο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΜΕΤΡΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΟΧΩΝ ΚΟΙΝΗΣ ΩΦΕΛΕΙΑΣ

4.1 Γενικά

Το έξυπνο δίκτυο είναι ένας τύπος δικτύου και περιλαμβάνεται στον τομέα της ενέργειας, καθώς είναι ένα σύγχρονο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιεί τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνιών, και σχετίζεται με τη συμπεριφορά των παρόχων και των καταναλωτών ηλεκτρικής ενέργειας. Σκοπός ενός τέτοιου δικτύου είναι να βελτιωθεί η αποδοτικότητα της αξιοπιστίας και της οικονομίας. Εκτός αυτού, επιδιώκεται η βελτίωση της βιωσιμότητας της παραγωγής, αλλά και της διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, όπως επίσης και η βελτίωση της εξοικονόμησης ενέργειας και της αποτελεσματικότητας. Βασική ιδιότητα των έξυπνων δικτύων αποτελεί η δυνατότητα συνεργασίας και σωστού συγχρονισμού, ανάμεσα στους χρήστες και στους φορείς εκμετάλλευσης. Επιπλέον σε ένα έξυπνο δίκτυο δίνεται η δυνατότητα παρακολούθησης και βελτιστοποίησης σε πραγματικό χρόνο της λειτουργίας όλων των διασυνδεδεμένων στοιχείων σε αυτό, είτε πρόκειται για παραγωγούς ηλεκτρικής ενέργειας, είτε προμηθευτές, είτε ακόμα και καταναλωτές.

Απαραίτητα για την ανάπτυξη και τη λειτουργία ενός έξυπνου δικτύου αποτελούν τα έξυπνα συστήματα μέτρησης.

Τα οφέλη που σχετίζονται με το έξυπνο δίκτυο περιλαμβάνουν [14]:

- Αποτελεσματικότερη μετάδοση ηλεκτρικής ενέργειας
- Ταχύτερη ανάκτηση ηλεκτρικής ενέργειας μετά από διακοπές ρεύματος
- Μειωμένο κόστος λειτουργίας και διαχείρισης για επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας που μεταφράζεται σε χαμηλότερο ενεργειακό κόστος προς τους καταναλωτές
- Μειωμένη ζήτηση αιχμής
- Μεγαλύτερη αντοχή στις βλάβες
- Αυξημένη ενσωμάτωση συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μεγάλης κλίμακας

- Καλύτερη ενσωμάτωση συστημάτων παραγωγής ενέργειας, συμπεριλαμβανομένων συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.
- Βελτιωμένη ασφάλεια

4.2 Πρότυπα Συστημάτων Αυτοματισμού και Ελέγχου Κτιρίων

Σημαντικό μέρος των πολιτικών και μέτρων που απαιτούνται βάσει του Πρωτοκόλλου του Κιότο αποτελεί η αύξηση της ενεργειακής αποδοτικότητας. Αυτή πρέπει να λαμβάνετε υπόψη στο σύνολο κάθε δράσεων που πρέπει να ληφθούν για την εκπλήρωση μελλοντικών δεσμεύσεων. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει αναθεωρήσει την Οδηγία για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων (Energy Performance of Buildings Directive - EPBD), με την οποία προωθεί αποτελεσματικά τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, συνυπολογίζοντας τις εξωτερικές και τοπικές κλιματικές συνθήκες, καθώς και τις εσωτερικές κλιματικές απαιτήσεις και τη σχέση κόστους / οφέλους. [15]

Όταν αναφερόμαστε στην ενεργειακή αποδοτικότητα ενός κτιρίου αναφερόμαστε στην πραγματική κατανάλωση ή τις εκτιμώμενες ενεργειακές αξίες που δαπανώνται για την κάλυψη των διαφόρων απαιτήσεων και οι οποίες σχετίζονται με την κανονική χρήση ενός κτιρίου. Οι ακόλουθες πηγές ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας, λαμβάνονται υπόψη κατά τον προσδιορισμό του βαθμού ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου, σύμφωνα με την EPBD:

Πηγές και σχετικά πρότυπα: [16]

- Θέρμανση, (πρότυπα EN 15316-1 και EN 15316-4)
- Ψύξη, (πρότυπο EN 15243)
- Θέρμανση νερού, (πρότυπο EN 15316-3)
- Αερισμός, (πρότυπο EN 15241)
- Φωτισμός, (πρότυπο EN 15193)
- Βοηθητική παροχή ενέργειας

4.3 Παρουσίαση Έξυπνων Μετρητών

4.3.1 OWL Intuition

Το OWL Intuition™ είναι ένα αρθρωτό, συνδεδεμένο στο Διαδίκτυο σύστημα ελέγχου και παρακολούθησης που μπορεί να προβάλει και να επεξεργαστεί όλα τα βασικά χαρακτηριστικά κατανάλωσης και χρήσης ηλεκτρικού ρεύματος. Εκτός από την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, παρακολουθείται η παραγωγή ηλιακής φωτοβολταϊκής ενέργειας, κεντρική θέρμανση και ζεστό νερό. Η δυνατότητα προσθήκης ξεχωριστών ενοτήτων και η δημιουργία ενός δικτύου διαχείρισης της ενέργειας του κτιρίου, είτε πρόκειται για οικία είτε όχι, βοηθούν στην εξοικονόμηση χρημάτων και ενέργειας, αλλά και στην ελάχιστη δυνατή περιβαλλοντολογική επιβάρυνση.

Όλα τα δεδομένα του χρήστη μεταφέρονται αυτόματα και με ασφάλεια στη διαδικτυακή πύλη OWL, όπου είναι δυνατή η ζωντανή παρακολούθηση τους μέσω υπολογιστή με σύνδεση στο διαδίκτυο. Εναλλακτικά προσφέρεται η δυνατότητα πρόσβασης στο OWL Intuition και από smartphone, χρησιμοποιώντας μια ειδική εφαρμογή iPhone ή Android. Το δίκτυο OWL συνδέεται με τον υπάρχοντα ευρυζωνικό δρομολογητή και ασύρματα με τον πομπό αισθητήρων OWL.

Γενικά χαρακτηριστικά

Συχνότητα λειτουργίας 433MHz

Δίκτυο OWL Gateway - 433MHz και 868MHz

Απόσταση ενεργοποίησης άνω των 30μ

Χρόνος ανανέωσης κάθε 12 δευτερόλεπτα

Λειτουργία μπαταρίας > 14 μήνες

Αισθητήρας 230-240VAC 71A με επαγωγική σύνδεση στον κύριο αγωγό και θερμοκρασία λειτουργίας: -25 ° C έως + 65 ° C

Σχετική υγρασία: 25% έως 95%

Θερμοκρασία λειτουργίας: 0 ° C έως 40 ° C

Βαθμός προστασίας: IP30

4.3.2 OWL Micro+

Ο μετρητής ενέργειας OWL micro+ είναι ο πρώτος μετρητής της νέας γενιάς μετρητών ενέργειας οικιακής χρήσης OWL. Προσφέρει ευκολία στη χρήση του και βοηθάει στη μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και συνεπώς μείωση και στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Ο OWL micro+ διαθέτει νέες δυνατότητες και παρά την υψηλή ποιότητα κατασκευής, το κόστος απόκτησης είναι σχετικά χαμηλό.

Γενικά χαρακτηριστικά

Συχνότητα λειτουργίας 433MHz

Απόσταση ενεργοποίησης πάνω από 30m

χρόνος ανανέωσης κάθε 12 δευτερόλεπτα

λειτουργία μπαταρίας > 14 Μήνες

αισθητήριο 230-240VAC 71A με επαγωγική σύνδεση στον κεντρικό αγωγό και θερμοκρασία λειτουργίας : -25 °C to +65 °C

Σχετική υγρασία : 25% to 95%

θερμοκρασία λειτουργίας : 0

Βαθμός προστασίας : IP30

4.3.3 OWL με USB

Ο μετρητής ηλεκτρικής ενέργειας OWL με USB παρέχει, όπως και οι προηγούμενοι όλες τις δυνατότητες καταγραφής της ηλεκτρικής ενέργειας, με τη διαφορά όμως ότι όλες οι καταγραφές σώζονται στην τοπική οθόνη, και είναι έτοιμες να φορτωθούν σε έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή μέσω καλωδίου USB. Αυτή η πρόσθετη λειτουργία "Track & Store", σε συνδυασμό με τρία χρόνια χωρητικότητας μνήμης, διασφαλίζει ότι αυτή η συσκευή μπορεί πραγματικά να βοηθήσει τους

χρήστες στην προσπάθεια εξοικονόμησης της ενέργειας. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί, πως μπορούν να προγραμματιστούν έως και 6 τιμολόγια στην οθόνη, ενώ ακόμη εξυπηρετεί καταναλωτές που επιθυμούν διαφορετικές εργάσιμες ημέρες, π.χ. Τιμολόγια Σαββατοκύριακου.[17]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΜΕΤΡΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΙΝΗΣΗΣ ΣΤΟΥΣ ΔΡΟΜΟΥΣ

5.1 Διαχείριση της κυκλοφορίας

Τα μέτρα κυκλοφορίας στοχεύουν στη διαχείριση και τον έλεγχο της ροής της κυκλοφορίας. Η ομαλή και ομοιόμορφη ροή της κυκλοφορίας καθιστά τις οδικές μεταφορές ασφαλέστερες και μειώνει την κατανάλωση καυσίμου και τις εκπομπές ρύπων. Η μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης, του χρόνου ταξιδιού, και των συχνών στάσεων, σε συνδυασμό με την αύξηση της μέσης ταχύτητας, αλλά και τον περιορισμό των επιταχύνσεων και των επιβραδύνσεων, είναι οι κύριοι στόχοι για την ανάπτυξη μιας ολοκληρωμένης πολιτικής κυκλοφορίας με στόχο τον περιβαλλοντικά βιώσιμο αστικό χώρο. Όμως, όταν σε ένα περιβάλλον το επίπεδο συμφόρησης αλλάζει συνεχώς, χρειάζεται να υπάρχει ένα δυναμικό σύστημα παρακολούθησης, διαχείρισης και παρέμβασης, το οποίο θα λαμβάνει τα κατάλληλα μέτρα για τη βελτιστοποίηση της ροής της κυκλοφορίας.

Έτσι, ο όρος διαχείριση της κυκλοφορίας αναφέρεται στην παρακολούθηση της κυκλοφορίας και σε όλα τα μέτρα που μπορούν να ληφθούν δυναμικά για τη μείωση της συμφόρησης. Αυτά τα μέτρα περιλαμβάνουν τον έλεγχο φωτεινών σηματοδοτών, τα δυναμικά όρια κυκλοφορίας, την ενημέρωση των χρηστών, και σε περιπτώσεις που αυτό είναι απαραίτητο, την ανακατεύθυνση της κίνησης και τον έλεγχο της πρόσβασης των οχημάτων σε συγκεκριμένες περιοχές των πόλεων. Η διαχείριση της κυκλοφορίας αποτελεί μέρος ενός πιο ολοκληρωμένου στρατηγικού σχεδίου κυκλοφορίας. Εδώ έρχεται ο ρόλος των έξυπνων συστημάτων μετάδοσης (Intelligent Transport Systems - ITS). Η λειτουργία τους περιγράφεται ως εξής: [18]

- παρακολούθηση και μετρήσεις της κυκλοφορίας
- λήψη αποφάσεων
- ενημέρωση των χρηστών του δικτύου
- εφαρμογή μέτρων

Στόχος των ITS εκτός από τη μείωση των εκπομπών, αποτελεί η μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης και η αύξηση ασφάλειας, ενώ ταυτόχρονα επιδιώκεται η

βελτίωση των παραμέτρων που ευθύνονται για τις εκπομπές, όπως η μέση ταχύτητα ταξιδιού και η μείωση των ανεπιθύμητων στάσεων.

5.2 Μετρήσεις των μεγεθών της κυκλοφορίας και συνολική διαχείριση

Η κατασκευή ενός συστήματος, στο οποίο θα παρέχονται δεδομένα σε πραγματικό χρόνο, ή έστω σε σχεδόν πραγματικό χρόνο, αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για την επιτυχημένη διαχείριση της κυκλοφορίας, καθώς έτσι είναι δυνατή ανά πάσα στιγμή οποιοδήποτε πρόβλημα εμφανιστεί, να επιλεγθεί η κατάλληλη λύση. Αισθητήρες σωστά τοποθετημένοι στο μήκος του δρόμου χρησιμοποιούνται για την επίβλεψη της κυκλοφορίας και τη μέτρηση των σχετικών μεγεθών όπως η μέση ταχύτητα, το φορτίο κυκλοφορίας, η πυκνότητα κίνησης κ.α. Η πραγματοποίηση των μετρήσεων επιτυγχάνεται κυρίως με συστήματα επαγωγικού βρόχου και με κάμερες (CCTV). Τα δύο αυτά συστήματα εκτελούν τις μετρήσεις είτε σε συγκεκριμένο σημείο είτε από σημείο σε σημείο αντίστοιχα. Στη μέτρηση σημείου παρέχονται δεδομένα ταχύτητας και ροής για ένα μόνο σημείο ανά πάσα στιγμή. Αντίθετα κατά τη μέτρηση από σημείο σε σημείο σας επιτρέπεται η εύρεση της μέσης ταχύτητας μεταξύ δύο σημείων. Οι μετρήσεις κίνησης μπορούν επίσης να γίνουν χρησιμοποιώντας τεχνολογίες εντός οχήματος, όπως η κυμαινόμενη λήψη δεδομένων και η λήψη δεδομένων κινητής τηλεφωνίας. Στη πρώτη μέθοδο χρησιμοποιείται ένα παγκόσμιο σύστημα δορυφορικής πλοήγησης (GNSS) το οποίο συνδυάζεται με μια τεχνολογία ασύρματης επικοινωνίας (GSM, GPRS) με σκοπό τη μετάδοση δεδομένων. Η δεύτερη μέθοδος σχετίζεται με τη μετάδοση πληροφοριών μέσω κινητού τηλεφώνου.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων τα οποία είναι η μέση ταχύτητα (km / h), ο φόρτος (οχήματα / ώρα) και η πυκνότητα της κυκλοφορίας (οχήματα / km) χρησιμοποιούνται για την κυκλοφοριακή παρακολούθηση, τη λήψη μέτρων και την εκτίμηση των εκπομπών λόγω κίνησης. Επίσης για τον προσδιορισμό των εκπομπών είναι απαραίτητο να προσδιοριστεί η σύνθεση της κυκλοφορίας. Τα δεδομένα που λαμβάνονται από τις μετρήσεις αυτές, χρησιμοποιούνται σε επίπεδο έρευνας για να εκτιμηθεί ο αντίκτυπος ενός εφαρμοζόμενου μέτρου στις εκπομπές και να

αναπτυχθούν κυκλοφοριακές στρατηγικές όπως στο πρόγραμμα HEAVEN. Ταυτόχρονα, ωστόσο, μπορούν να δρομολογηθούν σε ένα κεντρικό σύστημα το οποίο ονομάζεται κέντρο αστικής διαχείρισης και ελέγχου κυκλοφορίας (Urban Traffic Management Control - UTMC), όπου καθορίζονται δυναμικές πολιτικές. Εκεί, η κεντρική υπολογιστική μονάδα περιλαμβάνει μοντέλα και αλγορίθμους και συνεχώς εφοδιάζεται από δεδομένα που λαμβάνει από την οδική υποδομή. Ένα ολοκληρωμένο σύστημα ελέγχου και διαχείρισης της κυκλοφορίας περιλαμβάνει τη συνεργασία του συστήματος ελέγχου της κυκλοφορίας (Urban Traffic Control) με τα άλλα συστήματα διαχείρισης της κυκλοφορίας (Traffic Management). Τα δεδομένα από τις μετρήσεις χρησιμοποιούνται για [19]:

- τη δυναμική ρύθμιση και συγχρονισμό φωτεινών σηματοδοτών
- την πληροφόρηση για την κατάσταση της κυκλοφορίας και την απόσταση που διανύθηκε
- την παροχή πληροφοριών για διάρκεια ταξιδιών και αποστάσεις μέσω σημάτων μεταβλητών μηνυμάτων (Variable Message Signs – VMS)
- τη λήψη αποφάσεων για ανακατεύθυνση της κυκλοφοριακής ροής
- την υποστήριξη για μέτρα αναζήτησης στάθμευσης
- τη διαχείριση των μεταφορικών μέσων και τη χορήγηση προτεραιότητας
- την επίβλεψη της κυκλοφορίας και τη ρύπανση

Τα συστήματα κυκλοφοριακού ελέγχου έχουν επίσης και περιβαλλοντική προσέγγιση. Η μελέτη και η επεξεργασία των μετρήσεων και των μοντέλων εκπομπών που είναι συνδεδεμένα με το σύστημα, φέρνουν τα δεδομένα ρύπανσης, τα οποία με τη σειρά τους αποτελούν έναν επιπλέον παράγοντα που συνυπολογίζεται στο ενιαίο σύστημα βελτίωσης.

Από δύο μέρη αποτελείται η δομή ελέγχου της κυκλοφοριακής διαχείρισης, το μοντέλο πρόβλεψης κίνησης (σύστημα) και τον ελεγκτή. Το μοντέλο λαμβάνει μετρήσεις σε πραγματικό χρόνο και δίνει προβλέψεις για το πώς αναμένεται να εξελιχθεί η κυκλοφορία. Τόσο οι λαμβανόμενες ρυθμίσεις όσο και οι εκτιμήσεις κυκλοφορίας τροφοδοτούν το σχήμα ελέγχου από το οποίο και καθορίζεται η στρατηγική που θα ακολουθηθεί. Το σχήμα ελέγχου ορίζει ένα επιθυμητό βέλτιστο σημείο αναφοράς (σημείο ρύθμισης). Το κάθε σημείο ρύθμισης καθορίζεται από συγκεκριμένα κριτήρια. Αυτά έχουν να κάνουν με το κατά πόσο ο στόχος είναι η

ελάττωση των ρύπων ή η μείωση του χρόνου αναμονής των οδηγών ή ακόμα και τα δύο. Όποιος και να είναι ο σκοπός, υπάρχει ανατροφοδότηση της μέτρησης για να επαληθευτεί το κατά πόσο συγκλίνει με το επιθυμητό κριτήριο και να ορίσει με ποιό τρόπο απαιτείται να παρέμβει. Βασικό συστατικό ενός ολοκληρωμένου συστήματος ελέγχου της κυκλοφορίας είναι το σύστημα που ρυθμίζει και συγχρονίζει δυναμικά τα φανάρια.

5.3 Τεχνολογίες για Ηλεκτρικά Οχήματα

Είναι κρίσιμη και απαραίτητη η ύπαρξη της επικοινωνίας ανάμεσα στα διάφορα συστήματα αλλά και ανάμεσα στους σταθμούς φόρτισης και τους χρήστες. Αποτελεί μεγάλη ανάγκη η ομαλή και ασφαλής λειτουργία φόρτισης, τόσο για την προστασία του σταθμού φόρτισης όσο και για την ασφάλεια του χρήστη. Εξίσου σημαντική είναι η διαχείριση μιας κατάστασης μεγάλου αριθμού αυτοκινήτων για τα οποία υπάρχει ταυτόχρονη ανάγκη φόρτισης στην ίδια εγκατάσταση. Συνεπώς για να επιτευχθεί επιτυχημένα η είσοδος των ηλεκτρικών οχημάτων στις αγορές θα πρέπει να είναι οι κατάλληλες συσκευές επικοινωνίας ενσωματωμένες στους σταθμούς φόρτισης και στο ηλεκτρικό δίκτυο. Σε αυτό λοιπόν το έξυπνο ηλεκτρικό δίκτυο (smart grid) είναι απαραίτητη η παρουσία μιας σειράς από χαρακτηριστικά όπως φαίνεται παρακάτω [20].

- Ασφάλεια κατά τη φόρτιση

Είναι ένα σημαντικό ζήτημα, το οποίο αφορά την προστασία της ανθρώπινης ζωής από ηλεκτροπληξία, κατά τη σύνδεση και αποσύνδεση του οχήματος στο δίκτυο. Ωστόσο, παρά τη διαθεσιμότητα των στοιχείων προστασίας των γραμμών τροφοδοσίας εάν η φόρτιση ξεκινήσει χωρίς να συνδεθούν σωστά οι ακροδέκτες - είτε από την πλευρά του οχήματος είτε από την πλευρά της τροφοδοσίας – αυξάνεται η επικινδυνότητα τόσο για ηλεκτροπληξία όσο και για πυρκαγιά. Επομένως, απαιτείται ένα σύστημα ανίχνευσης σωστής συνδεσιμότητας ακροδεκτών και παρουσίας γείωσης στο όχημα. Τότε και μόνο τότε θα ξεκινήσει η φόρτιση.

- Προστασία κέντρου φόρτισης και δικτύου διανομής

Δεν είναι λίγες οι περιπτώσεις που θα συμβεί μεγάλος αριθμός χρηστών να χρειαστεί να φορτίσουν ταυτόχρονα τα ηλεκτρικά τους οχήματα χρησιμοποιώντας την ίδια εγκατάσταση φόρτισης. Είναι δεδομένο, πως λόγω της υψηλής ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας δε θα αργήσει να καταρρεύσει το δίκτυο, όσο και αν αυτό προσπαθεί να προσφέρει ενέργεια πολύ μεγαλύτερη της ονομαστικής του. Επομένως, απαιτείται ένας μηχανισμός ελέγχου, ο οποίος παρακολουθεί την κατάσταση στην περιοχή φόρτισης και επεμβαίνει όποτε και όταν χρειαστεί για να διακόψει την παροχή ή να διανείμει το διαθέσιμο φορτίο σε όλα τα οχήματα που φορτίζονται ταυτόχρονα. Ένας τέτοιος μηχανισμός είναι απαραίτητο να υπάρχει σε κάθε κέντρο φόρτισης, δημόσιο ή ιδιωτικό.

- Ευκολία πληρωμής για υπηρεσίες χρέωσης

Δεδομένου ότι αυτή είναι μια εποχή που η τεχνολογία προσφέρει όλο και περισσότερες δυνατότητες για γρήγορη και αυτόματη μεταφορά πληροφοριών, είναι επιθυμητή η αυτοματοποίηση των οικονομικών συναλλαγών σχετικά με τη φόρτιση οχημάτων και η πραγματοποίησή τους χωρίς τη μεσολάβηση ανθρώπου. Η υποδομή Smart Grid μπορεί να συμβάλει σημαντικά σε αυτό, καθώς επιτρέπει τη μεταφορά σημαντικού όγκου δεδομένων ταυτόχρονα με την παροχή ενέργειας στους καταναλωτές.

- Παροχή βοηθητικών υπηρεσιών για έγχυση ηλεκτρικής ενέργειας στο Δίκτυο - Πραγματοποίηση του έργου V2G

Το γεγονός ότι ο ηλεκτρισμός είναι μια πολύ καλή πηγή ενέργειας δεν αποτελεί από μόνο του το λόγο για τη ταχεία διείσδυση που αναμένεται να έχουν τα ηλεκτρικά οχήματα τα επόμενα χρόνια. Ένα σημαντικό προτέρημα των ηλεκτρικών οχημάτων είναι ότι μπορούν επίσης να λειτουργήσουν ως συσσωρευτές ηλεκτρικής ενέργειας, ως μπαταρίες δηλαδή και μπορούν να επιστρέψουν ηλεκτρική ενέργεια πίσω στο δίκτυο όταν προκύψει ανάγκη, όταν δηλαδή υπάρχει τόσο μεγάλη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας που η κύρια παραγωγή ενέργειας δεν μπορεί να την προσφέρει άμεσα. Αν και κάτι τέτοιο μπορεί να μην ακούγεται πολύ σημαντικό στη πραγματικότητα είναι. Στη περίπτωση που ζητείται μεγαλύτερη ποσότητα ενέργειας από αυτή που προσφέρεται αλλάζει η συχνότητα του δικτύου. Ένα τέτοιο γεγονός μπορεί

να έχει καταστροφικά αποτελέσματα για το δίκτυο καθώς και όσες συσκευές φορτίζονται ή είναι συνδεδεμένες σε αυτό. Κάτι τέτοιο αντιμετωπίζεται μέχρι τώρα, με τη χρήση εφεδρικών γεννητριών, οι οποίες είναι ανά πάσα στιγμή έτοιμες να εγχύσουν ή να απορροφήσουν ενέργεια προς ή από το δίκτυο.

5.4 Η Τεχνολογία V2G

Η ανάγκη, λοιπόν, της παροχής ισχύος πίσω στο δίκτυο από σταθμευμένα οχήματα γέννησε την ιδέα του V2G (Vehicle to Grid). Κάθε όχημα που αποτελεί μέρος αυτού του εγχειρήματος χρειάζεται [21]:

- α. να συνδέεται σε δίκτυο για να ανταλλάσσει ηλεκτρική ενέργεια
- β. να χρησιμοποιεί κατάλληλο εξοπλισμό ελέγχου και επικοινωνίας με τον διαχειριστή δικτύου
- γ. να διαθέτει ενσωματωμένο μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας

Η ύπαρξη του V2G είναι απαραίτητη επειδή επιτρέπει τον λεπτομερή σχεδιασμό της παροχής ηλεκτρικής ενέργειας στο δίκτυο, όταν χρειάζεται. Για να μπορέσει να προγραμματίσει οποιαδήποτε διανομή ισχύος στο δίκτυο, ο διαχειριστής δικτύου πρέπει να βασιστεί στο γεγονός ότι υπάρχουν πολλά οχήματα που είναι συνεχώς συνδεδεμένα στο δίκτυο. Σύμφωνα με έρευνες, κατά μέσο όρο ένα αυτοκίνητο βρίσκεται σε κίνηση μόνο στο 4-5% της ημέρας σε καθημερινή βάση, πράγμα που σημαίνει ότι το υπόλοιπο της ημέρας είναι σταθμευμένο. Επιπλέον, εκτεταμένη έρευνα έχει δείξει ότι κατά τις ώρες αιχμής του ηλεκτρικού δικτύου το 90% των οχημάτων είναι σταθμευμένα. Συνεπώς, η προβλεψιμότητα σχετικά με τη κατάσταση των οχημάτων μπορεί να οδηγήσει στην επιτυχία του εγχειρήματος V2G.

Δύο είναι οι βασικές προϋποθέσεις συμμετοχής ενός οχήματος στο V2G.

- α. Η ύπαρξη ειδικών ηλεκτρονικών συσκευών ισχύος στο όχημα που υποστηρίζουν V2G και
- β. Η επικοινωνία σε πραγματικό χρόνο με τον χειριστή δικτύου, έτσι ώστε να μπορέσει ο τελευταίος να ζητήσει ρεύμα από το όχημα όταν απαιτείται.

Η επιτυχία του έργου V2G εξαρτάται από το κατά πόσο θα υπάρχει ανά πάσα στιγμή μεγάλος αριθμός οχημάτων με αρκετή ποσότητα ενέργειας αποθηκευμένη, γι' αυτό άλλωστε είναι και σημαντική η πρόβλεψη της ενέργειας που το δίκτυο χρειάζεται. Όσον αφορά τους ιδιοκτήτες των οχημάτων που αποτελούν μέλη του V2G, τότε αυτοί επωφελούνται για την παροχή αυτών των υπηρεσιών, λαμβάνοντας τα κατάλληλα οικονομικά οφέλη όπως η μείωση στο λογαριασμό ρεύματος.

Μέσα από την οπτικοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας ο χρήστης βοηθιέται στην κατανόηση του κόστους της ενέργειας. Ωστόσο, οι βέλτιστες αποφάσεις μπορούν να ληφθούν μόνο από συστήματα αυτοματοποιημένης διαχείρισης ενέργειας (Energy Management Systems - EMS). Για την αλληλεπίδραση με το χρήστη, αυτά τα συστήματα χρησιμοποιούν μονάδες διαχείρισης ενέργειας (Energy Management Units - EMU). Χάρη σε αυτές τις μονάδες επιτυγχάνεται η αλληλεπίδραση ανάμεσα στους χρήστες και το ενεργειακό δίκτυο. Έτσι οι καταναλωτές μπορούν να παρακολουθούν, να ελέγχουν και να βελτιστοποιούν την κατανάλωση ενέργειας. Παρόλο που τα συστήματα διαχείρισης ενέργειας ήταν εμπορικά διαθέσιμα για μερικές δεκαετίες, τώρα αυξάνονται περαιτέρω εξαιτίας των πρόσφατων εξελίξεων στα έξυπνα δίκτυα.

1) Η επικοινωνία EVSE με την EMU. Η EVSE, δηλαδή ο εξοπλισμός φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων (Electric Vehicle Supply Equipment - EVSE) δημιουργεί μέσω HAN (δίκτυο οικιακής περιοχής, home area network) σύνδεση με την EMU. Στις πιο δημοφιλείς τεχνολογίες του HAN συναντώνται οι:

- α) ZigBee,
- β) τεχνολογία WLAN (δηλαδή τεχνολογία βασισμένη στο πρότυπο 802.11, δηλαδή το Wifi) και
- γ) οι φεμτοκυψέλες των κυψελωτών δικτύων.

Το ZigBee επιτυγχάνει μια ικανοποιητική τηλεπικοινωνιακή κάλυψη πετυχαίνοντας μια εμβέλεια από 30 έως 40m και ικανοποιητική ταχύτητα μετάδοσης δεδομένων (256kbps). Παράλληλα προσφέρει χαμηλή κατανάλωση ενέργειας, ενώ το κόστος εγκατάστασης παραμένει χαμηλό. Εξαιρετική επιλογή για το HAN αποτελεί και η τεχνολογία WLAN μιας και είναι πλέον πανταχού παρούσα. Σαν σημεία πρόσβασης για τα κυψελοειδή δίκτυα χρησιμοποιούνται οι φεμτοκυψέλες. Η

ευρυζωνική σύνδεση καταναλωτή χρησιμοποιείται από αυτή τη τεχνολογία για τη σύνδεση στο δίκτυο κορμού του ασύρματου φορέα. Έτσι οι φεμτοκυψέλες πετυχαίνουν την απαραίτητη κάλυψη εφαρμογών Smart Grid, σε εσωτερικούς χώρους.

2) Η επικοινωνία EMU με το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας. Η επικοινωνία μεταξύ EMU και δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να επιτευχθεί από την υφιστάμενη υποδομή συστήματος ψηφιακών μετρήσεων. Για το σκοπό αυτό, είναι διαθέσιμες οι ακόλουθες υποψήφιες τεχνολογίες [22]:

- a. Επικοινωνία γραμμής ισχύος (Power Line Communication - PLC): Η PLC τεχνολογία είναι μια από τις πλέον κατάλληλες στην αλληλεπίδραση μεταξύ της EMU με το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας. Το ότι αυτή η υποδομή έχει ήδη εγκατασταθεί είναι σίγουρα βασικό κίνητρο για τη χρήση του PLC. Ανάλογα με τη ζώνη συχνοτήτων λειτουργίας και το ρυθμό μετάδοσης δεδομένων οι τεχνολογίες PLC χωρίζονται στις εξής κατηγορίες:
 - a. Ευρυζωνικό PLC: Συχνότητα λειτουργίας από 1,8 έως 250MHz και ο ρυθμός μετάδοσης δεδομένων από μερικά Mbps έως μερικά εκατοντάδες Mbps.
 - b. PLC στενής ζώνης: Συχνότητα λειτουργίας από 3 έως 500 KHz, άλλα με χαμηλότερο ρυθμό δεδομένων.
 - c. Ultra Narrowband PLC: Είναι παλαιότερη τεχνολογία από αυτές που αναφέρθηκαν παραπάνω και η ταχύτητα μετάδοσής της είναι μερικές εκατοντάδες bps.

Ωστόσο, η μετάδοση με τη χρήση της τεχνολογίας PLC συνοδεύεται με κάποια μειονεκτήματα. Στο φυσικό μέσο μετάδοσης εμφανίζεται υψηλή εξασθένιση και μεγάλα επίπεδα θορύβου. Σημαντική εξασθένιση προκαλείται επίσης και από τους μετασχηματιστές, και αυτό είναι κάτι που μειώνει την απόσταση επικοινωνίας. Κάτι τέτοιο βέβαια είναι αντιμετωπίσιμο με τη χρήση επαναληπτών, αλλά το πρόσθετο κόστος αυτών πρέπει να λαμβάνεται υπόψη εξαρχής. Τέλος, σε ορισμένες χώρες όπως π.χ. στην Ιαπωνία, υπάρχουν περιοριστικοί κανονισμοί ως προς τη χρήση της τεχνολογίας PLC.

β. Δίκτυο λευκού χώρου (Whitespace): Μέρη του φάσματος συχνοτήτων απελευθερώθηκαν με την απόδοση τηλεπικοινωνιακού φάσματος για την ευρυζωνική ψηφιακή τηλεόραση. Το πρότυπο IEEE 802.22 για το Ασύρματο Περιφερειακό Δίκτυο (WRAN) χρησιμοποιεί αυτά τα ελεύθερα μέρη. Με τη χρήση αυτής της τεχνολογίας επιτυγχάνονται τα ακόλουθα πλεονεκτήματα:

- a. Επίτευξη υψηλού ρυθμού μετάδοσης δεδομένων με οικονομικό τρόπο. Χάρη στη υψηλή διείσδυση και τη μεγάλη εμβέλεια της δικτύωσης Whitespace εξαλείφεται η ανάγκη για πολύπλοκες αρχιτεκτονικές.
- b. Χρήση ευρυζωνικής σύνδεσης καταναλωτή: Μπορεί να γίνει χρήση μιας ευρυζωνικής τεχνολογίας, η οποία είναι ήδη εγκατεστημένη στον προσωπικό χώρο του καταναλωτή. Αυτές οι ευρυζωνικές τεχνολογίες χρησιμοποιούν το πρωτόκολλο δικτύου IP και μπορούν εύκολα να συνδεθούν με άλλα δίκτυα τηλεπικοινωνιών που βασίζονται σε IP και είναι πανταχού παρόντα.

Υπάρχουν, φυσικά, και κάποια μειονεκτήματα:

- a. Ειδικά στις αναπτυσσόμενες χώρες, ο αριθμός των ψηφιακών μετρητών ενέργειας είναι γενικά πολύ μεγαλύτερος από τον αριθμό ευρυζωνικών συνδέσεων.
- b. Σε ορισμένες περιπτώσεις ο χρόνος διακοπής λειτουργίας συσκευής ή υπηρεσίας μπορεί να είναι πολύ μεγάλος και απαράδεκτος για κρίσιμες εφαρμογές ενός έξυπνου δικτύου.
- γ. Άλλες τεχνολογίες: Τα δίκτυα με οργάνωση πλέγματος (Mesh) αποτελούν μια εναλλακτική τεχνολογία για υποδομές συστημάτων ψηφιακών μετρήσεων. Τα δίκτυα πλέγματος τείνουν να κάνουν χρήση τεχνολογίες ασύρματης δικτύωσης, όπως IEEE 802.11, 3G / 4G / 5G, κ.λπ. Το ποια από τις τεχνολογίες αυτές θα χρησιμοποιηθεί εξαρτάται από διάφορους περιορισμούς, τεχνικής, στρατηγικής ή νομικής φύσεως.

Τα κινούμενα ηλεκτρικά οχήματα χρησιμοποιούν δημόσιους σταθμούς ταχείας φόρτισης για τη φόρτιση των μπαταριών τους. Η σχετική ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας είναι ένα μέγεθος που ποικίλλει τοπικά αλλά και με την πάροδο του χρόνου. Γίνεται κατανοητό, λοιπόν, ότι σε πολλές περιπτώσεις είναι πιθανόν να εμφανιστεί μια αδυναμία του ηλεκτρικού δικτύου να εξυπηρετήσει, τοπικά, έναν αριθμό οχημάτων όταν αυτά ξεπεράσουν έναν οριακό αριθμό. Είναι επομένως απαραίτητο η συσσωρευμένη ζήτηση να διανεμηθεί σε γειτονικούς σταθμούς χρησιμοποιώντας κατάλληλη τηλεπικοινωνιακή υποδομή.

Το γεγονός ότι τα δημόσια κυψελωτά δίκτυα είναι πανταχού παρόντα σημαίνει ότι η απαραίτητη τηλεπικοινωνιακή κάλυψη υπάρχει με οικονομικό τρόπο. Κάθε κατασκευαστής ψηφιακών μετρητών ενέργειας ενσωματώνει κατάλληλα τηλεπικοινωνιακά κυκλώματα στις συσκευές του μέσα από τις οποίες καθίσταται δυνατή η επικοινωνία με τα κυψελωτά δίκτυα. Με τα κυκλώματα αυτά, δεδομένα που αφορούν είτε τη φόρτιση είτε άλλες εφαρμογές του V2G ανταλλάσσονται σε τακτά χρονικά διαστήματα, κάθε 10-15 λεπτά περίπου. Τα περισσότερα κυψελοειδή δίκτυα έχουν επαρκείς δυνατότητες για να ανταπεξέλθουν και να λειτουργούν ικανοποιητικά για αυτό το σκοπό. Μερικά από τα πλεονεκτήματα των κυψελωτών δικτύων είναι: [23]:

- a. Τα κυψελωτά δίκτυα έχουν προχωρήσει αρκετά ως τεχνολογία, σε βαθμό που είναι ικανά να καλύψουν τις ανάγκες ενός έξυπνου δικτύου.
- b. Δεδομένου ότι όλα τα κυψελωτά δίκτυα λειτουργούν σε ένα καθορισμένο φάσμα συχνοτήτων, δεν χρειάζεται η μίσθωση για χρήση μη εξουσιοδοτημένων ζωνών συχνοτήτων.
- c. Τα κυψελωτά δίκτυα είναι κλιμακούμενα με τέτοιο τρόπο που μπορούν να καλύψουν μεγάλο αριθμό συνδέσεων ηλεκτρικών οχημάτων.

Πολύ καλή υποψήφια τεχνολογία για το εγχείρημα του V2G αποτελεί επίσης και η παγκόσμια διαλειτουργικότητα πρόσβασης μικροκυμάτων (Worldwide Interoperability for Microwave Access - WIMAX). Με τη χρήση WIMAX προσφέρονται υψηλή χωρητικότητα, μεγάλη κάλυψη, μικρή καθυστέρηση, χαμηλό κόστος ανά bit πληροφορίας και διατίθεται και η απαιτούμενη ποιότητα υπηρεσιών

(Quality of Service - QoS). Ενδεικτικά, αν και κατά τη φόρτιση ηλεκτρικών οχημάτων σε δημόσιους σταθμούς φόρτισης παράγεται χαμηλή κίνηση δεδομένων, ο αναμενόμενος αριθμός συνδέσεων είναι μεγάλος. Για κινητά ηλεκτρικά οχήματα, απαιτείται υψηλή ταχύτητα μετάδοσης δεδομένων για εφαρμογές που βασίζονται στη γεωγραφική τοποθεσία. Στη πλειοψηφία των περιπτώσεων, οι εφαρμογές εντός οχήματος απαιτούν εκτεταμένη κάλυψη, υψηλή κινητικότητα και διασφάλιση του quality of service. Το WIMAX διαθέτει τις απαραίτητες δυνατότητες για τη διαχείριση της μετάδοσης τέτοιων δεδομένων.

Τα ασύρματα δίκτυα που χρησιμοποιούν οργάνωση σε πλέγμα (Wireless Mesh Networks - WMN) παρέχουν την απαιτούμενη συνδεσιμότητα μεταξύ οδηγών ηλεκτρικών οχημάτων και δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας. Επιπλέον, το χαμηλό κόστος, η μεγάλη επεκτασιμότητα, οι δυνατότητες αυτοθεραπείας και αυτοοργάνωσης, σε συνδυασμό με την υποστήριξη κινητικότητας, καθιστούν το WMN έναν ισχυρό διεκδικητή. Τα WMN διαθέτουν ικανό εύρος ζώνης και ευκολία διαπομπής σε υψηλή ταχύτητα. Η δομή, επίσης, των WMN είναι τέτοια που επιτρέπει την εύκολη ενσωμάτωσή τους σε υφιστάμενα δίκτυα. Όμως εμφανίζουν και κάποια μειονεκτήματα:

- a. Η κάλυψη τους επηρεάζεται από διαλείψεις και παρεμβολές, ειδικά στα αστικά περιβάλλοντα.
- b. Στη περίπτωση προβλημάτων βρόχου υπάρχει το ενδεχόμενο μείωσης του διαθέσιμου εύρους ζώνης.

5.5 Το σύστημα Μέτρησης

Το σύστημα μέτρησης συγκροτείται από την πύλη και τους ψηφιακούς μετρητές. Πληροφορίες που αφορούν την ισχύ της φόρτισης αποστέλλονται από τους μετρητές του κάθε σταθμού φόρτισης στην πύλη μέσω του ZigBee, όταν κάτι τέτοιο ζητηθεί. Οι πληροφορίες αυτές είναι μεταξύ άλλων η τάση, το ρεύμα, η συχνότητα, ο συντελεστής ισχύος και η κατανάλωση ενέργειας. Επίσης οι ψηφιακοί μετρητές αποτελούν μέρος στο δίκτυο πλέγματος ZigBee που δημιουργήθηκε από τον συντονιστή ZigBee. Τέλος, για τη σωστή και αποτελεσματική λειτουργία των

μετρητών, είναι απαραίτητη η συσχέτιση μεταξύ του τύπου σύνδεσης ενός ηλεκτρικού οχήματος και της ταυτότητας του αντίστοιχου μετρητή.

5.6 Σύστημα Αυτόματης Αναγνώρισης Ηλεκτρικών Οχημάτων Μέσω RFID

Στην ενότητα που ακολουθεί θα παρουσιαστεί η αρχιτεκτονική του συστήματος χρήσης ραδιοσυχνοτήτων (Radio Frequency Identification – RFID) η οποία αναπτύχθηκε για να προσφέρει στους οδηγούς ηλεκτρικών οχημάτων ταυτοποίηση και έγκριση και δίνει τη δυνατότητα άμεσης και αυτόματης φόρτισης σε αντίστοιχους σταθμούς. Η διαδικασία είναι αυτόματη και δεν χρειάζεται ανθρώπινη παρέμβαση για να πραγματοποιηθεί και είναι εφικτή μέσω της τεχνολογίας ZigBee και μέσω των δικτύων πλέγματος Mesh Network. Ο κεντρικός συντονιστής ZigBee που είναι εγκατεστημένος μέσα στο σταθμό φόρτισης λειτουργεί μέσω ασύρματου δικτύου και περιλαμβάνει router, που είναι τοποθετημένα μέσα στα οχήματα, και πιο συγκεκριμένα στο VMM των οχημάτων, που είναι ουσιαστικά ένα πρόγραμμα εικονικής μηχανής.

Ο συντονιστής είναι εγκατεστημένος στην πύλη του δικτύου του σταθμού, και αναγνωρίζει τις RFID ετικέτες λειτουργώντας ως αναγνώστης RFID.

Κάθε δρομολογητής που βρίσκεται εντός των οχημάτων, και λειτουργεί ως RFID reader χρησιμοποιεί την 64-bit διεύθυνση MAC κύριο χαρακτηριστικό όλων των συσκευών ZigBee. Τα δεδομένα από τα ηλεκτρικά οχήματα φθάνουν μέσω του δικτύου στο συντονιστή. Αυτό καθιστά δυνατή την επικοινωνία μεταξύ των οχημάτων και του σταθμού φόρτισης με σήματα RF. Αν και κάθε ηλεκτρικό όχημα (Electric Vehicle – EV) απορροφά ισχύ από τον αντίστοιχο σταθμό φόρτισης, όλα τα EV συγκεντρώνουν τα δεδομένα σε έναν κεντρικό σταθμό. Αυτή η διαδικασία γίνεται για να μένει το κόστος της λειτουργίας χαμηλό, αλλά και να είναι όσο απλό γίνεται. Το σύστημα έχει τη δυνατότητα αμφίδρομης επικοινωνίας μιας και οι σταθμοί φόρτισης μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους. Αυτό αποτελεί μεγάλο πλεονέκτημα γιατί έτσι κάθε συγκρότημα φόρτισης μπορεί να εξυπηρετεί πολλούς τοπικούς σταθμούς και τα αντίστοιχα EV. [24]

Ταυτοποίηση (authentication) για την διαδικασία φόρτισης μέσω RFID

Η πρώτη επαφή ενός EV για την ταυτοποίηση ενός οχήματος πριν την φόρτιση του γίνεται μέσω μιας συγκεκριμένης διαδικασίας.

- α. Γίνεται η ανάκτηση της διεύθυνσης MAC, μέσω του δρομολογητή ZigBee του οχήματος,
- β. Ελέγχεται η αδειοδότηση (authorization), για την φόρτιση του χρήστη,
- γ. Το σύστημα ανιχνεύει αν το όχημα έχει συνδεθεί με το σταθμό φόρτισης, με καλώδιο που είναι εγκεκριμένο και πληροί όλες τις προδιαγραφές.

Συντονιστής ZigBee: Ο RFID reader

Ο συντονιστής αυτός λειτουργεί ως αναγνώστης ετικετών και διαχειρίζεται τα μηνύματα από την κεντρική πύλη του δικτύου μέχρι τις τερματικές συσκευές που βρίσκονται στα οχήματα. Όταν ένας δρομολογητής ZigBee συνδεθεί με το δίκτυο, ο συντονιστής μέσω μιας 16 bit διεύθυνσης κάνει την συσχέτιση με την μοναδική διεύθυνση MAC της συσκευής. Για να γίνει αυτή η συσχέτιση χρησιμοποιείται ο συντονιστής CC2530 ZNP (ZigBee Network Processor). Το έργο του είναι να αναγνωρίζει το όχημα και εάν εισέρχεται ή αποχωρεί από τον σταθμό. Αυτή η αναγνώριση γίνεται με την ανίχνευση του RSSI (Received Signal Strength Indication), ενός σήματος που εκπέμπει το ZigBee router του οχήματος. Επίσης ένα πρωτόκολλο χειραψίας (handshake protocol), εξασφαλίζει την σύνδεση των συσκευών του δικτύου με το RFID reader και το RFID tag.

Vehicle Monitoring/ Identification Module (VMM)

Κάθε ηλεκτρικό όχημα έχει ενσωματωμένη μια υπολογιστική μονάδα την VMM. Αυτή ελέγχει και αναγνωρίζει την ετικέτα, όπως ένα συμβατικό RFID τσιπ, το EV το οποίο εισέρχεται με βάση την μοναδική του διεύθυνση MAC και παρακολουθεί την κατάσταση του μέσω του διαύλου του συστήματος CAN (Controller Area Network). Η μονάδα αυτή αποτελείται από ένα μικροεπεξεργαστή και έναν RF πομποδέκτη και έτσι επιτυγχάνεται η επικοινωνία με τον συντονιστή ZigBee. Επίσης η παρακολούθηση του διαύλου CAN που βρίσκεται στο όχημα, γίνεται μέσω ενός τσιπ που επιτρέπει την σύνδεση του πομποδέκτη MCP2551 με τον

μικροεπεξεργαστή (Atmega 328). Η σύνδεση της μονάδας με τον συντονιστή γίνεται μέσω του λογισμικού. Μέσω αυτού γίνεται απόκριση σε ID requests και η διατήρηση της ασύρματης σύνδεσης με το δίκτυο μέσω της εκπομπής περιοδικών μηνυμάτων χειραψίας ή η επανεκκίνηση του σε περίπτωση διακοπής της εκπομπής αυτών των μηνυμάτων. [25]

Ανίχνευση σύνδεσης του οχήματος

Με την είσοδο του οχήματος στο σταθμό φόρτισης γίνεται η αντιστοίχιση του ID του οχήματος με το σημείο φόρτισης του μέσω ενός κεντρικού εξυπηρετητή. Τότε γίνεται η παραγωγή ενός πιλοτικού σήματος και μέσω αυτού καταγράφεται η σύνδεση ενός καινούργιου EV. Η ανίχνευση αυτή γίνεται με την αλλαγή στο επίπεδο της τάσης του σήματος μετά την σύνδεση του EV στο σταθμό φόρτισης. Το πιλοτικό σήμα εξασθενεί όταν εισέρχεται στον μετατροπέα A/D. Ένα χαμηλοπερατό φίλτρο (Lowpass Filter - LPF) χρησιμοποιείται για να παραχθεί τάση DC. Μετά την λήψη του πιλοτικού σήματος, το κύκλωμα παράγει έναν μεταβλητού κύκλου λειτουργίας (duty cycle) παλμό που παρέχει το διαθέσιμο ρεύμα φόρτισης στο EV, με τις προδιαγραφές του προτύπου J1772. Το PWM (Pulse Width Modulation) μετατρέπεται από 3.3 V σε +/- 12 V , μέσω ενός συγκριτή υστέρησης (Schmitt trigger) και τροφοδοτεί το EV. Το πανεπιστήμιο UCLA των ΗΠΑ έχει δημιουργήσει ένα σύστημα αυτόματης αναγνώρισης και αδειοδότησης οχημάτων για την φόρτιση τους που βασίζεται στην λειτουργία που περιγράφεται παραπάνω το WINSmartEV. Εκτός των VMMS που είναι ενσωματωμένα στα οχήματα, προστέθηκαν νέα λογισμικά (firmware) πάνω στο υπάρχον υλικό. Ο ακρογωνιαίος λίθος όμως της λειτουργίας όπως έχει περιγραφεί είναι τα δίκτυα πολλαπλών σημείων ή δίκτυα πλέγματος (mesh networks) που επιτρέπουν την επικοινωνία των EV των οχημάτων με τους σταθμούς φόρτισης χωρίς να υπάρχουν ιδιαίτερες παρεμβολές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΜΕΤΡΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΝΑΝΤΙΑ ΣΕ ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ

Η παγκοσμιοποίηση που εμφανίστηκε στα τέλη του 20ου και κυρίως στον 21ο αιώνα, δημιούργησε νέες κοινωνικές, πολιτικές, οικονομικές και πολιτιστικές αναταράξεις στην ομαλή λειτουργία των οργανισμών, των επιχειρήσεων και κυρίως των κοινωνιών.

Οι προοδευτικές αλλαγές που προέκυψαν σε θεσμικό και οικονομικό επίπεδο έφεραν την σύγχρονη κοινωνία σε ένα πιο " εξελιγμένο" σημείο σε σχέση με πριν. Ταυτόχρονα αυτό έφερε παγκοσμίως πολλές συγκρούσεις ή εμφανίστηκαν κραδασμοί στην κοινωνία που δεν επέτρεψαν στον κόσμο να αποβάλλει την ανασφάλεια του, με αποτέλεσμα αυτή να επεκταθεί και να δημιουργηθούν νέες μορφές κινδύνου. Έτσι η ανασφάλεια αυτή παγκοσμιοποιήθηκε.

Έχοντας σήμερα τη δυνατότητα άμεσης επικοινωνίας, γρήγορης πληροφορίας ή αυτόματης μεταφοράς κεφαλαίων, γίνεται κατανοητό ότι άμεσες θα είναι και οι συνέπειες σχεδόν σε όλον τον πλανήτη μετά από κάποιο γεγονός μείζονος σημασίας. Αυτή η πορεία συνεχούς ανάπτυξης μπορεί να επιβραδυνθεί ή και να ανατραπεί ακόμα, μετά από μια φυσική καταστροφή, δημιουργώντας σοβαρά προβλήματα στην κοινωνία, την οικονομία και το περιβάλλον και πλήττοντας όχι μόνο μεμονωμένα τα άτομα μιας μικρής κοινωνίας αλλά και τη διεθνή κοινότητα. [26]

Οι κοινωνίες ζουν κάτω από το πλαίσιο κανόνων, συμβάσεων, αντιλήψεων και σημείων αναφοράς. Κάθε κρίση που μπορεί να προκύψει δημιουργεί διατάραξη της δομής και των κοινωνικών σχέσεων των μελών της.

Σε περιόδους έκτακτων καταστάσεων, πρέπει να εντατικοποιείται και να συντονίζεται σωστά όχι μόνο όταν αυτές συμβαίνουν, αλλά και πριν συμβούν λαμβάνοντας προληπτικά μέτρα και κατόπιν λύνοντας τα προβλήματα που ενδεχομένως θα προκύψουν.

Κάθε επικείμενο κακό, με την πιθανότητα μιας δυσάρεστης εξέλιξης μπορεί να θέσει σε κίνδυνο και να προκαλέσει ανεπιθύμητες επιπτώσεις στη λειτουργία ενός

συστήματος. Ο κίνδυνος (Hazard) αναφέρεται μόνο στο γεγονός που θα συμβεί, και όχι στα αποτελέσματα που θα φέρει.

Κάθε φυσικό φαινόμενο που μπορεί να εκδηλωθεί είτε στη βιόσφαιρα ή τη λιθόσφαιρα, είτε στην υδρόσφαιρα ή την ατμόσφαιρα, προσδιορισμένο χωρικά και με δεδομένο μέγεθος μπορεί να προκαλέσει δυσμενείς επιπτώσεις στο κοινωνικό σύνολο.

Αυτό ονομάζεται φυσικός κίνδυνος και αποτελεί το σημαντικότερο πρόβλημα των ανθρώπων, στην πορεία της ζωής τους πάνω στη γη. Οι επιπτώσεις των φυσικών κινδύνων μπορεί να οδηγήσουν σε φυσική καταστροφή. Μια κατάσταση κατά την οποία θα προκύψουν αρνητικές συνέπειες στην κοινωνία και το περιβάλλον.

6.1 Βασικά Στοιχεία ενός Συστήματος Διαχείρισης Φυσικών Καταστροφών

Στην εποχή που συμβαίνουν όλες αυτές οι παγκόσμιες αλλαγές, οικονομικές, πολιτικές, κοινωνικές και κλιματικές ο κόσμος προσπαθεί να προσαρμοστεί και να τις αντιμετωπίσει. Οι περισσότερες από αυτές τις αλλαγές όμως έχουν φέρει δυσάρεστες, και ίσως μη αναστρέψιμες καταστάσεις.

Οι πολύμηνες ξηρασίες στη Νότια Ευρώπη ή στην Αφρική, η εκτεταμένη μόλυνση του περιβάλλοντος σε ατμόσφαιρα και ύδατα ή η μείωση των διαθέσιμων φυσικών πόρων είναι προβλήματα που η επίλυση τους σίγουρα δεν είναι απλή.

Η κλιματική αλλαγή, η αύξηση του αριθμού των φυσικών καταστροφών και των πλημμυρών, έχουν προκαλέσει περιβαλλοντικές πιέσεις και κοινωνικές κρίσεις σε περιοχές που είναι ήδη εκτεθειμένες σε φυσικούς κινδύνους, (κάτοικοι χαμηλού υψομέτρου νησιών ή παραποτάμιων περιοχών), με αποτέλεσμα να οδηγηθούν οι κοινωνίες αυτές σε οικονομική δυσχέρεια ή σε τοπικές συγκρούσεις για την επιβίωση τους.

Οι ανάγκες για παρακολούθηση και εντοπισμό των κινδύνων και έγκαιρης προειδοποίησης και κατευθυντήριων γραμμών πριν ή κατά την διάρκεια τους έκανε

τους επιστήμονες να οργανώσουν συστήματα παρακολούθησης και έγκαιρης προειδοποίησης τα EWS (Early Warning Systems).

Αυτά διαχωρίζουν τις πληροφορίες που μπορούν να μας δώσουν σε δύο αλληλένδετες κατηγορίες δραστηριοτήτων. [27]

- 1) Τις δραστηριότητες πριν την φυσική καταστροφή όπου γίνεται έρευνα και μελέτη των υπαρχουσών συνθηκών, αξιολόγηση των κινδύνων και βελτίωση των δεδομένων με σκοπό τον μετριάσμό τους και προσπάθεια να τεθούν όλοι οι μηχανισμοί σε κατάσταση ετοιμότητας, για την αντιμετώπιση τους.
- 2) Τις δραστηριότητες μετά τη φυσική καταστροφή με γρήγορη αντίδραση στα προβλήματα που θα προκύψουν, αποκατάσταση των ζημιών που θα δημιουργηθούν, κοινωνική και οικονομική ανασυγκρότηση των περιοχών.

Με τη χρήση του EWS υπάρχει έγκαιρη προειδοποίηση και η πληροφόρηση που δίνεται μέσω πιστοποιημένων ιδρυμάτων ή οργανισμών που έχουν την ευθύνη της χρήσης του, πρέπει να είναι αποτελεσματική για την αποφυγή ή έστω την μείωση του κινδύνου των κατοίκων που αφορά.

Το σύστημα έγκαιρης προειδοποίησης EWS χρησιμοποιεί συστήματα πληροφορικής ή επικοινωνιών για τη λειτουργία του. Οι τεχνικές και τεχνολογικές δυνατότητες που υπάρχουν σήμερα, μας έχουν δώσει εξελιγμένα όργανα παρατήρησης. Έτσι επιτυγχάνεται συλλογή δεδομένων σε μεγαλύτερο εύρος και χωρίς να υπάρχει απαραίτητα η φυσική παρουσία ανθρώπων. Τα εναέρια μέσα παρατήρησης, π.χ. τα αεροσκάφη, οι δορυφόροι ή οι μετεωρολογικοί σταθμοί, μας τροφοδοτούν με σημαντικά δεδομένα για την παρατήρηση της γης από αέρος.

Αντίστοιχος ειδικευμένος τεχνολογικός εξοπλισμός, ίσως σε μικρότερο εύρος επιστημονικής παρατήρησης, υπάρχει και για την επίγεια παρακολούθηση σε περιπτώσεις μετακίνησης των εδαφών, ή κατολισθήσεων.

6.2 Τεχνολογίες επιτήρησης πυρκαγιών και σχετικής ανάδρασης

Τις τελευταίες δεκαετίες, έχει παρατηρηθεί έξαρση δασικών πυρκαγιών με ανυπολόγιστες επιπτώσεις, στη δομή και τη λειτουργία των οικοσυστημάτων, στον τομέα της αειφόρου ανάπτυξης και κατά συνέπεια στον ίδιο τον άνθρωπο. Το γεγονός αυτό οφείλεται σε ποικίλα αίτια, μεταξύ των οποίων η συσσώρευση των ανθρώπων στα μεγάλα αστικά κέντρα, η εκτεταμένης διάρκειας τουριστική κίνηση αλλά και η παντελής εγκατάλειψη των δασικών εκτάσεων από την πλευρά τόσο των πολιτών όσο και της πολιτείας. Ο έγκαιρος εντοπισμός και η αντιμετώπιση των δασικών πυρκαγιών αποτελεί μία μεγάλη πρόκληση για τα αρμόδια όργανα, με κίνητρο την πρόληψη μιας ανεπανόρθωτης φυσικής καταστροφής. Η πυρανίχνευση περιλαμβάνει, κατά κύριο λόγο, παραδοσιακές μεθόδους δασοπυρόσβεσης, όπως η χρήση πυροφυλάκιων και οι περιπολίες, οι οποίες έχουν χαμηλότερη αποδοτικότητα και ως εκ τούτου δεν επιδρούν σημαντικά στη μείωση των δασικών πυρκαγιών. Μία από τις πιο σύγχρονες μεθόδους στον τομέα της πυρόσβεσης είναι η ανάπτυξη αυτόματων συστημάτων που εντοπίζουν και παρακολουθούν την εξέλιξη μιας πυρκαγιάς.

Δεδομένου ότι ο χρόνος ανίχνευσης και ανάφλεξης θεωρείται καθοριστικός παράγοντας στην προσπάθεια αντιμετώπισης μιας πυρκαγιάς, η χρήση συστημάτων και αλγόριθμων που δύνανται να προσομοιάσουν την εξέλιξη μιας πυρκαγιάς και τον ρυθμό επέκτασής της θα μπορούσε να διευκολύνει ιδιαίτερα την λήψη αποφάσεων τόσο αναφορικά με την κατάσβεση όσο και με την εφαρμογή μέτρων προστασίας των πολιτών (π.χ. εκκένωση μιας περιοχής). Τα μέσα αυτά έχουν αναπτυχθεί με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτρέπουν την παρακολούθηση περιοχών χιλιάδων τετραγωνικών χιλιομέτρων για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Η εγκατάσταση των εν λόγω συστημάτων προβλέπεται να συμβάλει στην πρόληψη αλλά και στην έγκαιρη αντιμετώπιση των πυρκαγιών, μειώνοντας σημαντικά τις πιθανότητες μιας μεγάλου μεγέθους καταστροφής.

Τα τελευταία χρόνια συστήματα επιτήρησης και ανίχνευσης δασικών πυρκαγιών είτε από το έδαφος είτε μέσω δορυφόρων γίνονται ολοένα και πιο διαδεδομένα. Μάλιστα, τα δορυφορικά συστήματα έχουν αποδειχθεί ιδιαίτερα αποτελεσματικά στην παρακολούθηση μεγάλων δασικών εκτάσεων σε χώρες όπως ο Καναδάς. Παρόμοια συστήματα αναπτύσσονται σταδιακά και στην Ευρώπη.

Παράλληλα, εξετάζονται και άλλοι τύποι ανιχνευτών και φωτογραφικών μηχανών ως προς την αποδοτικότητα τους αναφορικά με την ανίχνευση πυρκαγιάς εδάφους, όπως δεδομένα αισθητήρων (Charge Coupled Device, CCD), ανιχνευτές υπέρυθρων (IR), LIDAR και RADAR. Το RADAR τείνει να αξιοποιείται για την ανίχνευση του στροβιλισμού που δημιουργείται στη στήλη του αέρα πάνω από τη φωτιά, ενώ οι ανιχνευτές τύπου LIDAR εκπέμπουν δέσμες λέιζερ με σκοπό την ανίχνευση των συστατικών του καπνού. Αν και τα μέσα αυτά κρίνονται αποτελεσματικά, οι υψηλές οικονομικές δαπάνες που απαιτούνται για την συντήρηση αυτών και για την περαιτέρω σχετική έρευνα περιορίζουν την εφαρμογή τους.

Πρόσφατα, στην Τουρκία παρουσιάστηκε ένα νέο ραδιοακουστικό σύστημα ήχου (Radio Audio System Sound, RASS), το οποίο δημιουργεί θερμικούς χάρτες των δασικών περιοχών, ώστε να ανιχνεύονται πιθανές πυρκαγιές. Οι αισθητήρες υπέρυθρης ακτινοβολίας χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό καυτών σημείων (Hot spot για μεταβολές της θερμοκρασίας) και έτσι διευκολύνουν την ανίχνευση πυρκαγιών. Αρκετά εμπορικά συστήματα βασίζονται στην ανίχνευση στο τμήμα θερμικού υπέρυθρου (TIR) του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος (E/M), καθώς παρά το σχετικά υψηλό κόστος, είναι αρκετά εύκολο στη χρήση. Ωστόσο, δεδομένου ότι οι περισσότερες πυρκαγιές αρχίζουν σε περιοχές που καλύπτονται από δέντρα και άλλα εμπόδια, ο εντοπισμός αυτών μέσω ανιχνευτών υπέρυθρων σε επίγειες σταθερές πλατφόρμες πραγματοποιείται μόνο όταν η φωτιά αγγίζει την κορυφή των δέντρων ή φθάσει πιο ψηλά από οποιοδήποτε άλλο εμπόδιο.

Για την σάρωση οπτικών εικόνων μεγάλων περιοχών μπορούν επίσης να προτιμηθούν οι οπτικές κάμερες που χρησιμοποιούν αισθητήρες CCD (τσιπ), οι οποίοι λειτουργούν στην ορατή περιοχή, καθώς έχουν χαμηλό κόστος και είναι αποτελεσματικές ανεξάρτητα από τις καιρικές συνθήκες. Παρόλα αυτά, η ανίχνευση είναι μόνο οπτική και βασίζεται στην ύπαρξη στήλης καπνού ενώ η ποιότητα της εικόνας καθορίζεται από την απόσταση παρατήρησης, με αποτέλεσμα να κρίνεται αναγκαία η εγκατάσταση ενός δικτύου ανιχνευτών. Στις μέρες μας, πολλές χώρες χρησιμοποιούν διάφορα επίγεια αυτόματα συστήματα ανίχνευσης και παρακολούθησης δασικών πυρκαγιών, τα οποία βασίζονται σε βιντεοκάμερες CCD, ευαίσθητες σε ορατά και κοντινά IR φάσματα. [28].

6.2.1 Το Ευρωπαϊκό σύστημα EFFIS

Η δυναμική των οικοσυστημάτων παγκοσμίως μεταβάλλεται από τις φυσικές καταστροφές που παρατηρούνται λόγω της πλανητικής αλλαγής. Στο Ευρωπαϊκό τοπίο, συμβαίνει ακριβώς το ίδιο με τις πυρκαγιές. Η ανεξέλεγκτες πυρκαγιές, όμως, προκαλούν μεγάλες περιβαλλοντικές και οικονομικές ζημιές στις χώρες της Ευρώπης και ιδιαίτερα κυρίως λόγω του κλίματος, στις χώρες της Μεσογείου.

Κάθε χρόνο στην Ευρώπη σημειώνονται 65000 πυρκαγιές. Οι καταστροφές που καταγράφονται είναι περίπου μισό εκατομμύριο εκτάρια γεωργικών και δασικών περιοχών. Το 85% αυτών των καμένων εκτάσεων βρίσκεται στην ευρωμεσογειακή περιοχή.

Την μελέτη αυτών των πυρκαγιών έχει αναλάβει το ευρωπαϊκό σύστημα πληροφοριών για τις πυρκαγιές (EFFIS). Η μελέτη των δασικών πυρκαγιών στην Ευρώπη ξεκίνησε από τη δεκαετία του 1970. Οι πληροφορίες που είχαν συλλεχθεί ήταν αρκετές και σημαντικές αλλά δεν έδιναν ασφαλή αποτελέσματα γιατί τα δεδομένα ήταν μεμονωμένα ανά χώρα και όχι οργανωμένα από όλη την Ευρώπη. [29]

Για να καλύψουν τις ανάγκες που υπήρχαν στη συγκέντρωση και οργάνωση όλων των πληροφοριών, οι υπηρεσίες πυρόσβεσης και οι υπηρεσίες πολιτικής προστασίας κάθε χώρας έδιναν τα στοιχεία και αυτά συλλέγονταν από το κέντρο παρακολούθησης και πληροφοριών πολιτικής προστασίας, οι οποίες συνεργάστηκαν με κάποιες υπηρεσίες της Ευρωπαϊκής Επιτροπής και του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου. Η γενική διεύθυνση περιβάλλοντος και το Κοινό Κέντρο Ερευνών (JRC) που ελέγχονταν από την ευρωπαϊκή επιτροπή δημιούργησαν το ευρωπαϊκό σύστημα πληροφοριών για τις πυρκαγιές γνωστό και ως EFFIS (European Forest Fire Information System) για να καλύψει τις ανάγκες που υπήρχαν στη συγκέντρωση και οργάνωση όλων των πληροφοριών σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Έτσι, δημιουργήθηκε το 1989 ένα ολοκληρωμένο σύστημα παρακολούθησης και διαχείρισης των δασικών πυρκαγιών. Η συλλογή δεδομένων ξεκίνησε την εποχή εκείνη με 6 χώρες-μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, την Γερμανία, τη Γαλλία, την Ιταλία, την Ισπανία, την Πορτογαλία και την Ελλάδα. Το EFFIS χρησιμοποίησε συστήματα τηλεσκόπησης και γεωγραφικών πληροφοριών και μέσω υπηρεσίας δεδομένων διαδικτυακής λειτουργίας χαρτογράφησης συνέλεγε τις πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο.

Η συλλογή πληροφοριών συγκέντρωνε και επεξεργαζόταν καθημερινά δορυφορικά δεδομένα μετεωρολογικής και οπτικής εικόνας και μέσω ενός λογισμικού έδινε πληροφορίες για την πρόβλεψη των δασικών πυρκαγιών, την πυρασφάλεια και τις καμένες εκτάσεις. Το EFFIS είχε επίσης τη δυνατότητα να διατηρεί μία ιστορική βάση δεδομένων για την κάθε χώρα. Έτσι, μεμονωμένα η κάθε χώρα μέσω του εθνικού συστήματος πληροφοριών μπορούσε να συλλέγει πληροφορίες από το EFFIS, να τις αποθηκεύει και να τις επεξεργάζεται όποτε αυτή το χρειαζόταν πχ για να σχεδιάσει μία χάραξη εθνικής πολιτικής σε σχέση με την αντιμετώπιση των δασικών πυρκαγιών. Από το 2004, η συλλογή των δεδομένων που αφορούν τις δασικές πυρκαγιές χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης και άλλων ευρωπαϊκών χωρών αποθηκεύονται και διαχειρίζονται από το JRC (κοινό κέντρο Ερευνών) υπό την εποπτεία του EFFIS. Η ευρωπαϊκή βάση δεδομένων πυρκαγιάς καθώς και οι χώρες που συμμετέχουν κάθε χρόνο αυξάνονται.

Σήμερα, οι χώρες που αποθηκεύουν τα στοιχεία τους στη βάση δεδομένων του EFFIS είναι 22. Σε αυτές περιλαμβάνονται χώρες από την Ευρώπη (βόρεια, κεντρική, ανατολική και τις χώρες που βρέχονται από τη Μεσόγειο) καθώς και χώρες που δεν ανήκουν στην Ευρώπη όπως πχ ο Λίβανος.

Περιέχονται πάνω από 2 εκατομμύρια ατομικά αρχεία πυρκαγιών από τα οποία το 1,66 εκατομμύρια αφορούν τις δασικές πυρκαγιές. Οι χώρες που συμμετέχουν και σύμφωνα με τον εσωτερικό κανόνα αναφοράς της καθεμίας αποθηκεύουν όσες πληροφορίες πιστεύουν ότι χρειάζεται. Υπάρχουν χώρες που δίνουν μόνο βασικές πληροφορίες για τις πυρκαγιές τους ενώ άλλες αποθηκεύουν στη βάση δεδομένων πολύ περισσότερες λεπτομέρειες. Η πρόσβαση στη βάση δεδομένων είναι δημόσια και επιτρέπει στους χρήστες να ανακτήσουν πληροφορίες που χρειάζονται να μελετήσουν ως προς τις πυρκαγιές που έχουν εκδηλωθεί, τους χάρτες, τα έτη που συνέβησαν οι πυρκαγιές και πολλά άλλα δεδομένα. Άλλοι παράγοντες που μελετώνται είναι ο χρόνος μίας πυρκαγιάς και αυτός καταγράφεται στη βάση δεδομένων και ως προς την τοπική ημερομηνία και ώρα που ενημερώθηκαν οι επίσημες υπηρεσίες πυροπροστασίας για την εκδήλωση της πυρκαγιάς και ως προς την ημερομηνία και ώρα κατά την οποία κατέφθασαν στην πυρκαγιά οι πυροσβεστικές δυνάμεις και τέλος ως προς την ημερομηνία και ώρα κατά την οποία οι δυνάμεις έσβησαν την πυρκαγιά και αποχώρησαν από το σημείο του συμβάντος.

[30]

Άλλος παράγοντας μελέτης είναι η θέση της πυρκαγιάς. Το σημείο καθορίζεται με βάση τις γεωγραφικές συντεταγμένες και τοποθετείται ανάλογα με την διοικητική μονάδα από την οποία ξεκίνησε. Το μέγεθος μιας πυρκαγιάς είναι άλλος ένας παράγοντας μελέτης του EFFIS. Το μέγεθος κατανέμεται στις κατηγορίες των καμένων εκτάσεων πχ δασικές ή γεωργικές εκτάσεις. Τέλος, τα αίτια μιας πυρκαγιάς κατανέμονται σε διάφορες κατηγορίες. Άγνωστα αίτια, φυσικά αίτια όπως η πτώση ενός κεραυνού, τυχαία αίτια ή ανθρώπινη αμέλεια ή σκόπιμα αίτια όπως πχ ο εμπρησμός. Πρόσφατες αναλύσεις μας έδειξαν ότι σε ένα ποσοστό άνω του 95% οι πυρκαγιές προκαλούνται από τους ανθρώπους και κυρίως από την κακή χρήση των πρακτικών καύσης της αγροτικής γης. Όλα αυτά τα δεδομένα αποθηκεύονται, επικυρώνονται και χρησιμοποιούνται από τις ενδιαφερόμενες χώρες για στατιστική ανάλυση. Έχουν πρόσβαση σε πληροφορίες, μπορούν να φιλτράρουν στοιχεία, να αποκλείσουν πυρκαγιές ως προς τον χρόνο που ξέσπασαν ή ως προς το μέγεθος τους. Η ανάλυση αυτών των χωρικών και χρονικών τάσεων είναι σημαντική γιατί βοηθάει να γίνουν κατανοητοί οι υποκειμενικοί παράγοντες που επιδρούν αλλά και οι συνθήκες που παρουσιάζονται στο περιβάλλον και στην οικονομία των τοπικών κοινωνιών. Έχοντας σαν δεδομένο ότι στην βόρεια Ευρώπη οι πυρκαγιές ξεσπούν την άνοιξη ενώ στις ευρωπαϊκές χώρες της Μεσογείου κατά πλειοψηφία άνω του 70% ξεσπούν τους καλοκαιρινούς μήνες και ως τον Οκτώβρη μπορούν να σχεδιαστούν μέτρα πρόληψης αλλά και μέτρα διαχείρισης των πυρκαγιών. Αυτή τη στιγμή υπάρχουν δύο μοντέλα μετεωρολογικών προβλέψεων, τα οποία μας παρέχουν καιρικές προβλέψεις σε βάθος εβδομάδας. Το γαλλικό Meteo – France και το γερμανικό DWD (Deutsch Wetter Diens) με τις καιρικές προβλέψεις που δίνουν μπορεί να προβλεφθεί και ο κίνδυνος πυρκαγιάς. Στην εφαρμογή του EFFIS χρησιμοποιείται ο καναδικός δείκτης πυρανίχνευσης CFWI (Canadian Fire Weather Index) για να κατατάξει τον κίνδυνο να ξεσπάσει μία πυρκαγιά σε κατηγορίες. Οι κατηγορίες αυτές είναι πρώτον πολύ χαμηλός, δεύτερον χαμηλός, τρίτον μέτριος, τέταρτον υψηλός και πέμπτον πολύ υψηλός. Από τους δορυφόρους της NASA terra και aqua και από τον αισθητήρα τους modis 3 ανιχνεύονται οι ενεργές πυρκαγιές και χαρτογραφούνται οι περιοχές των καμένων εκτάσεων. [31]

Το EFFIS ενίσχυσε την ενότητα του για τις προβλέψεις των πυρκαγιών. Δημιούργησε μία ενιαία πλατφόρμα στην οποία αποθηκεύονται πληροφορίες σε ευρωπαϊκό και σε εθνικό επίπεδο για τους κινδύνους να προκληθεί μία πυρκαγιά

τοπική σε μία χώρα ή διασυνοριακή σε χώρες που συνορεύουν. Δύο φορές την ημέρα παρέχονται αυτές οι πληροφορίες για την περιοχή της Ευρώπης. Ακόμα στο EFFIS δημιουργήθηκε η ενότητα της αξιολόγησης του κινδύνου πυρκαγιάς. Ενίσχυσε με αυτήν τις τοπικές αξιολογήσεις παρέχοντας στοιχεία για μία πανευρωπαϊκή εκτίμηση του κινδύνου πυρκαγιάς. Με την ενότητα αυτή, εκτός από τις πληροφορίες που μπορούν να συλλεχθούν, μπορεί επίσης να αξιολογηθεί η εξέλιξη μιας δύσκολης πυρκαγιάς και να ζητηθεί η παροχή βοήθειας από άλλες χώρες για την αποστολή βοήθειας και την ενίσχυση εγχώριων δυνάμεων. Άλλη μία ενότητα του EFFIS που έχει μεγάλη χρησιμότητα είναι η συλλογή χαρτών των περιοχών καύσης και των περιοχών για την εκτίμηση ταχέων ζημιών σε χωρικές ζώνες διακριτικής ικανότητας 250 μέτρων.

Με την χωρική ανάλυση του αισθητήρα γίνεται η χαρτογράφηση των καμένων εδαφών μεγέθους 40 εκταρίων ή και άνω. Ποσοστό που αντιπροσωπεύει το 75% των καμένων εκτάσεων στη Νότια Ευρώπη.

Υπάρχουν όμως και οι πυρκαγιές που καίνε εκτάσεις κάτω των 40 εκταρίων. Και αυτές είναι σημαντικές για τις χώρες στις οποίες έχουν ξεσπάσει γιατί είναι πιο συχνές και αφήνουν πίσω τους προβλήματα οικολογικής φύσης, καθώς και κοινωνικά και οικονομικά προβλήματα.

Από το 2006 δόθηκε μεγαλύτερη έμφαση στο κομμάτι των μικρότερων πυρκαγιών, με ενίσχυση της δυνατότητας χαρτογράφησης καμένων εκτάσεων μέσω τηλεσκοπησης για να μπορούν να χαρτογραφούνται εκτάσεις μεγαλύτερες των 10 εκταρίων. Με την υψηλότερη χωρική ανάλυση, μέσω τις ανίχνευσης των hot spot σημείων και την ακριβέστερη οριοθέτηση, πέτυχαν η ανίχνευση των καμένων εκτάσεων να ανέβει από το 75 στο 90%.

Ένα άλλο κομμάτι της μελέτης του EFFIS είναι ο υπολογισμός της εκπομπής αερίων και σωματιδίων στην ατμόσφαιρα. Η ανίχνευση τους γίνεται με την τεχνολογία αιχμής. Αυτά προκαλούνται από την καύσιμη ύλη του δάσους και μπορούν να αποτελούν μεγάλο μέρος των συνολικών εκπομπών μιας χώρας, ιδιαίτερα μετά από πυρκαγιές μεγάλων εκτάσεων όπως ήταν οι πυρκαγιές του 2017 ή του 2021 στην Ελλάδα.

Οι εκπομπές αερίων και σωματιδίων από τις δασικές πυρκαγιές εξαρτώνται από την διάρκεια της πυρκαγιάς, την ένταση της φλόγας, τη συνολική έκταση που αποτεφρώθηκε και τον τύπο και την ποσότητα της καύσιμης ύλης ανάλογα με το είδος της βλάστησης που κάηκε και την πυκνότητα του.

Μια μεγάλη δασική πυρκαγιά σε έκταση και διάρκεια μπορεί να εκπέμψει μεγάλα ποσοστά ρύπων στο σύνολο των ετήσιων εκπομπών CO₂ μιας χώρας. Για παράδειγμα στις πυρκαγιές του 2007 στην Ελλάδα που μέχρι το τέλος Αυγούστου, οι εκπομπές ρύπων αντιπροσώπευαν το 4% των συνολικών ετήσιων εκπομπών διοξειδίου της χώρας.

Συγκεκριμένα για το έδαφος το σύστημα EFFIS διαθέτει πρόγραμμα που εκτιμά την διάβρωση του εδάφους μετά από κάθε πυρκαγιά. Στην περιοχή της Μεσογείου η διάβρωση του εδάφους από τις πυρκαγιές έχει δημιουργήσει σοβαρά και μη αναστρέψιμα προβλήματα. Το πιο σημαντικό είναι να υπάρχει πρόβλεψη για την πρόληψη περιοχών που θα μπορούσαν να αποφευχθούν οι πυρκαγιές ή έστω οι περαιτέρω ζημιές στη διάβρωση του εδάφους μετά από μία πυρκαγιά.

Απαιτείται να γίνει προσπάθεια να περιοριστεί η ένταση της φωτιάς, γιατί όσο πιο καμένος είναι ο επιφανειακός μανδύας του εδάφους, τόσο αργότερα το έδαφος θα είναι εκτεθειμένο στις βροχοπτώσεις ή τους ανέμους υψηλής έντασης.

Για την εκτίμηση της διάβρωσης ενός εδάφους το EFFIS χρησιμοποιεί το μοντέλο RUSLE (Revised United States Land use Erosion) το οποίο ισχύει σε όλη την Ευρώπη. Το μοντέλο Rusle μελετάει την ολική ημερήσια χερσαία απορροή, τη μεταφορά των ιζημάτων και τις μακροπρόθεσμες μέσες τιμές διάβρωσης.

Το EFFIS συγκεντρώνοντας τόσα δεδομένα αυτά τα 25 χρόνια που έχει δημιουργηθεί, έχει καταλήξει σε κάποια συμπεράσματα σε σχέση με την κλιματική αλλαγή, όσον αφορά τον κίνδυνο της πυρκαγιάς στις χώρες της Μεσογείου, καθώς και την αναμενόμενη επίδραση στις καμένες περιοχές.

Το EFFIS συνεχώς αναπτύσσεται εντάσσοντας νέες ενότητες μελέτης για την αξιολόγηση των επιπτώσεων των δασικών πυρκαγιών στην κοινωνία, στην οικονομία, στο περιβάλλον και στην αναγέννηση του. Με δορυφορικές εικόνες πριν από την πυρκαγιά και με χρονική σειρά μετά την πυρκαγιά στην ίδια περιοχή δίνει

όλα τα δεδομένα για να αντιμετωπιστούν τα παραπάνω προβλήματα, και όποια άλλα προκύψουν στο μέλλον.

Η κλιματική αλλαγή, η μετακινήσεις των πληθυσμών και η αλλαγή της γης μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση των πυρκαγιών. Έχοντας ένα τόσο οργανωμένο τρόπο παρακολούθησης και χρησιμοποιώντας ότι πληροφορία αντλείται από εκεί, μόνη η κάθε χώρα ή με συνεργασία θα μπορεί να διαχειριστεί καλύτερα τις δασικές πυρκαγιές με τα λιγότερα δυνατόν προβλήματα.

6.2.2 Το σύστημα SEVIRI

Νέες προοπτικές στον τομέα της διαχείρισης των δασικών πυρκαγιών έχει προσφέρει το επιστημονικό και τεχνικό προσωπικό του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών, το οποίο μέσα από την ιστοσελίδα του καθιστά δυνατή σε όλους τους χρήστες την παρακολούθηση των εν εξελίξει πυρκαγιών στη χώρα μας και τις μεταβολές τους ανά πέντε λεπτά. Επιπλέον, η ιστοσελίδα προσφέρει χρήσιμες πληροφορίες για την πορεία κάθε πυρκαγιάς ενώ παρέχεται πρόσβαση σε ένα αρχείο με τις πυρκαγιές που απασχόλησαν τις πυροσβεστικές δυνάμεις κατά τα παρελθόντα έτη. [32].

6.2.3 Το Ελληνικό τοπικό σύστημα Disaster Management Framework

Το Disaster Management Framework (DMF) πρόκειται για ένα ολοκληρωμένο πληροφοριακό σύστημα διαχείρισης δασικών πυρκαγιών, το οποίο λειτουργεί σε τοπικό επίπεδο, χρησιμοποιεί τις πιο σύγχρονες τεχνολογίες τηλεπικοινωνιών και πληροφορικής και δύναται να αξιοποιηθεί σε κάθε στάδιο διαχείρισης μιας πυρκαγιάς, από την κατάλληλη προετοιμασία των πυροσβεστικών δυνάμεων, τον εντοπισμό μιας εστίας μέχρι και την κατάσβεση. Το DMF διευκολύνει την οργάνωση, την προετοιμασία και την ανταπόκριση των αρμόδιων δυνάμεων κατά τη διαχείριση αντίστοιχων εθνικών κρίσεων ή έκτακτων αναγκών, είτε πρόκειται για δασικές πυρκαγιές, είτε για κατολίσθηση, σφοδρή χιονόπτωση, σεισμό, καύσιμα, μόλυνση τη θάλασσα, διακοπή ρεύματος, διαρροή χημικών ουσιών ή ακτινοβολίας κλπ. Κάποια από τα βασικά προτερήματα του εν λόγω συστήματος είναι: [33]

- η εύκολη προσβασιμότητα του ανά πάσα στιγμή μέσω Ίντερνετ
- η δυνατότητα αξιοποίησης όλων των διαθέσιμων πόρων, προσωπικού και σχεδίων αντιμετώπισης κρίσεων μέσα από το ίδιο πληροφοριακό σύστημα
- η ευκολία στη χρήση και η προσαρμογή του στις ανάγκες κάθε χρήστη
- η δυνατότητα συμμετοχής επιχειρήσεων και πολιτών μέσα από οργανωμένες εθελοντικές δράσεις φορέων ή μη κυβερνητικών οργανώσεων
- η δυνατότητα καταγραφής του ανθρώπινου δυναμικού, του εξοπλισμού και των αναλώσιμων υλικών για την καλύτερη δυνατή οργάνωση σχεδίων διαχείρισης κρίσεων όπως και η δυνατότητα εκπαίδευσης του προσωπικού και διεξαγωγής ασκήσεων ετοιμότητας
- ο έγκαιρος εντοπισμός μιας πιθανής απειλής είτε από εργαζόμενους ενός φορέα/οργανισμού είτε από πολίτες που παρατηρούν και καταγράφουν περιστατικά, τα οποία ενδέχεται να ελλοχεύουν κάποιον κίνδυνο ή να οδηγήσουν σε κάποια έκτακτη ανάγκη
- η άμεση ανταπόκριση των κατάλληλων σε κάθε περίπτωση φορέων με στόχο την έγκαιρη διαχείριση μιας πιθανής κρίσης
- η δυνατότητα ταχείας κινητοποίησης φορέων, ομάδων και ατόμων μέσω τηλεφωνικής κλήσης, αυτόματου φωνητικού μηνύματος, SMS ή e-mail
- η δυνατότητα άμεσης μετατροπής ελληνικού κειμένου σε ελληνική φωνή (Text to Speech), με αποτέλεσμα τα μηνύματα και οδηγίες που έρχονται σε μορφή γραπτού κειμένου να μετατρέπονται σε φωνητικά μηνύματα.

6.3 Τεχνολογίες επιτήρησης σεισμών και σχετικής ανάδρασης

Ο σεισμός είναι ένα φυσικό φαινόμενο κατά το οποίο προκαλείται ανατάραξη της επιφάνειας του φλοιού της γης λόγω της μετακίνησης μαζών και της απελευθέρωσης ενέργειας. Το φαινόμενο είναι δυσάρεστο για τους ανθρώπους ή πολλές φορές ανάλογα με το είδος ή το μέγεθος του σεισμού και τρομακτικό.

Οι επιστήμονες μελετούν τα σεισμικά φαινόμενα και έχουν αναπτύξει διάφορα συστήματα για την έγκαιρη προειδοποίηση ενός επερχόμενου σεισμού.

Ομάδες σεισμολόγων εφαρμόζοντας διαφορετικές επιστημονικές μεθόδους κατά καιρούς έχουν παρουσιάσει θεωρίες ή συστήματα πρόγνωσης των σεισμών δημιουργώντας ελπίδα για την λύση αυτού του σοβαρού προβλήματος.

Όσες φορές έχει παρουσιαστεί από επιστήμονες κάποια μέθοδος πρόγνωσης σεισμού και λαμβάνοντας υπόψιν την πολυπλοκότητα των σεισμικών φαινομένων δημιουργείται ένα πεδίο αμφισβήτησης για την εγκυρότητα και την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων της.

Η πρόγνωση ενός σεισμού μπορεί να έχει να κάνει με τον χρόνο που θα συμβεί, με το επίκεντρο που θα έχει και με το μέγεθος του. Τα φαινόμενα που μελετώνται είναι οι παραμορφώσεις του φλοιού της γης, η σεισμική δραστηριότητα μιας περιοχής, η μελέτη κάποιων γεωφυσικών παραμέτρων π.χ. μεταβολές στο ηλεκτρικό πεδίο της γης, μεταβολές στο πεδίο βαρύτητας, οι αλλαγές στη στάθμη του νερού κ. α. και τέλος άλλοι παράγοντες που έχουν συνδεθεί με τις σεισμικές δονήσεις όπως το τρίξιμο στα πετρώματα της γης ή κάποια ασυνήθιστη συμπεριφορά των ζώων.

Οι σεισμολογικές έρευνες είναι αρκετές και για τις μακράς και για τις μέσης αλλά και για τις βραχείας διάρκειας προγνώσεις, ωστόσο η λύση του προβλήματος της πρόγνωσης δεν είναι κοντά.

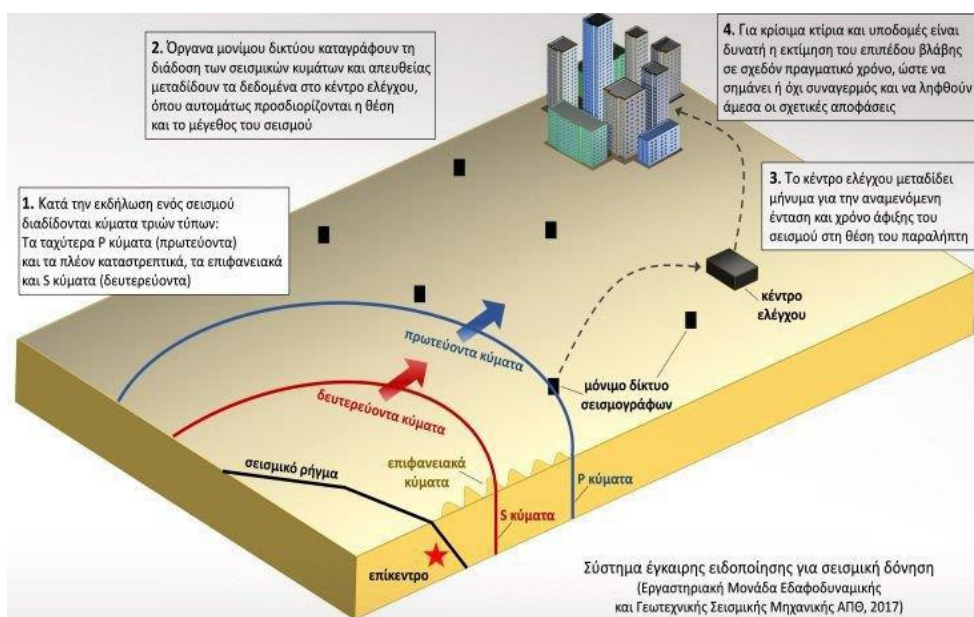
Γι' αυτό κυρίως η Πολιτική προστασία κάθε χώρας προσπαθεί να ενημερώνει το κοινό για μέτρα προστασίας που πρέπει να πάρει κατά τη διάρκεια ενός σεισμού, αλλά και να εφαρμόσει άλλα προληπτικά μέτρα όπως η σύσταση για αντισεισμική δόμηση των κτιρίων και με αυτόν τον τρόπο την αποφυγή αρνητικών συνεπειών.

Αντίθετα υπάρχουν και οι συσκευές και τα συστήματα μέτρησης των χαρακτηριστικών μιας σεισμικής δόνησης, την ώρα που συμβαίνει αυτή. Τα συστήματα αυτά μελετούν τις μεταβολές των σεισμικών κυμάτων P (Primary wave). Έχουν τη δυνατότητα να καταγράφουν τα δεδομένα και αυτά τα στοιχεία να μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την μελέτη των φαινομένων.

Το μειονέκτημα αυτών των συστημάτων είναι ότι από τη στιγμή που θα ενεργοποιηθούν τα P κύματα μέχρι τη στιγμή που θα ξεκινήσει η σεισμική δόνηση (S κύματα) μεσολαβεί χρόνος λιγότερος του ενός λεπτού, που ναι μεν θα μπορούσε το χρονικό αυτό διάστημα, να είναι καθοριστικό για την αποφυγή σοβαρών περιστατικών, είναι όμως και αρκετά μικρό για να παρθούν προληπτικά μέτρα ή ο πανικός να φέρει τα ακριβώς αντίθετα αποτελέσματα.

Η προειδοποίηση των ηχητικών κυμάτων P θα μπορούσαν να φανούν χρήσιμα για να τεθούν σε λειτουργία γεννήτριες σε νοσοκομεία και να μην κινδυνεύσει κάποιος μηχανικά υποστηριζόμενος ασθενής, να ενημερωθούν πύργοι εναέριας κυκλοφορίας για την αποφυγή κάποιου αεροπορικού ατυχήματος π.χ. σε μία φάση προσγείωσης, για ανθρώπους που βρίσκονται σε ανελκυστήρες ή γενικά για ανθρώπους που θα προλάβουν να πάρουν μέτρα αυτοπροστασίας μέσα σε κάποιο εσωτερικό χώρο ή να προστατευτούν ζωτικές υποδομές, όπως μονάδες ηλεκτροπαραγωγής. [34]

Σε πολλές χώρες, οι υπηρεσίες πολιτικής προστασίας χρησιμοποιούν συστήματα έγκαιρης ειδοποίησης για να ενημερώνονται και να μπορούν να διαχειρίζονται τις κρίσιμες καταστάσεις και να μπορούν να λάβουν προληπτικά μέτρα.



Εικόνα 6.3.1: Σύστημα έγκαιρης προειδοποίησης για σεισμική δόνηση (FlowerDrew 2010)

6.3.1 Το Αμερικανικό σύστημα Shake Alert

Το Shake Alert δημιουργήθηκε από τους επιστήμονες του USGS, της Γεωλογικής υπηρεσίας των ΗΠΑ με σκοπό να δίνει ένα σήμα έγκαιρης προειδοποίησης για σεισμό.

Το Shake Alert ανιχνεύει τον επερχόμενο σεισμό και παρέχει κάποια λίγα δευτερόλεπτα προειδοποίησης για να αποφευχθούν ατυχήματα με ανθρώπινες ή υλικές απώλειες.

Τέθηκε σε εφαρμογή στην Καλιφόρνια και αναπτύχθηκε σε όλη την Δυτική ακτή των ΗΠΑ, κατά μήκος του Ειρηνικού ωκεανού, περιοχή που αποτελεί μια ιδιαίτερα σεισμογενή ζώνη.

Έχουν τοποθετηθεί εκατοντάδες αισθητήρες ανίχνευσης (σειсмоγράφοι), πολύ υψηλής ποιότητας, κοντά σε ρήγματα και έχουν τη δυνατότητα να ανιχνεύουν τα κύματα P, που είναι ασθενή κύματα, ταξιδεύουν ταχύτερα και έχουν τη δυνατότητα να μεταδώσουν μία προειδοποίηση πριν ξεκινήσουν τα ισχυρά, καταστροφικά, αλλά αργά κύματα S, που έπονται ενός σεισμού.

Ένας ειδικός αλγόριθμος μπορεί να προειδοποιήσει για το μέγεθος και το επίκεντρο του σεισμού.

Αν και οι αρχικές προσδοκίες των επιστημόνων ήταν ο χρόνος προειδοποίησης να φτάνει το ένα λεπτό, προς το παρόν αυτό δεν έχει συμβεί. Μέχρι στιγμής ο χρόνος προειδοποίησης φτάνει τα δέκα δευτερόλεπτα περίπου. Ακόμη και αυτό όμως διαφοροποιείται ανάλογα με την απόσταση του χρήστη από το ρήγμα (επίκεντρο του σεισμού), ή από το πόσο ασθενής είναι η εδαφική κίνηση (μέγεθος του σεισμού).

Το Shake Alert εφαρμόζεται τα τελευταία χρόνια με επιτυχία. Ο γεωφυσικός Νταγκ Γκίβεν της USGS επικεφαλής της ομάδας του συστήματος θεωρεί ότι με τις νέες τεχνολογίες και την βοήθεια της τεχνητής νοημοσύνης τα επόμενα χρόνια θα μπορούν να ανιχνεύουν τα κύματα P αρκετά νωρίτερα από τα κύματα S σε σχέση με αυτό που συμβαίνει σήμερα.

Το σύστημα έχει δοκιμαστεί με επιτυχία σε μεγάλου μεγέθους σεισμούς στην Καλιφόρνια, αλλά μόνο σε συγκεκριμένες κατηγορίες χρηστών οι οποίοι μπορούν να ενεργοποιήσουν προστατευτικές ενέργειες.

Στο Σαν Φρανσίσκο για παράδειγμα ενεργοποίησαν το πρωτόκολλο μετριασμού κινδύνου και ακινητοποίησαν τρένο την ώρα της σεισμικής δόνησης για τη αποφυγή πιθανού εκτροχιασμού.

Δεν έχει εφαρμοστεί ακόμα για δημόσιες προειδοποιήσεις και η τεχνολογία της μαζικής αποστολής μηνυμάτων στα κινητά των κατοίκων της περιοχής προς το παρόν θέλει αρκετή βελτίωση.

Επίσης υπάρχει ένας σχεδιασμός για δημόσιες προειδοποιήσεις με την τοποθέτηση ειδικών συσκευών στους τοίχους ή στις οροφές των σπιτιών. Αυτές θα είναι συνδεδεμένες με τα τοπικά δίκτυα και θα δίνουν έγκαιρα, προειδοποιητικά σήματα για την προστασία από σεισμούς ή και από άλλα καταστροφικά φαινόμενα.

Το σημαντικό θα είναι, για να έχει το σύστημα το αναμενόμενο αποτέλεσμα να μην δημιουργείται πανικός κατά την ώρα της λήψης του μηνύματος γιατί αυτό μπορεί να φέρει τελικά τα ακριβώς αντίθετα αποτελέσματα. [35]

6.3.2 Η εφαρμογή MyShake για Android

Η εφαρμογή MyShake αποτελεί ένα καινοτόμο εργαλείο που παρέχουν τα τηλέφωνα Android, το οποίο ενημερώνει τον χρήστη όταν εντοπίζει σεισμική εδαφική κίνηση μέσα από του αισθητήρες επιτάχυνσης του κινητού τηλεφώνου. Το MyShake εντοπίζει σεισμικές κινήσεις μεγέθους $M=5$ ακόμα και σε απόσταση 10 χιλιομέτρων από το τηλέφωνο με ακρίβεια 93%.

Η εφαρμογή αναγνωρίζει τον επικείμενο σεισμό λίγα δευτερόλεπτα προτού αυτός γίνει αισθητός στην τοποθεσία του χρήστη και ενεργοποιεί στιγμιαία το GPS με σκοπό να στείλει στο κέντρο συντονισμού τις γεωγραφικές συντεταγμένες του τηλεφώνου. Το MyShake δημιουργήθηκε από την επιστημονική ομάδα του Πανεπιστημίου Μπέρκλεϊ της Καλιφόρνια, η οποία μάλιστα έχει υποστηρίξει πως αυτή η έγκαιρη προειδοποίηση του χρήστη ακόμα και λίγα δευτερόλεπτα πριν είναι ικανή να κάνει τη διαφορά ανάμεσα στη ζωή και τον θάνατο. Επιπλέον, αναφέρουν

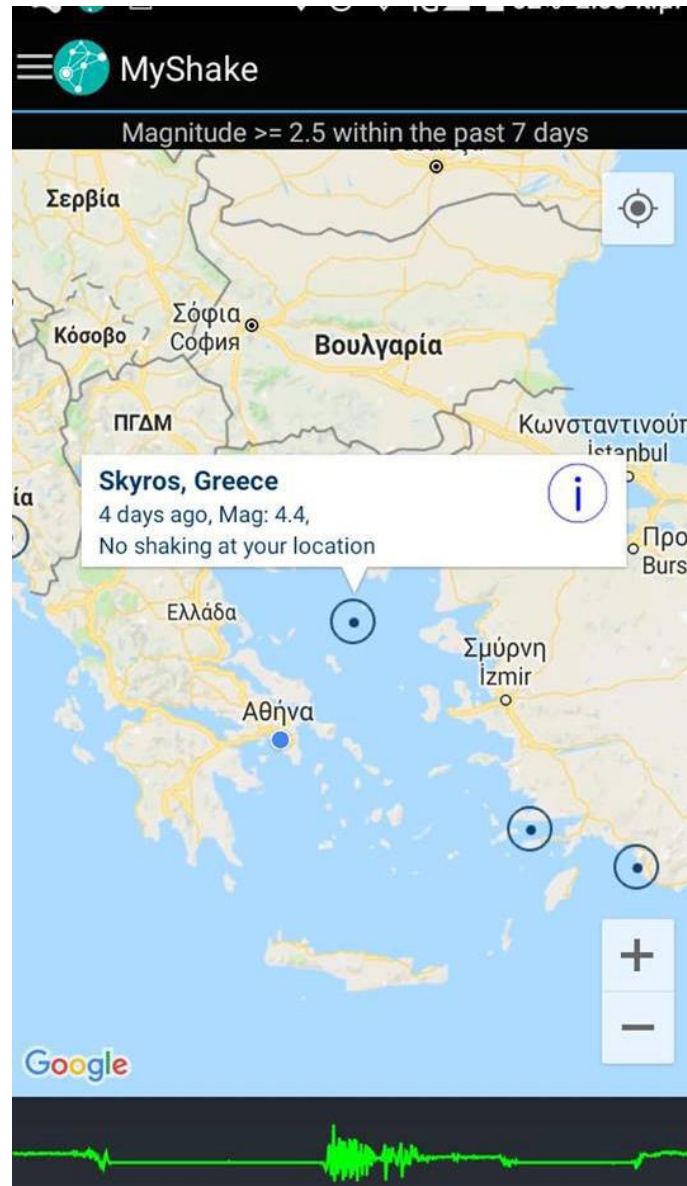
πως ο στόχος αυτού του εγχειρήματος είναι να δημιουργηθεί ένα παγκόσμιο σεισμικό δίκτυο. Αυτό θα μπορούσε να συμβεί εάν η εφαρμογή λειτουργεί σε τουλάχιστον 300 κινητά τηλέφωνα σε μία περιοχή έκτασης 110 επί 110 χιλιομέτρων, υπολογίζοντας την ένταση και το επίκεντρο του σεισμού. Αν τουλάχιστον τέσσερα τηλέφωνα εντοπίσουν σεισμική κίνηση και ο αριθμός αυτός αντιστοιχεί σε πάνω από το 60% των τηλεφώνων σε μία έκταση 10 χιλιομέτρων, το λογισμικό αυτόματα θα επιβεβαιώσει την ύπαρξη σεισμού.

Ένα τέτοιο δίκτυο θα λειτουργεί με πολλούς «σεισμογράφους» και επομένως θα είναι πιο ακριβές και αποτελεσματικό. Ο χρόνος που θα χρειαστεί για την ανίχνευση ενός σεισμού εξαρτάται από διάφορους παράγοντες. Η ιδέα αξιοποίησης των κινητών τηλεφώνων για έναν τέτοιο σκοπό δεν είναι καινούρια. Ανάλογες προσπάθειες είχαν γίνει και στο παρελθόν αλλά καμία δεν είχε οδηγήσει σε ένα σύστημα τόσο εξελιγμένο και τόσο λίγο ενεργοβόρο (γίνεται εξοικονόμηση μπαταρίας καθώς δεν απαιτεί να είναι συνεχώς το GPS). Η ύπαρξη μιας τέτοιας εφαρμογής δεν συνεπάγεται την κατάργηση των υπόλοιπων δικτύων στατικών σεισμογράφων, που είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικά στον εντοπισμό της παραμικρής σεισμικής δόνησης. Οι σεισμογράφοι μέσω τηλεφώνου μπορούν ωστόσο να λειτουργούν συμπληρωματικά και να φανούν χρήσιμοι στις περιοχές που δεν υπάρχουν καθόλου συμβατικά συστήματα προειδοποίησης.

Το επόμενο βήμα σε αυτή την μεγάλη πρωτοβουλία των επιστημών του Σεισμολογικού Εργαστηρίου του Μπέρκλεϊ θα είναι να σχεδιαστεί ένας αλγόριθμος, ο οποίος θα λαμβάνει και θα αναλύει σήματα από δεκάδες χιλιάδες τηλέφωνα, ώστε να υπολογίζει την ισχύ και το επίκεντρο του σεισμού και έπειτα να παρέχει την προειδοποίηση. Εκτός αυτού, το MyShake παρέχει πληροφορίες σχετικά με τους σεισμούς που συνέβησαν σε όλον τον κόσμο κατά το παρόν αλλά και το παρελθόν.

Αν και η εφαρμογή είναι ως τώρα συμβατή μόνο με τηλέφωνα Android, σύντομα θα αναπτυχθεί και αντίστοιχη εφαρμογή για συσκευές iPhone, γεγονός που θα αποτελέσει μία σημαντική απόπειρα συλλογής χιλιάδων δεδομένων από κινητά τηλέφωνα. Αυτή τη στιγμή, η εφαρμογή δεν εκδίδει προειδοποίηση για σεισμό αλλά αν οι πρώτες δοκιμές είναι επιτυχείς, τότε θα ενεργοποιηθεί και αυτή η λειτουργία.

Μακροπρόθεσμος στόχος είναι η ενσωμάτωση της εφαρμογής αυτής στα κινητά τηλέφωνα στο λειτουργικό σύστημα των τηλεφώνων, ώστε να μην απαιτείται εγκατάσταση [36].



Εικόνα 6.3.2 MyShake [MyShake WebSite]

6.3.3 Το Ιαπωνικό Σεισμικό Σύστημα Ειδοποίησης

Το Ιαπωνικό Σεισμικό Σύστημα Ειδοποίησης παρέχει προειδοποιήσεις από την Ιαπωνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (JMA), μαζί με οδηγίες σχετικά με την

κατάλληλη αντίδραση των πολιτών. Διαθέτει δύο προγράμματα έγκαιρης προειδοποίησης . Το ένα χρησιμοποιείται για τις Εθνικές Μετεωρολογικές και Υδρολογικές Υπηρεσίες και το άλλο για το ευρύ κοινό. Συνοπτικά, η λειτουργία του περιλαμβάνει την ανίχνευση Ρ-κυμάτων από οποιοδήποτε από δύο ή περισσότερα από τα 4.235 σεισμόμετρα που είναι εγκατεστημένα σε ολόκληρη την Ιαπωνία, την αυτόματη ανάλυση αυτών, την πρόβλεψη της περιοχής που θα αποτελέσει το επίκεντρο του σεισμού και τέλος την αποστολή μιας προειδοποίησης προς προηγμένους χρήστες , που στην περίπτωση αυτή είναι οι σταθμοί ραδιοτηλεοπτικών εκπομπών και οι εταιρίες κινητής τηλεφωνίας, πριν την άφιξη των S-κυμάτων. Αυτή η προειδοποίηση μεταφέρεται και στον υπόλοιπο πληθυσμό και κυρίως στις περιοχές που αναμένεται να πληγούν. Η αποτελεσματικότητα της προειδοποίησης εξαρτάται από τη θέση του δέκτη. Ο χρόνος που τα άτομα θα έχουν στη διάθεση τους για να αντιδράσουν θα είναι από λίγα δευτερόλεπτα ως ένα λεπτό ή λίγο περισσότερο.

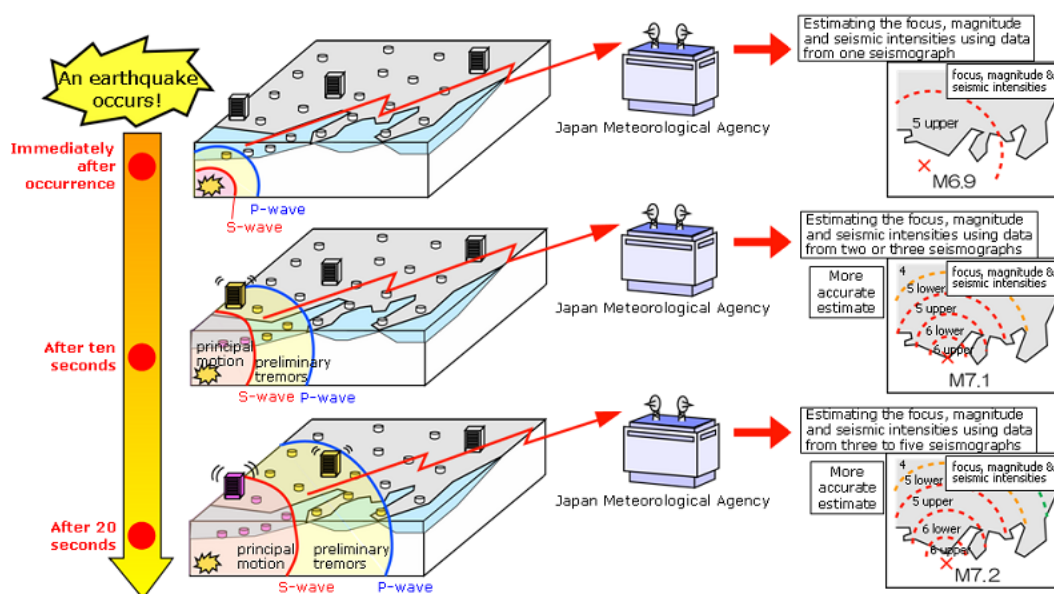
Η ανάγκη κατασκευής ενός τέτοιου συστήματος προέκυψε μετά από τον μεγάλο σεισμό και το Τσουνάμι του 2014. Σε αυτή τη μεγάλη φυσική καταστροφή έχασαν τη ζωή τους πάνω από 10.000 άνθρωποι, αριθμός που ενδεχομένως να ήταν πολύ μεγαλύτερος αν δεν ήταν ενεργοποιημένο το σύστημα προειδοποίησης για το Τσουνάμι. Έτσι, γεννήθηκε η ανάγκη να αναπτυχθεί ένα παρόμοιο σύστημα και για τους σεισμούς.

Αν και η ακρίβεια των προβλέψεων είναι μεγάλη και το σύστημα βελτιώνεται ολοένα και περισσότερο, έχουν υπάρξει και ορισμένες περιπτώσεις ψευδών συναγερμών, όπως στις 11/3/2011 για σεισμό στο Tohoku, στις 5/8/2013 για σεισμό από το Kanto προς το Kyushu και στις 5/1/2018 στην περιοχή Kanto και στην περιοχή Fukushima. Το σύστημα βρίσκεται σε λειτουργία από τον Οκτώβριο του 2007 και είναι αναμφισβήτητα το πιο προηγμένο σύστημα προειδοποίησης στον κόσμο.

Σήμερα, χρησιμοποιούνται διάφορες μέθοδοι όπως η IPF (Integrated Particle Filter) με σκοπό τη βελτίωση της απόδοσης των σεισμικών στοιχείων και η PLUM (Propagation of Local Undamped Motion) με σκοπό τον υπολογισμό της σεισμικής έντασης ακόμα και με άγνωστο επίκεντρο.

Επιπλέον, τρεις ιαπωνικές εταιρίες κινητής τηλεφωνίας έχουν αναπτύξει ταυτόχρονα συστήματα εκπομπής ώστε να γίνεται αποστολή ενός προειδοποιητικού

SMS σε πολλούς χρήστες, ενώ κατέστη υποχρεωτικό για τα κινητά τηλέφωνα 3G που κυκλοφόρησαν στην αγορά μετά από το 2007, να μπορούν να υποστηρίξουν αυτή την υπηρεσία [37].



Εικόνα 6.3.3 JMA [πηγή: JMA website]

6.3.4 Το Μεξικανικό Σεισμικό Σύστημα Ειδοποίησης SASMEX

Το σύστημα προειδοποίησης σεισμού που καλύπτει το κεντρικό και νότιο Μεξικό ονομάζεται SASMEX και είναι τα αρχικά της Ισπανικής φράσης Sistemia de Alerta Sísmica Mexicana. Η λειτουργία του είναι να παρέχει προειδοποίηση σεισμού ως και ένα λεπτό πριν αυτός συμβεί σε πόλεις του Μεξικό, όπως το Μεξικό, το Ακαπούλκο, η Μορέλια, η Ταλούκα κ.α.

Το SASMEX ήταν το πρώτο σύστημα έγκαιρης προειδοποίησης σεισμού που εξέδιδε ειδοποιήσεις διαθέσιμες για το κοινό. Ξεκίνησε στην πόλη του Μεξικού με την τοποθέτηση διάσπαρτων μέσα στην πόλη αισθητήρων.

Σήμερα έχει τη δυνατότητα να παρέχει τακτικές ενημερώσεις, κάθε είδους πληροφορίες και αναφορές για τους σεισμούς, καθώς και οδηγίες ή ασκήσεις μέσω Twitter με το όνομα Alerta Sísmica SASMEX. Οι σεισμοί που συμβαίνουν

αναφέρονται ως #Tenemas Sismo που σημαίνει έχουμε σεισμό και οι ειδοποιήσεις των σοβαρών σεισμών αναφέρονται με το όνομα #Alerta Sismica που σημαίνει ειδοποίηση σεισμού.

Αφορμή για τη δημιουργία ενός τέτοιου συστήματος πληροφόρησης στάθηκε ο μεγάλος σεισμός στο Μεξικό το 1985. Τότε ήταν που ξεκίνησαν σε εθνικό επίπεδο ένα σχεδιασμό σεισμικών μέτρων και μέτρων ετοιμότητας έκτακτης ανάγκης. Έτσι η κυβέρνηση του Μεξικού το 1987 χρηματοδότησε την τοποθέτηση επιταχυνσιόμετρων σε όλη την πόλη του Μεξικού, για να συλλέγουν δεδομένα σχετικά με τις εδαφικές μετακινήσεις στην περιοχή.

Το 1991 με την υποστήριξη της μη κερδοσκοπικής ένωσης πολιτών CIPES (τα αρχικά της Ισπανικής φράσης Centro de instrumentation y Registra Sesmico) και της τοπικής αυτοδιοίκησης ανέπτυξε ένα σύστημα συναγερμού το οποίο τέθηκε σε λειτουργία με 12 αισθητήρες ένα χρόνο μετά.

Το 2000 ένα χρόνο μετά τον καταστροφικό σεισμό των 7,4 Ρίχτερ στην πόλη Oaxaca η η κυβέρνηση πάλι με την αρωγή της ένωση πολιτών CIPES ανέπτυξε ένα σύστημα έγκαιρης σεισμικής προειδοποίησης το οποίο τέθηκε σε πλήρη λειτουργία το 2003.

Το 2005 τα δύο παραπάνω συστήματα συνδυάστηκαν και δημιούργησαν το SASMEX το οποίο σήμερα έχει στη διάθεσή του τουλάχιστον 100 αισθητήρες και έχει μια προοπτική να επεκταθεί και άλλο και διοικείται από το CIPES [38].



Εικόνα 6.3.4: SASMEX [Πηγή: SASMEX website]

6.3.5 Το Ελληνικό Σεισμικό Σύστημα Ειδοποίησης

Στην Ελλάδα δεν έχει εφαρμοστεί κάποιο σύστημα έγκαιρης προειδοποίησης σεισμών, και όποιο υπάρχει βρίσκεται σε ερευνητικό επίπεδο. Τα πρώτα δύο πιλοτικά προγράμματα έγκαιρης προειδοποίησης σεισμών ξεκίνησαν στην Ελλάδα, στο πλαίσιο του Ευρωπαϊκού ερευνητικού προγράμματος REACT.

Την περιοχή της Θεσσαλονίκης έχει αναλάβει η Ερευνητική μονάδα Εδαφοδυναμικής και Γεωτεχνικής Σεισμικής Μηχανικής του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης (ΑΠΘ) και για την περιοχή της γέφυρας του Ρίου-Αντιρρίου το Πανεπιστήμιο Πατρών.

Το πιλοτικό αυτό πρόγραμμα της Θεσσαλονίκης αφορά ολόκληρο το πολεοδομικό συγκρότημα και έχει τη δυνατότητα να ειδοποιεί σε οποιαδήποτε σημείο της πόλης. Η πρώτη ολοκληρωμένη πιλοτική εφαρμογή του συστήματος άμεσης

εκτίμησης αναμενόμενων βλαβών από ισχυρή σεισμική δόνηση τοποθετήθηκαν στο κτίριο της Νευρολογικής κλινικής του νοσοκομείου ΑΧΕΠΑ.

Υπό την εποπτεία του Ευρωπαϊκού ερευνητικού προγράμματος REACT και σε συνεργασία με το Γερμανικό ερευνητικό κέντρο GFZ Helmholtz Zentrum Postdam, τοποθετήθηκαν 13 επιταχυνσιογράφοι σε διάφορα σημεία, διαφορετικών ορόφων του κτιρίου. Αυτά έδωσαν τη δυνατότητα να συλλεχθούν πληροφορίες για την τρωτότητα και στατικότητα του κτιρίου, συνυπολογίζοντας τον χρόνο κατασκευής και την ποιότητα των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν.

Αυτό το σύστημα και σε συνδυασμό με το σύστημα έγκαιρης προειδοποίησης μπορούν σε περίπτωση ισχυρού σεισμού, μέσα σε λίγα δευτερόλεπτα να δώσουν στοιχεία για τις βλάβες που ενδεχομένως θα παρουσιαστούν.

Ένα παρόμοιο σύστημα ανέπτυξε και το Πανεπιστήμιο Πατρών. Το ονόμασαν SHIELDS που σημαίνει ασπίδα και είναι υπό την εποπτεία του καθηγητή Άκη Τσελέντη και των συνεργατών του. Παρέχει πληροφορίες για τα επικείμενα σεισμικά κύματα και την ένταση τους σε συγκεκριμένο χώρο. Το σύστημα αποτελεί κατοχυρωμένη ευρεσιτεχνία.

Στην Αττική έχει ξεκινήσει να αναπτύσσεται πιλοτικά η εφαρμογή για την προστασία του δικτύου φυσικού αερίου. Το πρόγραμμα για την Αττική συγχρηματοδοτήθηκε από την Διεύθυνση Πολιτικής Προστασίας του Υπουργείου Εσωτερικών, την ΔΕΠΑ, και την Ευρωπαϊκή Ένωση, ενώ επίσης συμμετείχαν εταιρείες και αναγνωρισμένα Πανεπιστήμια του εξωτερικού.[39]

Το σύστημα περιλαμβάνει:

- 1) Αισθητήρες οι οποίοι μετρούν την επιτάχυνση της γης και υπολογίζουν την ένταση του σεισμού. Οι αισθητήρες αυτοί βρίσκονται τοποθετημένοι όχι κοντά στα σημεία τα οποία ελέγχονται.
- 2) Ένα υπολογιστικό σύστημα που μετρά την ένταση και την καταστροφικότητα ενός σεισμού.
- 3) Ένα ασύρματο ή ενσύρματο, μέσω οπτικών ινών, δίαυλο επικοινωνίας, έτσι ώστε να καταφέρνουν η διάρκεια της μετάδοσης της πληροφορίας να είναι μικρότερη από την ταχύτητα των σεισμικών κυμάτων και

- 4) Συσκευές πληροφόρησης τοποθετημένες στα σημεία ελέγχου και οι οποίες μας δίνουν ενδείξεις οπτικές, ηχητικές ή ηλεκτρικές και οι οποίες έχουν τη δυνατότητα να συλλέξουν στοιχεία για την έναρξη, την ένταση και την καταστροφικότητα του επερχόμενου σεισμού.

Το σύστημα έγκαιρης προειδοποίησης βασίζεται στο χρονικό διάστημα που απαιτείται τα σεισμικά κύματα να φτάσουν από την σεισμική εστία, έως τους χώρους που ελέγχουν οι συσκευές.

Έχει υπολογιστεί ότι τα σεισμικά κύματα διαδίδονται με ταχύτητα 3-6km/sec. Ενώ οι συσκευές ανάλογα αν χρησιμοποιούν ασύρματα δίκτυα ή οπτικές ίνες μπορεί να φτάσουν σε ταχύτητες τα 300.000 km/sec. Αυτό μας εξασφαλίζει ότι διατίθεται ένα σημαντικό χρονικό διάστημα αντίδρασης στο σημείο ελέγχου. Το διάστημα αυτό, διαφέρει ανάλογα με την απόσταση της σεισμικής εστίας και των αισθητήρων με τον ελεγχόμενο χώρο, επιπλέον του χρονικού διαστήματος για τον καταστροφικό συντονισμό των κτιρίων ή των άλλων εγκαταστάσεων.

Αν για παράδειγμα οι αισθητήρες έχουν τοποθετηθεί σε μια απόσταση 60 km από τον χώρο που απαιτείται να προστατευθεί, αυτό μας δίνει ένα περιθώριο 10-20 sec χρόνο αντίδρασης. Ο χρόνος αυτός μπορεί να αυξηθεί στα 15-25 sec μέχρι τον καταστροφικό συντονισμό των κτιρίων. Ο χρόνος αυτός μπορεί να έχει μια απόκλιση λίγων δευτερολέπτων για την αντίδραση του συστήματος σύμφωνα με την τεχνολογία των ηλεκτρονικών συστημάτων σήμερα. Η απόσταση των αισθητήρων από τον υπό προστασία χώρο μπορεί να είναι και μεγαλύτερη, και να είναι πιο κοντά στα γνωστά σεισμικά ρήγματα, ιδιαίτερα σε μια χώρα όπως η Ελλάδα με πολύ μεγάλη και αρκετά μελετημένη σεισμική ιστορία.

6.4 Τεχνολογίες επιτήρησης πλημμυρικής παροχής και σχετικής ανάδρασης

Όλο και πιο συχνά οι άνθρωποι έρχονται να αντιμετωπίσουν ισχυρές βροχοπτώσεις και πλημμυρικά φαινόμενα. Αυτή η αλλαγή που συμβαίνει έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση των επιπέδων της θάλασσας και την έκθεση των κατοίκων των παράκτιων περιοχών σε μεγάλο κίνδυνο.

Αυτό έχει δημιουργήσει στην ανθρωπότητα την ανάγκη για την δημιουργία συστημάτων έγκαιρης προειδοποίησης και πρόγνωσης πλημμυρών, για να υπάρχει προετοιμασία και λήψη μέτρων σε μια ενδεχόμενη περίπτωση.

Το ίδιο συμβαίνει και στις περισσότερες Ευρωπαϊκές χώρες. Κάθε μία έχει αντιμετωπίσει κάποιο καταστροφικό γεγονός, που οδήγησε τις αρμόδιες αρχές τους στην ανάπτυξη και την βελτίωση συστημάτων που θα βοηθήσουν να αποφύγουν στο μέλλον πλημμυρικά φαινόμενα.

Υπάρχουν συστήματα διαφορετικών ειδών λειτουργίας έχουν όμως όλα κάποια κοινά χαρακτηριστικά: 1) Την χρήση της μοντελοποίησης για τα διάφορα στάδια της διαδικασίας πρόβλεψης, 2) Την ενσωμάτωση διαφόρων πηγών πληροφοριών ως εισροών, 3) Τη δυνατότητα της επικοινωνίας των πληροφοριών με το κοινό και 4) Τον συντονισμό των διαφορετικών χωρικών και χρονικών σημείων που αναφέρονται στη διαδικασία πρόβλεψης.

Το κυριότερο κοινό χαρακτηριστικό των προβλέψεων είναι η συνεχής βελτίωση όλων των παραπάνω παραγόντων, δηλαδή των εισροών, των διαδικασιών και των αποτελεσμάτων τους.

Τα συστήματα έγκαιρης προειδοποίησης πλημμυρών που έχουν αναπτυχθεί και για να μπορούν να αντιμετωπίσουν όλους τους παράγοντες των αιτιών τους καλούνται να απαντήσουν στα παρακάτω ερωτήματα: 1) Πως μια τεχνική πρόβλεψη για μια πλημμύρα θα μπορέσει να μετατραπεί σε προειδοποίηση που να μπορεί να κατανοήσει το κοινό;, 2) Ποιος είναι υπεύθυνος νομικά για να εκδώσει μια προειδοποίηση και να την επικοινωνήσει στο κοινό;, 3) Πόσο προετοιμασμένο είναι το κοινό σε σχέση με την αντιμετώπιση ενός πλημμυρικού φαινομένου;, 4) Πόσο αποτελεσματικά θα είναι τα μηνύματα για την προειδοποίηση μιας πλημμύρας;, 5) Ποιος είναι ο καλύτερος τρόπος και η σωστή στιγμή για την επικοινωνία μιας προειδοποίησης; και 6) Με πόση αβεβαιότητα το κοινό αντιμετωπίζει τις πλημμύρες; [40]

Για να εκδοθεί μία προειδοποίηση για πλημμύρα, πρέπει να ακολουθηθούν μια σειρά από ενέργειες που αφορούν κάποιες διαδικασίες του συστήματος, όπως είναι, η παρατήρηση της πιθανής εμφάνισής της, η πρόγνωση της, η προειδοποίηση που θα εκδοθεί και η απόκριση των αποδεκτών.

Έτσι ξεκινάει με την παρακολούθηση των μετεωρολογικών προβλέψεων που αφορούν έντονα καιρικά φαινόμενα και για την πιθανή πλημμύρα σε ποτάμια ή παράκτιες περιοχές λόγω των παλιρροϊκών φαινομένων.

Για την πρόβλεψη μιας πλημμύρας χρησιμοποιείται η υδρομετεωρολογία, μία επιστήμη που προβλέπει μία πλημμύρα στο μέγεθος της, το που και το πότε θα συμβεί. Γίνεται μία χαρτογράφηση της περιοχής και εκτιμάται ο κίνδυνος που θα προκύψει. Για να βγει μια τέτοια πρόβλεψη χρησιμοποιούνται αριθμητικά, μετεωρολογικά, υδρολογικά και υδραυλικά μοντέλα.

Η αρχική έρευνα για την μέθοδο της αποτελεσματικότητας των προειδοποιήσεων των πλημμυρών βασίστηκε πάνω στην “καμπύλη του Day”. Ο Day ήταν πολιτικός μηχανικός και μελέτησε το χρόνο που προηγείται της πλημμύρας, σε σχέση με το ποσοστό της μείωσης των ζημιών από τις πλημμύρες. Εφαρμόστηκε στην Νέα Υόρκη, στην Πενσυλβάνια και το Μέριλαντ και κατέληξε στην θετική σχέση μεταξύ του χρόνου προειδοποίησης πριν την πλημμύρα και την εκκένωση των κατοίκων ως προς την εξοικονόμηση ζημιών σε όλη την λεκάνη απορροής Susquehanna, της περιοχής που επλήγη.

Αυτό αποτέλεσε τη βάση των σύγχρονων EWS. Αργότερα βελτίωσαν τα EWS με αύξηση του χρόνου της πρόβλεψης και της προειδοποίησης μετά από κάποιες επιστημονικές και τεχνικές αναβαθμίσεις που έγιναν.

Τα αποτελέσματα από την χρήση των συστημάτων προειδοποίησης πλημμυρών ήταν σημαντικά, γιατί λαμβάνοντας κάποια μέτρα απόκρισης, όπως το κλείσιμο φραγμάτων, τις εκκενώσεις περιοχών ή την μετακίνηση αντικειμένων σε υψηλότερα επίπεδα ή περιοχές δημιουργήθηκε οικονομικό κέρδος από την πρόληψη των πιθανών ζημιών και σε επίπεδο ιδιοκτητών και σε επίπεδο επιχειρήσεων.

6.4.1 European Flood Awareness System – EFAS

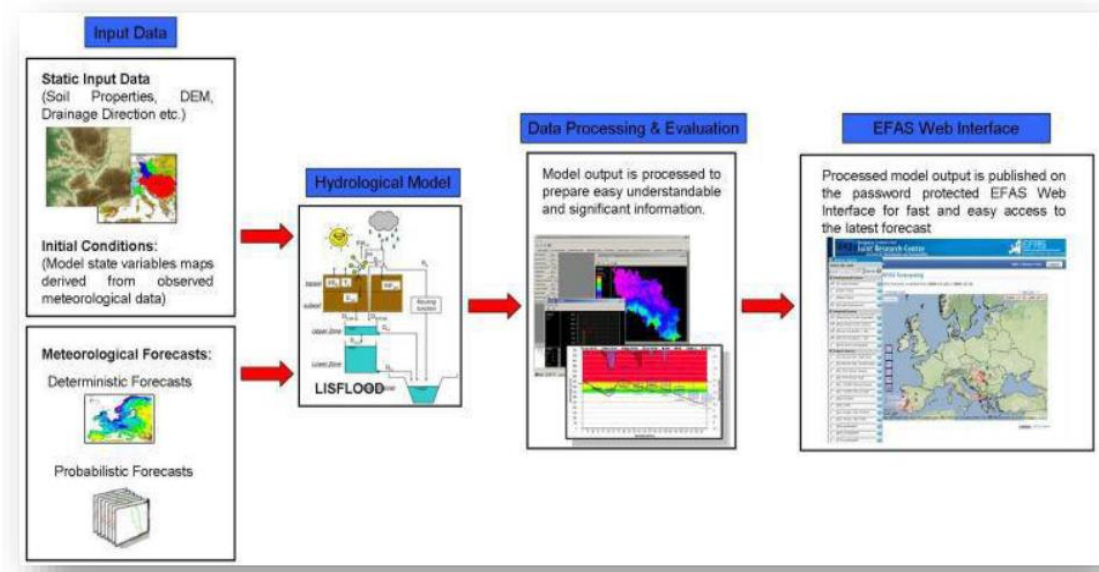
Στην Ευρωπαϊκή ένωση για την πρόγνωση και την παρακολούθηση των πλημμυρών, χρησιμοποιούν το σύστημα EFAS. Το 2011 το EFAS εντάχθηκε στην υπηρεσία διαχείρισης έκτακτης ανάγκης του Copernicus και ξεκίνησε να λειτουργεί το 2012, αφού ήδη λειτουργούσε για 10 περίπου χρόνια στο κοινό κέντρο ερευνών

της Ευρωπαϊκής επιτροπής. Όλο αυτό το χρονικό διάστημα το EFAS συνεργάστηκε με ερευνητικά κέντρα, Πανεπιστήμια καθώς εθνικές αρχές. Το σύστημα έχει τη δυνατότητα να μας δίνει συμπληρωματικές πληροφορίες, έγκαιρης προειδοποίησης πλημμυρών έως και 10 ημέρες. Τις πληροφορίες από το EFAS επεξεργάζονται, οι Εθνικές μετεωρολογικές υπηρεσίες και το European Response and Coordination Center (ERCC). Κάνει επισκόπηση σε χάρτες πανευρωπαϊκής εμβέλειας για πιθανές πλημμύρες σε βάθος χρόνου 10 ημερών και λεπτομερείς προβλέψεις δεδομένων σε πραγματικό χρόνο.

Με το δίκτυο EFAS συνεργάζονται και ανταλλάσσουν πληροφορίες 30 υπηρεσίες υδρολογικής και πολιτικής προστασίας χώρων της Ευρωπαϊκής ένωσης. Οι πληροφορίες αυτές συμβάλουν στην έγκαιρη ενεργοποίηση της υπηρεσίας διαχείρισης έκτακτης ανάγκης, μέσω χαρτογράφησης της έκτασης των πλημμυρών.[43]

Παράλληλα κάθε χώρα διαχειρίζεται και μόνη της το θέμα της έγκαιρης προειδοποίησης και πρόγνωσης των πλημμυρών χρησιμοποιώντας και οποία στοιχεία χρειάζονται από το EFAS.

Το λειτουργικό σύστημα του EFAS ανατίθεται σε τέσσερα κέντρα: 1) το κέντρο συγκέντρωσης υδρολογικών δεδομένων, 2) το κέντρο συγκέντρωσης μετεωρολογικών δεδομένων, 3) το υπολογιστικό κέντρο και 4) το κέντρο διάδοσης. Το παρακάτω σχήμα μας περιγράφει τις τέσσερις βασικές μονάδες με τις οποίες έχει σχεδιαστεί το EFAS.



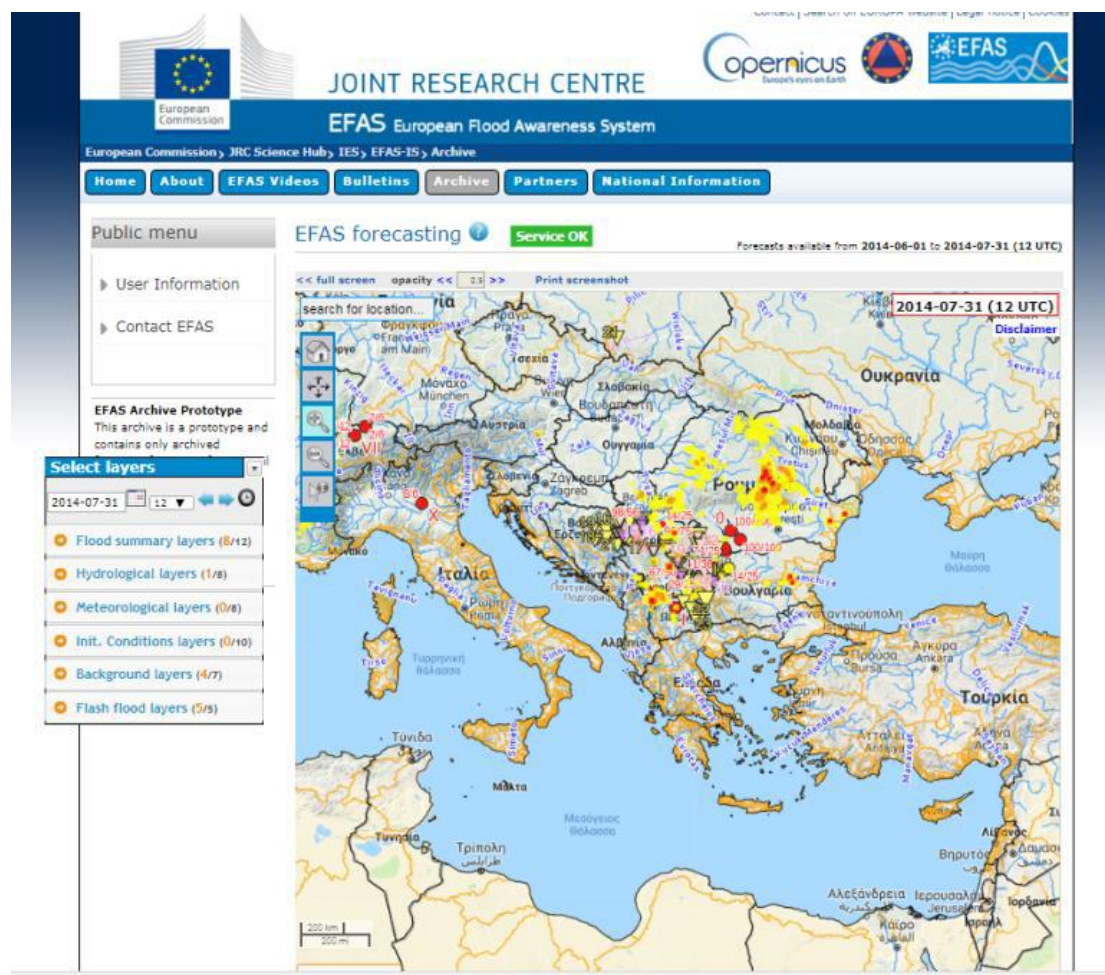
Εικόνα 6.4.1α: Λειτουργικές μονάδες EFAS [πηγή: EFAS Website]

Οι βασικές αυτές μονάδες είναι: 1) τα υδρολογικά δεδομένα, συλλέγονται στοιχεία από 500 σταθμούς σε όλη την Ευρώπη, 2) τα μετεωρολογικά δεδομένα όπου συλλέγουν τα δεδομένα βροχοπτώσεις, θερμοκρασίας και ταχύτητας ανέμου, 3) τα ιστορικά δεδομένα, όπου συλλέγονται στοιχεία από τις υδρομετεωρολογικές, εθνικές υπηρεσίες, τα δεδομένα από τις λεκάνες απορροής των ποταμών και χρησιμοποιούνται στον υπολογισμό των αρχικών συνθηκών και 4) τα χωρικά δεδομένα στατικών ροών, όπως π.χ. τις ιδιότητες του εδάφους, το ψηφιακό μοντέλο ανύψωσης DEM, (digital elevation model), η κατεύθυνση αποστράγγισης κ.α. που συγκεντρώνονται από τις εθνικές βάσεις δεδομένων της Ευρώπης.

Μέσα στα πλαίσια του EFAS αναπτύχθηκε ένα σύστημα γεωγραφικών πληροφοριών GIS (geographic information system) που συλλέγει δεδομένα σε ένα υδρολογικό μοντέλο το Lisflood. Αυτό το υδρολογικό μοντέλο, τρέχει με χρονικό διάστημα έξι ωρών ή κάποιες φορές με ημερήσια χρονομέτρηση. Αυτό συμβαίνει για να μην είναι διαθέσιμο στο κοινό σε πραγματικό χρόνο και να μπορεί κάποιος να παρεμβαίνει σε εθνικές προβλέψεις.

Οι πληροφορίες που διατίθενται είναι μετεωρολογικές, υδρολογικές, πληροφορίες για την πλημμύρα ή άλλες συνοπτικές πληροφορίες για τις πλημμύρες όπως ο αριθμός των ανθρώπων που έχουν πληγεί, οι υλικές ζημιές που έχουν

δημιουργήσει οι πλημμύρες ή τα σημεία που η στάθμη των υδάτων έχουν υπερβεί τα όρια. [41]



6.4.1β: Πρόβλεψη EFAS [Πηγή: EFAS Website]

6.4.2 Spanish Flood Early Warning System

Το 1982 στην Ισπανία αναπτύχθηκε το SAIHs (Spanish Flood Early Warning System). Η Εθνική μετεωρολογική υπηρεσία δίνει τις προβλέψεις και οι προειδοποιήσεις που δίνονται έχουν να κάνουν με την λεκάνη απορροής των υδάτων. Το σύστημα SAIHs συγκεντρώνει τις πληροφορίες μετεωρολογικές και υδρολογικές μεταβλητές, σε πραγματικό χρόνο και το κοινό έχει πρόσβαση μέσω διαδικτύου. Δίνει επίσης τη δυνατότητα να αποθηκεύονται αυτά τα στοιχεία και να δημιουργείται ένα ιστορικό με τα δεδομένα των πλημμυρικών συμβάντων. [42]

6.4.3 NEARTOWARN: Το Σύστημα Έγκαιρης Προειδοποίησης για Τσουνάμι και σχεδιασμού έκτακτης ανάγκης στην Μεσόγειο Θάλασσα

Η διεθνής Ωκεανογραφική επιτροπή της UNESCO IOK (Intergovernmental Oceanographic Commission), μετά το τσουνάμι του Ινδικού ωκεανού, με τους 250.000 νεκρούς το 2004 αποφάσισε να συντονίσει την ανάπτυξη ενός συστήματος έγκαιρης προειδοποίησης για τσουνάμι στο Βορειοανατολικό Ατλαντικό, τη Μεσόγειο και άλλες συνδεδεμένες θάλασσες, το NEAMTWS (North East Atlantic and Mediterranean Tsunami Warning System). Το σύστημα αυτό είχε σκοπό να προειδοποιεί για την ώρα διάδοσης ενός τσουνάμι.

Επίσης από την Ευρωπαϊκή Ένωση λειτουργεί το πρόγραμμα NearToWarn το οποίο συλλέγει για πιο ρεαλιστικά αποτελέσματα, στοιχεία από πολλά τοπικά συστήματα αντί από ένα πιο κοντά στο πεδίο της πλημμύρας.

Το πρόγραμμα NearToWarn περιλαμβάνει τη σύμπραξη του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών που συντονίζει όλο το πρόγραμμα, το πανεπιστήμιο της Μπολόνια από την Ιταλία, το πανεπιστήμιο Κύπρου, το ACRI-ST, το τεχνολογικό πάρκο Sophia-Antipolis στη Γαλλία, το πανεπιστήμιο της Κανταβρίας στην Ισπανία και το Δήμο Ρόδου. Η ιδέα ήταν να αναπτυχθεί ένα πρωτότυπο τοπικό σύστημα έγκαιρης πρόγνωσης τσουνάμι. Το πρόγραμμα NearToWarn βασίζεται σε λειτουργικά συστήματα έγκαιρης προειδοποίησης σε κοντινό πεδίο και για τσουνάμι που πρόκειται να ξεκινήσει σε χρόνο λιγότερο από 30 λεπτά, κάτι που είναι συνηθισμένο στο ΒΑ Ατλαντικό, στη Μεσόγειο αλλά και σε άλλες θαλάσσιες περιοχές του κόσμου.

Το κριτήριο που πρέπει να πληρείται είναι ο χρόνος αντίχρευσης, ο χρόνος της προειδοποιητικής μετάδοσης και ο χρόνος εκκένωσης του σημείου να μην υπερβαίνουν τον χρόνο ταξιδιού του πρώτου κύματος του τσουνάμι από το σημείο που ξεκινάει, την πηγή του, ως την πλησιέστερη ζώνη εκκένωσης. Γι' αυτό ο χρόνος αντίχρευσης θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο μικρός. Ευθύνη για την αντίχρευση ενός τσουνάμι έχει η πολιτική προστασία που διαχειρίζεται τους σεισμούς και το ενδεχόμενο τσουνάμι μέσω του γεωγραφικού συστήματος διαχείρισης κινδύνου.

Τους σεισμούς ανιχνεύει η σεισμική συσκευή συναγερμού SED (seismic alert devices) που ενεργοποιείται και στέλνει σήματα συναγερμού μόλις ανιχνευθεί μια

φάση P του σεισμικού κύματος σε κοντινό πεδίο, αλλά και μόλις ανιχνεύσει μια κίνηση στο έδαφος. Αμέσως μετά οι SED ενεργοποιούν μια κατάσταση έκτακτης ανάγκης εξ αποστάσεως, καθώς και άλλες συσκευές, υπολογιστές με βάσεις δεδομένων από προκατασκευασμένες προσομοιώσεις τσουνάμι, κάμερες παρακολούθησης κ.α., έτσι μέσα από ένα σύστημα γεωγραφικής διαχείρισης σχεδιάζεται ένα ολοκληρωμένο σύστημα έκτακτης ανάγκης.

Η Ρόδος, ένα από τα μέλη του προγράμματος NearToWarn έχει επιλεγεί πιλοτικά και έχει αναπτύξει μια τοπική προειδοποίηση για τσουνάμι. Το νησί επιλέχθηκε γιατί έχει στο ιστορικό του χτυπήματα και από σεισμούς και από τσουνάμι. Πρόσφατα έγινε ο κύριος χώρος δοκιμών για το πανευρωπαϊκό πρόγραμμα έρευνας για το τσουνάμι. Το πρόγραμμα ονομάστηκε TRANSFER (Tsunami Risk and Strategies for the European Region) και χρησιμοποιεί ειδικά μηχανήματα που δίνουν στοιχεία στο σύστημα και έχουν εγκατασταθεί σε 4 διαφορετικά σημεία του νησιού.

Ο κάθε σταθμός αποτελείται από έναν κύριο αισθητήρα (master sensor), έναν δευτερεύοντα αισθητήρα (slave sensor) και συσκευές οπτικοακουστικής ειδοποίησης. Μόλις ανιχνευθεί το πρώτο κύμα σεισμικής δραστηριότητας (κύματα P) ενεργοποιείται και δίνει ειδοποίηση και για το επερχόμενο δεύτερο ισχυρό κύμα (κύματα S).

Επειδή τα τσουνάμι εξελίσσονται πιο αργά από τα σεισμικά κύματα υπάρχει η χρονική δυνατότητα για προειδοποίηση ιδιαίτερα σε ένα τσουνάμι που θα έπεται ενός σεισμού σε μακρινή απόσταση. Αν όμως αυτός ο σεισμός είναι μεγάλης έντασης μπορεί να μην μετρηθεί σωστά το πραγματικό μέγεθος και κατά συνέπεια να μην αξιολογηθούν σωστά οι παράγοντες που δημιουργούν ένα τσουνάμι.

Τα τσουνάμι αποτελούν έναν από τους σημαντικούς θαλάσσιους κινδύνους στις παράκτιες περιοχές της Μεσογείου και ιδιαίτερα στην κεντρική και ανατολική Μεσόγειο. Συνήθως προέρχονται από υποθαλάσσιους ή παράκτιους σεισμούς, κατολισθήσεις ή ηφαιστειακές εκρήξεις. Ιδιαίτερες πιθανότητες για τσουνάμι έχουν και οι Ελληνικές παράκτιες περιοχές λόγω του Ελληνικού τόξου.

Δεδομένα παρατήρησης και αποτελέσματα αριθμητικής μοντελοποίησης μας δείχνουν ότι οι πηγές του τσουνάμι που βρίσκεται σε παράκτιες περιοχές στην

περιοχή της Μεσογείου χρειάζονται για να φτάσουν στις πλησιέστερες ακμές χρονικά διαστήματα 5- 30 λεπτών. Σύμφωνα με την παγκόσμια στατιστική έχει διατυπωθεί ότι το 80 % των θυμάτων προκύπτουν μέσα στην πρώτη ώρα μετάδοσης του. Στην Μεσόγειο η πιο ενεργή γεωτεκτονική δομή είναι το σύστημα HA-T που έχει δώσει σεισμούς μεγάλου μεγέθους περίπου 8 βαθμών ρίχτερ και μεγάλα τσουνάμι που έσπασαν τμήματα ακτών.

Καταστροφικά τσουνάμι συνέβησαν με μεγάλη συχνότητα, κατά τον 20ο αιώνα (περίπου 5-21 φορές ανά δεκαετία). Τα τσουνάμι αυτά προκάλεσαν πολλές καταστροφές στην ξηρά ανάλογα φυσικά και με τις γεωλογικές ή οικολογικές συνθήκες που επικρατούσαν στις αντίστοιχες περιοχές όπως π.χ. κοραλλιογενείς ύφαλοι.

Το 1958 ένας σεισμός 8 βαθμών της κλίμακας ρίχτερ δημιούργησε ένα μεγάλο τσουνάμι σε ένα φιόρδ κοντά στον κόλπο της Αλάσκας, με αποτέλεσμα να αποκολληθούν βράχια και πάγοι μέχρι 46 εκατομμύρια κυβικά και να δημιουργήσει ένα κύμα 524 μέτρων που έτρεχε με ταχύτητα 161 χιλιομέτρων την ώρα.

Ένα άλλο καταστροφικό τσουνάμι ήταν πριν 54 χρόνια στο βορειοδυτικό Ειρηνικό ωκεανό που προέκυψε μετά από σεισμική δόνηση μεγάλου μεγέθους πάλι στην Αλάσκα. Στο τσουνάμι αυτό που στοίχησε τη ζωή σε 100 ανθρώπους έχει σημειωθεί ότι τα κύματα έφταναν έως και 66 μέτρα ύψος.

Η ένταση ενός τσουνάμι μετριέται με μία κλίμακα 12 σημείων. Η κλιματική αλλαγή δημιούργησε την αύξηση της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας, το λιώσιμο των πάγων, την πίεση στον πυθμένα της θάλασσας και την ηφαιστειακή δραστηριότητα. Η κλίμακα μέτρησης τσουνάμι ρυθμίζεται ανάλογα με τις επιπτώσεις του στους ανθρώπους, τις ζημίες που μπορεί να προκύψουν σε κτίρια, σκάφη ή άλλα αντικείμενα ή στο φυσικό περιβάλλον.

Στην πρώτη βαθμίδα της κλίμακας εντάσσονται τα τσουνάμι που δεν γίνονται αισθητά στον άνθρωπο και δεν προκαλούν καταστροφές και στην 12η βαθμίδα, αυτά που προκαλούν ολοκληρωτικές καταστροφές.

Το 2004 σημειώθηκε ένα τσουνάμι στον Ινδικό ωκεανό και την Ιαπωνία όπου εντός 30 λεπτών τρία καταστροφικά κύματα τσουνάμι έως 39 μέτρα κατέστρεψαν

τουλάχιστον 250 παράκτιες κοινότητες στην Ταϊλάνδη. Αυτό το τσουνάμι εντάχθηκε στη βαθμίδα 12.

Μετά την καταστροφή του 2004 και με την χρήση τεχνικών τηλεσκόπησης έγιναν μελέτες και αναλύθηκαν ζημιές μεγάλης κλίμακας. Χρησιμοποιώντας την κλίμακα των 12 βαθμίδων και με την μέθοδο της χαρτογράφησης αναγνωρίστηκαν μοτίβα βλαβών και τα αποτελέσματα των αναλύσεων έδωσαν στοιχεία σημαντικά για την ανάπτυξη σχεδίων εκκένωσης παράκτιων περιοχών και την μείωση των καταστροφών τους. Αυτό συνέβη στο τσουνάμι Tamilnadu στην Ινδία. [43]

6.4.4 Ανάπτυξη Συστήματος Πρόβλεψης για Τσουνάμι

Μετά το τσουνάμι που συνέβη στην Ινδία το 2004, έγινε από πολλούς φορείς προσπάθεια να σχεδιαστούν συστήματα έγκαιρης πρόβλεψης και προειδοποίησης τσουνάμι TWS (Tsunami Warning System), και μέχρι σήμερα συνεχίζουν να τα εξελίσσουν, να αναπτύσσουν νέα συστήματα αισθητήρων και να βασίζονται σε διαφορετικές συνιστώσες για την υποστήριξη του συστήματος και την προειδοποίηση της διάδοσης των πληροφοριών.[44]

Η αρχιτεκτονική της λειτουργίας ενός συστήματος πρόβλεψης και προειδοποίησης ενός τσουνάμι συνήθως ακολουθεί τα παρακάτω κριτήρια.1) την ολοκλήρωση του συστήματος μέσω της ενσωμάτωσης των δεδομένων. Αυτό γίνεται εφικτό μέσω καθορισμένων διεπαφών που προσδιορίζουν την παροχή υπηρεσιών του συστήματος, 2) τη λειτουργικότητα του συστήματος, με την σύζευξη των συνιστωσών, την παρατήρηση και την επεξεργασία τους, 3) τη διαφάνεια του συστήματος που δίνει την δυνατότητα της χρήσης των πληροφοριών και τον διαμοιρασμό τους, και 4) τη δυνατότητα διάσπασης ενός συστήματος στα ξεχωριστά χαρακτηριστικά του για να μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι ξεχωριστές συνιστώσες επεξεργασίας των πληροφοριών.

Υπάρχει ένας προσανατολισμός της αρχιτεκτονικής του συστήματος προς την υπηρεσία SOA (Service Oriented Architecture). Βασίζεται στην ενσωμάτωση, τη λειτουργικότητα, την ομαδοποίηση των διεργασιών και την τυποποίηση ως υπηρεσία.

Για να καθοριστεί εάν έχει ξεκινήσει ένα τσουνάμι, πρέπει να προσδιοριστούν οι συγκεκριμένοι κίνδυνοι, στις συγκεκριμένες παράκτιες περιοχές. Υπάρχουν μοντέλα προγνωστικού και προωθητικού τσουνάμι που υποστηρίζουν την υπηρεσία, αναλόγως των αποτελεσμάτων των συνιστωσών του συστήματος.

Με βάση τη ροή της πληροφορίας για τον κίνδυνο για τσουνάμι εκδίδονται εξατομικευμένα προειδοποιητικά μηνύματα, έκθεση της κατάστασης σε συγκεκριμένες ομάδες, τις αρχές ή το κοινό και αναλόγως των περιπτώσεων κινδύνου και άλλων περιφερειακών ή τοπικών προειδοποιητικών κέντρων.[45]

Το βασικό επίπεδο του συστήματος βασίζεται στους αισθητήρες, στους υπολογιστικούς διακομιστές, τις βάσεις δεδομένων όπου συλλέγονται οι πληροφορίες και τα προειδοποιητικά κανάλια διάδοσης τους.

Έτσι οι υπηρεσίες αισθητήρων χρησιμοποιούν τους αισθητήρες του SWE (Sensor Web Enablement), και παρακολουθούν τις σεισμικές δραστηριότητες και την αλλαγή της στάθμης της θάλασσας.

Οι υπηρεσίες υποστήριξης αποφάσεων, (Decision Support Services), ανιχνεύουν ένα τσουνάμι και προγραμματίζουν τις προειδοποιητικές δραστηριότητες και η υπηρεσία OGC (Open Geospatial Consortium) συμβάλλει στη συνολική εικόνα της κατάστασης και στηρίζει αυτή τη λειτουργία με προσομοιωτές κυμάτων τσουνάμι.

Η συνιστώσα εφοδιασμού πληροφοριών ILC (Information Logistics Component), χειρίζεται την ροή των πληροφοριών και ασχολείται με την κατάρτιση και την μετάδοση προειδοποιητικών μηνυμάτων.

Χρησιμοποιείται το πρωτόκολλο προειδοποίησης CAP (Common Alerting Protocol), του οργανισμού OASIS και το στοιχείο διανομής δεδομένων έκτακτης ανάγκης EDXL-DE (Emergency Data Exchange Language- Distribution Element), για να διεκπεραιώνονται οι παραπάνω υπηρεσίες.

Αυτή η πλατφόρμα εξυπηρέτησης, επιτρέπει τις απαιτούμενες λειτουργίες του κέντρου προειδοποίησης μέσω των γραφικών διεπαφών CCUI (Command Control User Interface). Αυτές οι διεπαφές συνδέουν όλες τις πληροφορίες (upstream και downstream), δηλαδή η πλατφόρμα του αισθητήρα, το σύστημα προσομοίωσης και η

συνιστώσα περιγραφής της κατάστασης ενσωματώνονται και συμμετέχουν στη ροή της πληροφορίας και της επεξεργασίας της. Έτσι η αντίχνευση των κινδύνων του τσουνάμι βασίζεται σε αυτές τις πληροφορίες που παρέχονται από τα συστήματα παρακολούθησης σεισμών και στάθμης της θάλασσας. [46]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΣΥΡΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ

7.1 Μείωση της συμφόρησης στους δρόμους του Σαν Χοσέ των ΗΠΑ από την Proxim

Στη Silicon Valley των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής είναι συγκεντρωμένες οι περισσότερες εταιρείες τεχνολογικού ενδιαφέροντος. Το Σαν Χοσέ θεωρείται η πρωτεύουσα της Silicon Valley και λόγω αυτής της συγκέντρωσης όλων αυτών των εταιρειών έχει αυξηθεί και ο αριθμός του πληθυσμού και η κυκλοφορία στους δρόμους της . Έτσι το Σαν Χοσέ αποφάσισε να επενδύσει 20 εκατομμύρια δολάρια για να αναβαθμίσει τον συγχρονισμό των φανών κυκλοφορίας. Μία υπεύθυνη ομάδα ανέπτυξε ένα δίκτυο ευρείας περιοχής (WAN) με το οποίο κάλυψε όλη την μητρόπολη θέτοντας σε λειτουργία 900 σήματα κυκλοφορίας και 230 κάμερες παρακολούθησης της. Μέσω αυτού του δικτύου γίνονται επίσης η ανταλλαγή πληροφοριών σχετικά με την κυκλοφορία στα περιφερειακά κέντρα διαχείρισης της κυκλοφορίας, των υπηρεσιών δημόσιας ασφάλειας και των κέντρων έκτακτης ανάγκης. Τέλος το WAN ελέγχει όλες τις μεταφορές, τα φώτα led του δρόμου ή τα σήματα ανάδρασης της ταχύτητας των οχημάτων και μάλιστα έχει την δυνατότητα να δίνει τις πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο.

Έτσι τοποθετήθηκαν κάποιες ασύρματες ηλιακές συσκευές για να καλύψουν αυτήν την υπαίθρια ανάγκη. Οι συσκευές λέγονται Tsunami και η λειτουργία τους γίνεται με WORP (wireless outdoor router protocol), δηλαδή με την χρήση ασύρματου δικτύου και με nLos (non line of sight propagation), δηλαδή με ραδιοδιάδοση χωρίς οπτική επαφή. Δίνουν πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο, με Qos (quality of service), και με συνεχή λειτουργία παρότι είναι εγκατεστημένες σε σημεία που η άμεση ορατότητα να επηρεάζεται λόγω εμποδίων που μπορεί να υπάρχουν στις οπτικές ίνες. Με την χρήση αυτού του δικτύου, λειτουργούν 130 ελεγκτές των σημάτων κυκλοφορίας, καθώς και 12 πύλες led φωτισμού στους δρόμους και πολλά σήματα ανάδρασης οχημάτων. [47]



Εικόνα 7.1: Αισθητήρας για τη μείωση της συμφόρησης στους δρόμους (proxim website)

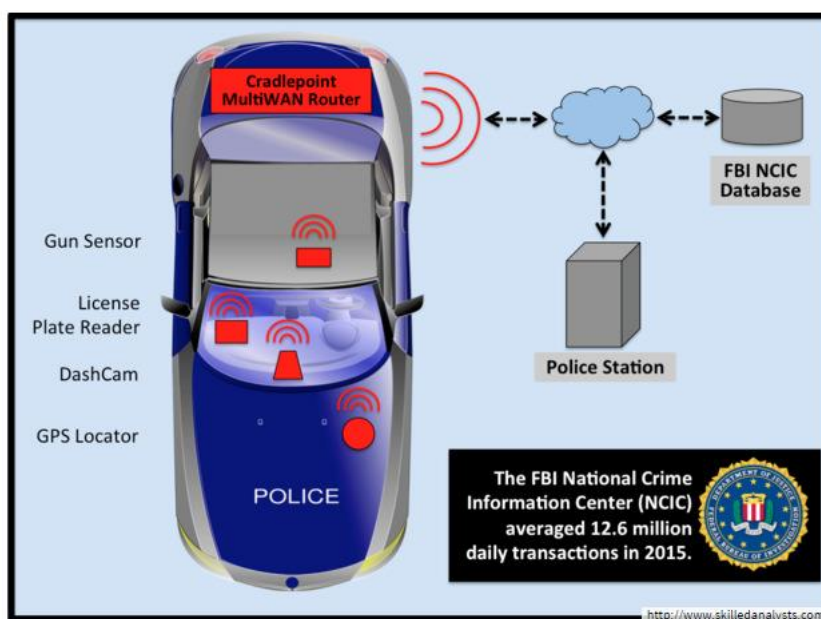
7.2 Σύστημα Cradlepoint σε αστυνομικά οχήματα του FBI

Όταν συμβαίνει ένα έγκλημα σπείδουν στην περιοχή αυτοκίνητα της αστυνομίας. Κατά τη διάρκεια της διαδρομής προς το σημείο του συμβάντος θα πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα να σαρώνονται οι πινακίδες των γύρω αυτοκινήτων, ή τα πρόσωπα πιθανών υπόπτων στην περίπτωση που συμμετέχουν με κάποιο τρόπο στο συμβάν, όπως θα πρέπει να υπάρχει ένας τρόπος να φαίνεται το στίγμα του οχήματος για την περίπτωση που θα χρειαστεί να επέμβουν ενισχύσεις.

Αυτό είναι εφικτό με την χρήση ενός LAN (local area network), ενός τοπικού δικτύου το οποίο συνδέεται στο αστυνομικό όχημα και έχει την δυνατότητα να συνδέεται online, με άλλες μεμονωμένες συσκευές, και από το σημείο του εγκλήματος αλλά και του αστυνομικού τμήματος. Γίνεται με την χρήση 3G/4G/LTE (long term evolution), που είναι μία τεχνολογία αιχμής που συνδέεται με το ασύρματο δίκτυο της περιοχής και μέσω ενός WAN (wide area network), ο οποίος καλύπτει πολλούς τοπικούς μεταφορείς και έτσι μπορεί να γίνει η ανακατεύθυνση των στοιχείων που έχουν συλλεχθεί, παρέχοντας πληροφορίες από μεγάλο εύρος, ακόμα και αν υπάρχει αποσύνδεση ή υπερφόρτωση του δικτύου.

Για να γίνει αυτή η σάρωση πληροφοριών χρησιμοποιούνται συστήματα αυτόματης αναγνώρισης πινακίδων κυκλοφορίας (ALPR) που λειτουργούν

αυτοματοποιώντας την ανάγνωση και τον καθορισμό της πινακίδας και τον εντοπισμό του ενδιαφερομένου οχήματος, με απώτερο σκοπό την επιβολή του νόμου. Το AutuVu όπως ονομάζεται το σύστημα δέχεται μία σειρά από βίντεο με τις πληροφορίες που έχουν συλλεχθεί μέσω του LAN, οι οποίες στέλνονται ηλεκτρονικά στη βάση δεδομένων του Εθνικού Κέντρου Πληροφόρησης του Εγκλήματος (NCIC) και μπορούν τα αστυνομικά όργανα να κάνουν την πιθανή αντιστοίχιση. [48]



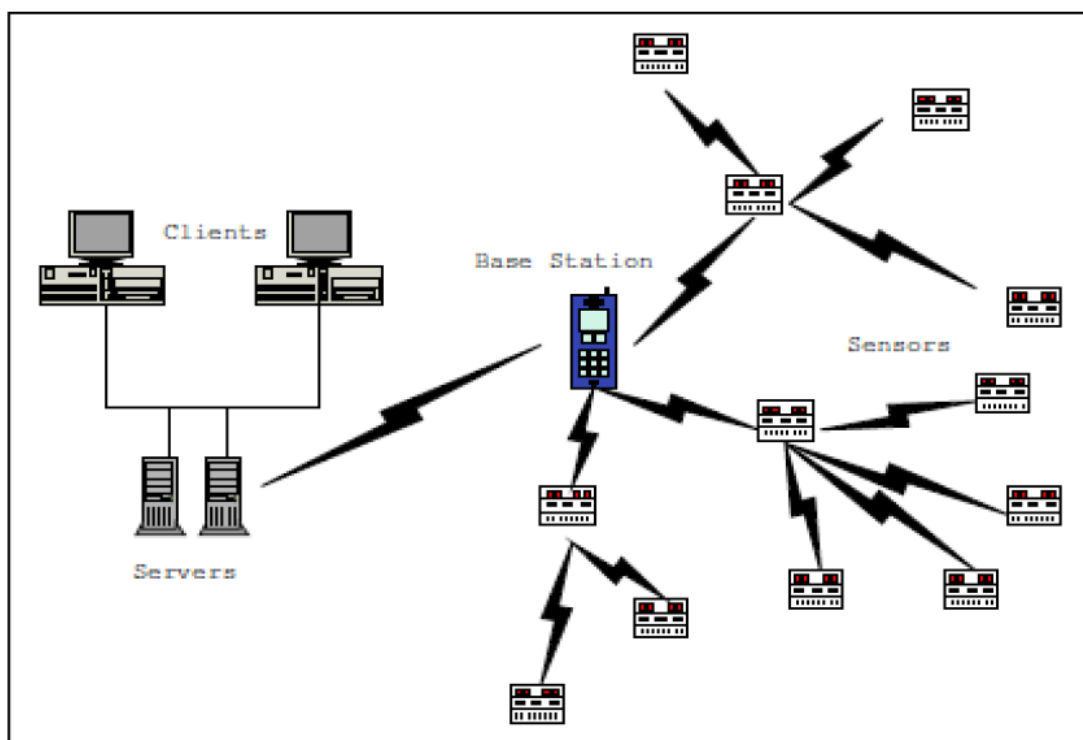
Εικόνα 7.2: Σύστημα παρακολούθησης Cradlepoint του FBI (networkworld website)

7.3 Ασύρματο δίκτυο πυρκαγιάς στην περιοχή Pinole Point Regional Park στο Σαν Φρανσίσκο

Το Αμερικανικό ίδρυμα πληροφορικής σε συνεργασία με άλλους επιστημονικούς φορείς, ανέπτυξε ένα ερευνητικό πρόγραμμα στο οποίο συλλέγονται δεδομένα σε πραγματικό χρόνο και αξιολογούνται γρήγορα και αποτελεσματικά οι επιπτώσεις από καταστροφικά φυσικά φαινόμενα όπως είναι οι σεισμοί, οι πλημμύρες ή οι τυφώνες.

Το WILDFIRE MONITORING SYSTEM σχεδιάστηκε για να λειτουργεί απλά, να συλλέγει τα δεδομένα μέσω αισθητήρων και να τα αποθηκεύει σε μια βάση MySQL. Είναι κατασκευασμένο να λειτουργεί χρησιμοποιώντας οποιοδήποτε

πρόγραμμα περιήγησης του διαδικτύου. Η αρχιτεκτονική της λειτουργίας του συστήματος περιλαμβάνει τους αισθητήρες motes, ένα πρόγραμμα περιήγησης και μια βάση δεδομένων. Κάθε στοιχείο που συλλέγεται φτάνει στο σύστημα αλληλοεπιδρώντας με τα άλλα στοιχεία, μέσω μιας διεπαφής που υπάρχει για να διευκολύνει την λειτουργία της εφαρμογής. [49]



Εικόνα 7.3: Αρχιτεκτονική του Wild Fire Monitoring System (Doolin,Sitar,2005)

7.4 Παρακολούθηση χιονόπτωσης στους αυτοκινητοδρόμους του Winchester του Ηνωμένου Βασιλείου από τη Libelium

Στην ευρύτερη περιοχή του Winchester στο Ηνωμένο Βασίλειο λειτουργεί ένα πρωτοποριακό έργο για την ενημέρωση των τοπικών καιρικών συνθηκών. Μια σειρά από αισθητήρες έχουν τοποθετηθεί και δίνουν πληροφορίες στους υπεύθυνους για την συντήρηση των αυτοκινητοδρόμων. Οι αισθητήρες είναι συνδεδεμένοι σε ένα ασύρματο δίκτυο και παρακολουθούν τις καιρικές συνθήκες, αλλά και τις συνθήκες του οδοστρώματος, όπως για παράδειγμα τη θερμοκρασία του. Έτσι προετοιμάζονται οι άνθρωποι που εργάζονται σε κακές καιρικές συνθήκες ώστε να λάβουν τα

απαραίτητα μέτρα. Οι αισθητήρες αυτοί είναι τοποθετημένοι σε στήλες φωτισμού. Χρησιμοποιούν το δίκτυο Mayflower smart control για να στέλνουν τα στοιχεία που έχουν συλλέξει στις πλατφόρμες ανάλυσης.

Οι συσκευές που χρησιμοποιούνται για το έργο αυτό είναι οι Waspmote Plug & Sense Smart Agriculture PRO καθώς και οι αισθητήρες του μετεωρολογικού σταθμού WS-300. Υπάρχουν διαφορετικού τύπου αισθητήρες για την συλλογή περισσότερων στοιχείων. Αισθητήρες για μέτρηση της ατμοσφαιρικής πίεσης, της θερμοκρασίας, της υγρασίας, του ανέμου κ.α. και έχουν τη δυνατότητα να παρακολουθούν τις καιρικές συνθήκες όπως τις ριπές των ανέμων ή την ταχύτητα των βροχοπτώσεων έτσι ώστε να μπορούν να λαμβάνονται προληπτικά μέτρα ή για παρέμβαση των υπευθύνων σε περίπτωση προβλημάτων του οδοστρώματος.

Αυτό το σύστημα ελέγχου βασίζεται στο πρωτόκολλο επικοινωνίας ZigBee και οι αισθητήρες που χρησιμοποιούνται σε αυτό το έργο είναι συμβατοί με αυτό το πρωτόκολλο. Οι πλατφόρμες των αισθητήρων στέλνουν τις πληροφορίες τους μέσω του ZigBee στη Mayflower Gateway. Όλα τα δεδομένα μέσω 2G και 3G συγκεντρώνονται στο cloud. Η υπηρεσία Amazon Web Services τα εμφανίζει στην πλατφόρμα Sentilo και συμβάλλει στη λήψη μέτρων σε πραγματικό χρόνο ή σε καιρικές προβλέψεις ή οδικές συνθήκες. [50]

7.5 Σύστημα ασύρματης παρακολούθησης για κατολισθήσεις που προκαλούνται από βροχοπτώσεις

Ένα ασύρματο σύστημα παρακολούθησης κατολισθήσεων λειτουργεί με την τοποθέτηση αισθητήρων σε πλαγιές βουνών. Κάθε δέκα λεπτά συγκεντρώνουν και μεταδίδουν πληροφορίες από όλους τους αισθητήρες, σχετικές με την κατάσταση της πλαγιάς μέσω ραδιοεπικοινωνίας σε μία κεντρική μονάδα. Η μονάδα στέλνει αυτά τα δεδομένα σε έναν dataserver του διαδικτύου μέσω ενός τηλεφωνικού δικτύου, τα αποθηκεύει εκεί και είναι προσβάσιμα σε οποιοδήποτε και οποτεδήποτε μέσω της ιστοσελίδας τους. Τα δεδομένα επεξεργάζονται από το διακομιστή και σε περίπτωση ανίχνευσης προβλήματος στην πλαγιά, εκδίδεται μια προειδοποίηση για πιθανή κατολίσθηση.

Οι αισθητήρες που χρησιμοποιούνται για την συλλογή αυτών των πληροφοριών είναι πολλών ειδών. Ο ένας είναι ο αισθητήρας κλίσης MEMS, για την κλίση της επιφάνειας της πλαγιάς, ενώ υπάρχει ένα κλισιόμετρο πολλαπλών τεμαχίων, ένας ογκομετρικός αισθητήρας για την περιεκτικότητα του νερού, και τέλος ένας αισθητήρας θερμοκρασίας που αντισταθμίζει την θερμοκρασία του αισθητήρα κλίσης της επιφάνειας.

Ο κάθε αισθητήρας ελέγχεται από μία μονάδα η οποία λειτουργεί με αλκαλικές μπαταρίες με διάρκεια ζωής τουλάχιστον ενός χρόνου. Έχει την δυνατότητα να συνδεθεί σε ηλιακή μπαταρία και έτσι να λειτουργεί σχεδόν μόνιμα χωρίς να υπάρχει πρόβλημα με την αποφόρτιση του.

Για την μέτρηση της γωνίας κλίσης μιας επιφάνειας τοποθετείται μία χαλύβδινη ράβδος σε βάθος τουλάχιστον ενός μέτρου στο έδαφος της πλαγιάς. Για την μέτρηση της διηλεκτρικής σταθεράς του εδάφους, που υπολογίζει το περιεχόμενο του νερού, χρησιμοποιείται ένας ογκομετρικός αισθητήρας, που τοποθετείται σε ένα ρηχό σημείο της πλαγιάς.

Ένας άλλος αισθητήρας που χρησιμοποιείται είναι το κλισιόμετρο πολλαπλών τεμαχίων που υπολογίζει τις συμπεριφορές των βαθιών επιπέδων της πλαγιάς. Αυτός ο αισθητήρας είναι επίσης φτιαγμένος από ένα μεγάλο χαλύβδινο σωλήνα και από επιμέρους μικρότερα τμήματα σωλήνα.

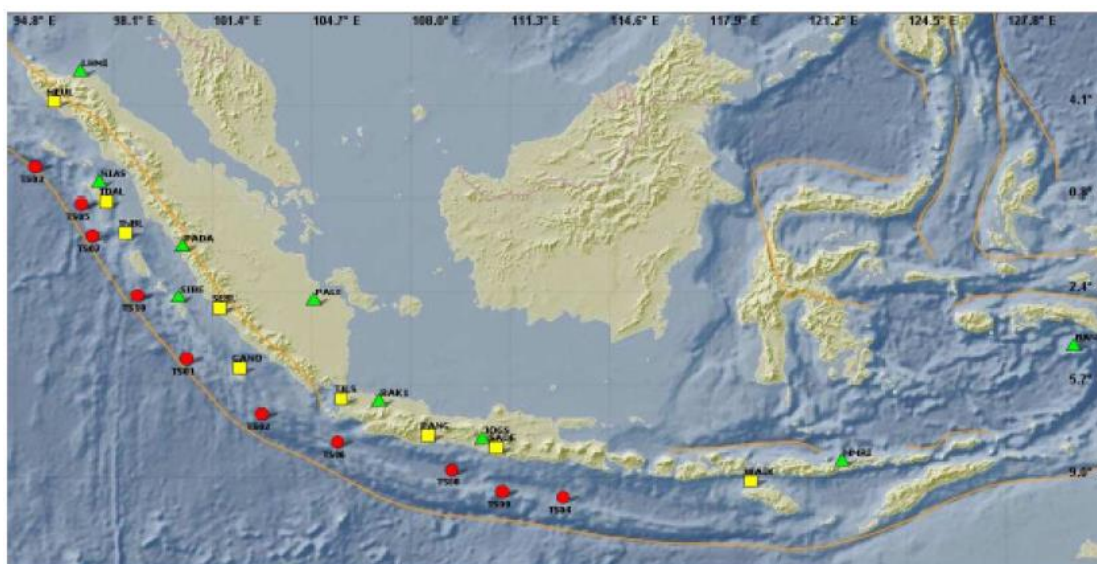
Τα μικρότερα τμήματα του αισθητήρα, είναι εξοπλισμένα με ξεχωριστούς αισθητήρες, που περιλαμβάνουν έναν αισθητήρα κλίσης MEMS, έναν γεωμαγνητικό αισθητήρα που ανιχνεύει την κατεύθυνση του αισθητήρα κλίσης και ένα κύκλωμα ελέγχου. Όλα αυτά συνδέονται και επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω κάποιων εύκαμπτων συνδέσμων κατασκευασμένων από αλουμίνιο. Η συσκευή μετακινείται ανάλογα με την μετατόπιση του εδάφους και ο αντίστοιχος αισθητήρας ανιχνεύει το αντίστοιχο βάθος. [51]

7.6 Σύστημα προειδοποίησης GITEWS για τσουνάμι

Το 2005 η Γερμανική κυβέρνηση ξεκίνησε να λειτουργεί το σύστημα προειδοποίησης GITEWS για τσουνάμι. Αυτό συνέβη ως τρόπο αντίδρασης για το

τσουνάμι του Ινδικού Ωκεανού τον Δεκέμβριο του 2004. Το σύστημα λειτουργεί σε πραγματικό χρόνο και ο στόχος του ήταν να δίνει αξιόπιστα αποτελέσματα μέσα σε 5 λεπτά. Κεραίες με GPS, οι οποίες βασίζονται στην τεχνολογία GNSS (Global Navigation Satellite System), επεξεργάζονται τα δεδομένα και έχουν τη δυνατότητα να δώσουν σήματα προειδοποίησης με διάφορους τρόπους, όπως με την πρόωρη ανίχνευση ενός τσουνάμι ή και την επιβεβαίωση της έναρξης του στους ωκεανούς.

Οι κεραίες GITEWS GPS τοποθετούνται σε διάφορα σημεία και δίνουν τις πληροφορίες, όπως μας δείχνει και η εικόνα που ακολουθεί με τα σημεία που έχουν τοποθετηθεί στην Ινδονησία. Τα πράσινα τρίγωνα είναι οι σταθμοί GPS, τα κίτρινα τετράγωνα είναι οι παλιρροιακές ρυθμίσεις και οι κόκκινοι κύκλοι οι σηματοδότες GPS.



Εικόνα 7.4: Σύστημα Προειδοποίησης GITEWS για τσουνάμι

Το σύστημα GITEWS περιλαμβάνει τέσσερις ομάδες συστημάτων αισθητήρων GPS. Οι τρεις από αυτές λειτουργούν εντός του πλαισίου του συστήματος και είναι αισθητήρες GPS πραγματικού χρόνου και μία ανήκει στο παγκόσμιο δίκτυο IGS (International GNSS Service) παρέχοντας αισθητήρες ως εξωτερικούς σταθμούς.

Η πρώτη ομάδα αισθητήρων είναι πραγματικού χρόνου, είναι συνδυασμένη με σεισμολογικές εγκαταστάσεις και βρίσκεται πάνω σε νησιωτικές και χερσαίες περιοχές της Ινδονησίας. Η δεύτερη ομάδα αισθητήρων συνδέεται με τους σταθμούς μέτρησης της παλίρροιας και είναι τοποθετημένη κατά μήκος των ακτογραμμών της χώρας. Η τρίτη ομάδα αισθητήρων GPS είναι εγκατεστημένη σε σημαντικές ανοιχτής θαλάσσης.

Οι σταθμοί λειτουργούν σε δέκτες διπλής συχνότητας γεωδαιτικού τύπου με κεραίες δακτυλίου τσοκ, αισθητήρες μετεωρολογίας (Vaisala) και με υπολογιστές χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας με βάση το πρότυπο PC104.

Οι σταθμοί χρησιμοποιούν ως σύστημα δορυφορικής επικοινωνίας τα τεμαχικά VSAT (Very small Aperture Terminal) ή το BGAN (Broadband Global Area Network).

Η συλλογή των πληροφοριών από τους σταθμούς γεωμέτρησης ή παλίρροιας γίνεται ανά 10 λεπτά και η μεταφορά των δεδομένων με 1 Hz και σε ακατέργαστη δυαδική μορφή, σε διάστημα κάποιων ωρών. Τα δεδομένα αυτά αποθηκεύονται σε αρχεία, τα οποία χρησιμοποιούνται μετά από κάθε διακοπή επικοινωνίας. [52]

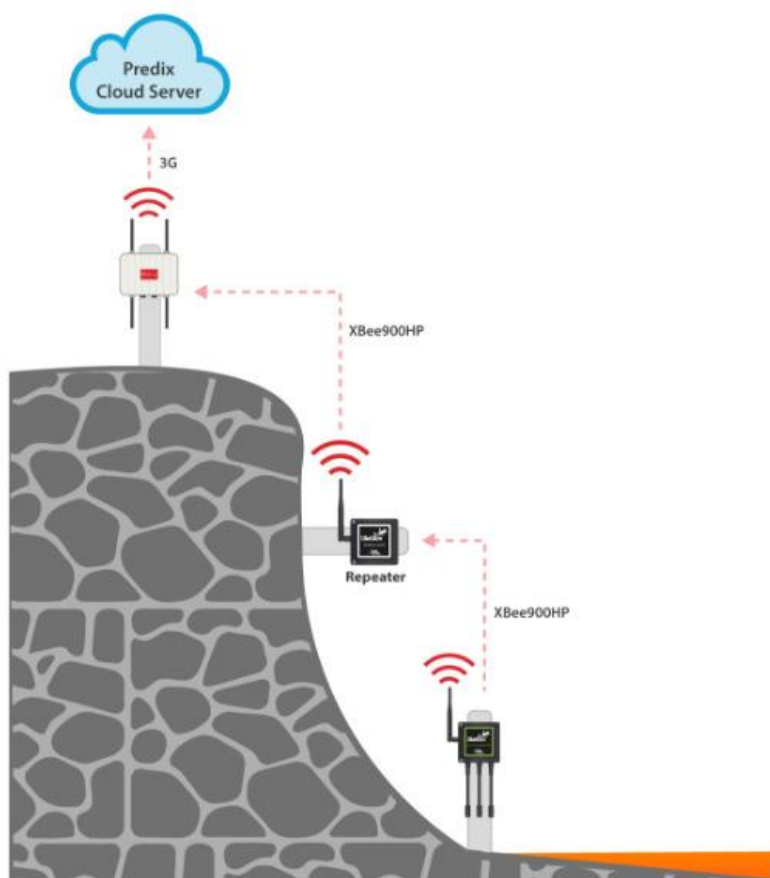
7.7 Πρόβλεψη εκρήξεων του ηφαιστείου Masaya με ασύρματο αισθητήρα από τη Libelium

Το καλοκαίρι του 2006 πραγματοποιήθηκε μία αποστολή στο ηφαιστειο Masaya της Νικαράγουα. Η κυβέρνηση της Νικαράγουα, η ομάδα Qwake με τον εξερευνητή και σκηνοθέτη Sam Cossman ,η εταιρεία Libelium και η εταιρεία General Electric αποτελούσαν τα μέλη αυτής της αποστολής, τα οποία συνεργάστηκαν για να τοποθετήσουν ένα ασύρματο σύστημα παρακολούθησης, το οποίο συλλέγει, μεταδίδει και αποθηκεύει δεδομένα απευθείας από τον κρατήρα του ηφαιστείου σε πραγματικό χρόνο.

Το έργο βασίστηκε σε ένα σύστημα zip-line το οποίο έδινε την δυνατότητα σε προσωπικό ή εργαλεία να κατεβαίνουν στον κρατήρα. Επίσης τοποθέτησαν αισθητήρες Waspnote δίπλα στον κρατήρα για να έχουν πρόσβαση σε δεδομένα, σε πιο ακραίες και δύσκολες συνθήκες.

Οι αισθητήρες Wasmote Plug & Sense και Plug & Sense Ambient Control ήταν αυτοί που τοποθετήθηκαν για την αναμετάδοση των δεδομένων. Μετρούσαν το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), το υδρόθειο (H₂S), τη θερμοκρασία, την υγρασία και την ατμοσφαιρική πίεση.

Για να μην υπάρξει πρόβλημα στους αισθητήρες λόγω της υψηλής θερμοκρασίας του κρατήρα, οι αισθητήρες που τοποθετήθηκαν είχαν στεγανοποιηθεί. Το Wasmote Plug & Sense Smart Environment PRO, έστειλε τις πληροφορίες στον σένσορα Meshlium gateway ή σε περίπτωση χαμηλότερου σήματος ως σταθμός επαναλήπτη στο Wasmote Plug & Sense Ambient Control. Η αποστολή αυτών των δεδομένων γίνεται μέσω του XBee900hp, ενός μόντεμ με υψηλές δυνατότητες. Αυτά στέλνονται μέσω της πύλης IoT με 3G στη βάση δεδομένων της GENERAL ELECTRIC αφού προβληθούν στο Predix, μιας cloud πλατφόρμας λογισμικού που έχει αναπτυχθεί για το βιομηχανικό διαδίκτυο. [53]



Εικόνα 7.5: Διάγραμμα Ανάπτυξης του ασύρματου δικτύου στο ηφαίστειο Masaya

7.8 Δίκτυο FireNet

Το δίκτυο FireNet είναι ένα ασύρματο δίκτυο αισθητήρων που ελέγχουν την εφαρμογή πυρόσβεσης και η καινοτομία του σε σχέση με τα ενσύρματα δίκτυα, είναι ότι οι αισθητήρες αυτοί συνδέονται μέσω μιας ασύρματης σύνδεσης επικοινωνίας, σε ένα συνδεδεμένο δίκτυο ad-hoc.

Τα οχήματα και οι πυροσβέστες είναι εφοδιασμένοι με αισθητήρες που δημιουργούν ένα αυτο-οργανωμένο ασύρματο δίκτυο αισθητήρων. Στο όχημα του κυβερνήτη του συμβάντος υπάρχει ένας φορητός υπολογιστής που συνδέεται με έναν ισχυρό αισθητήρα ως πύλη ενός ασύρματου δικτύου (WSN).

Στο όχημα που μεταφέρει την σκάλα διάσωσης καθώς και στο προηγούμενο έχουν τοποθετηθεί αισθητήρες GPS, οι οποίοι λειτουργούν ως ορόσημο για όλο το ασύρματο δίκτυο και δίνουν το στίγμα της θέσης τους των οχημάτων.

Επίσης κάθε πυροσβεστικό όχημα φέρει έναν αισθητήρα ο οποίος συνδέεται στην πλακέτα των αισθητήρων και η οποία καταγράφει σημαντικές παραμέτρους ως ενεργό σήμα. Το ενεργό σήμα καταγράφει όλες τις πληροφορίες που συλλέγει από τους αισθητήρες όλων των οχημάτων της πυροσβεστικής υπηρεσίας, όπως πληροφορίες από το πεδίο κάποιος φωτιάς ή άλλα γεγονότα.

Ο κάθε αισθητήρας μπορεί να ανιχνεύει τα δεδομένα και να τα προωθεί όπου χρειαστεί. Έτσι μόλις ξεσπάσει μία πυρκαγιά αρχίζει η επικοινωνία από το σημείο συγκέντρωσης των δεδομένων που είναι το όχημα του κυβερνήτη του συμβάντος, μέσω διαδικτύου και να διατηρείται επαφή μεταξύ όλου του πυροσβεστικού τμήματος. Οι αισθητήρες που συνδέονται με τους πυροσβέστες συλλέγουν τις πληροφορίες τους και με βάση τις παραμέτρους του περιβάλλοντος δημιουργούν τα ζωτικά γεγονότα του πεδίου της πυρκαγιάς.

Αυτά τα δεδομένα συγκεντρώνονται μέσω του πρωτοκόλλου δρομολόγησης του διαδικτύου στην πυροσβεστική υπηρεσία. Στη συνέχεια όλοι οι εμπλεκόμενοι του πυροσβεστικού τμήματος έχουν πρόσβαση σε αυτές τις πληροφορίες από το πεδίο της πυρκαγιάς, σε πραγματικό χρόνο. Έτσι επιτυγχάνεται η παρακολούθηση και η αντιμετώπιση της πυρκαγιάς και η επικοινωνία των πυροσβεστών με τον κυβερνήτη αλλά και με το πυροσβεστικό τμήμα.

Αυτό το σύστημα δίνει την ευκαιρία να οργανωθεί ένα ολοκληρωμένο σχέδιο για την αντιμετώπιση μιας πυρκαγιάς με βάση την πρόταση του λογισμικού. Κάθε αισθητήρας έχει ένα δικό του επεξεργαστή CPU και μία τοπική μνήμη που συγκεντρώνει τα δεδομένα και τα αποθηκεύει για κάποιο συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. [54]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στα κεφάλαια που προηγήθηκαν έγινε μια προσπάθεια να παρουσιαστούν διάφορα συστήματα αισθητήρων, που έχουν αναπτυχθεί με σκοπό την προστασία της ανθρώπινης ζωής και ότι άλλο περιβάλλει τον άνθρωπο. Τα συστήματα αυτά έχουν αρκετές δυνατότητες, θα μπορούσαν όμως να οργανωθούν καλύτερα, να αξιοποιηθούν περισσότερο και να δημιουργήσουν ένα περιβάλλον που να παρέχει στον άνθρωπο μεγαλύτερη ασφάλεια.

Πέρα από το αντικείμενο αυτών των συστημάτων και την εφαρμογή τους, υπάρχει πάντα το περιθώριο βελτίωσης τους και η μαζική παραγωγή τους για εμπορικούς λόγους. Εάν η ποιότητα τους βελτιωθεί και ως προς το υλικό, αλλά και ως προς το λειτουργικό μέρος, τα αποτελέσματα που θα δίνουν θα είναι για χρήση μεγαλύτερης διάρκειας.

Χρησιμοποιώντας καλύτερους και περισσότερους τύπους αισθητήρων, υπάρχει η δυνατότητα λήψης ενισχυμένων αποτελεσμάτων π.χ. αυξημένη εμβέλεια ανίχνευσης κ.α., καθώς και να εξαλειφθούν οι αδυναμίες ή τα προβλήματα του συστήματος με τη χρήση ενός μόνο τύπου αισθητήρων.

Αξίζει να σημειωθεί ότι και οι μικρότερες παρεμβάσεις που έγιναν, όπως η βελτίωση του μικροκυματικού αισθητήρα, με τη διακοπτόμενη λειτουργία του, μπορεί να αυξήσει την ενεργειακή του απόδοση, ή με την προσθήκη μιας μικρής μπαταρίας λιθίου να αυξήσει και την διάρκεια λειτουργίας του κατά 5 χρόνια.

Οι αισθητήρες εκτός από την χρήση μπαταρίας για την λειτουργία του, μπορούν να χρησιμοποιήσουν και φωτοβολταϊκά πάνελ, για να επεκταθεί σε μεγαλύτερο βαθμό η διάρκεια ζωής τους. Θα μπορούσαν επίσης με αυτά τα πάνελ να γίνεται σύνδεση των αισθητήρων με δορυφόρους για λήψη ή αποστολή περισσότερων πληροφοριών, παρόλο που έτσι γίνονται διακριτοί, περιορίζεται η δυνατότητα απόκρυψης τους και αυτό αποτελεί μειονέκτημα.

Στον τομέα του λογισμικού, θα μπορούσαν να γίνουν κάποιες βελτιώσεις, όπως η ανάπτυξη έξυπνων αλγορίθμων που μπορούν να ταυτοποιούν με μεγαλύτερη ακρίβεια τον πιθανό εισβολέα. Επίσης ο συνδυασμός αισθητήρων με άλλες μεθόδους ή μέσα επιτήρησης, όπως για παράδειγμα μη επανδρωμένα αεροσκάφη, μπορεί να

δώσει πιο ασφαλή και αποδοτικά αποτελέσματα όπως σε περιπτώσεις εναέριας περιπολίας και μέσα στις συντεταγμένες που πετούν να αποστέλλουν στο σύστημα ότι κυριολεκτικά συμβαίνει εκεί.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- [1] Al-Rawabdeh, A., He, F., Moussa, A., El-Sheimy, N., Ayman, H., (2016) *Using an unmanned aerial vehicle-based digital imaging system to derive a 3D point cloud for landslide scarp recognition*, Remote Sensing, 8(2). doi: 10.3390/rs8020095
- [2] Cocchia, A., (2014) *Smart and Digital City: A Systematic Literature Review*, Department of Economics, University of Genoa, Genoa, Italy.
- [3] Taewwou, N., Pardo, T., (2011) *Smart City as Urban Innovation: Focusing on Management, Policy, and Context*. Center for Technology in Government. University at Albany, State University of New York, U.S.
- [4] https://www.chania.gr/files/55/41106/dimelli_despoina.pdf
- [5] Heshmati, A., (2015). *A Review of the Circular Economy and its Implementation*. IZA Discussion.
- [6] Mattern, F., Floerkemeier, C., (2010) *From the Internet of Computers to the Internet of Things*
- [7] ICN Research Group, Raychadhuri, D., Bacelli, E., Schelen, O., Lindren, A., Ahlgren, B., Wang, G., Ravidran, R., (2016) *Requirements and Challenges for IoT over ICN*. Ανακτήθηκε από: <https://datatracker.ietf.org/doc/draft-zhang-icnrg-icniot-requirements/>
- [8] Εθνικό Πληροφοριακό Σύστημα Έρευνας και Τεχνολογίας [ΕΠΣΕΤ] (2018). Προσβάσιμο: <http://www.epset.gr/el/content/ypologistiko-nefos-cloud-computing>
- [9] Καλοβρέκτης, Κ., Κατέβας, Ν., (2013) *Αισθητήρες μέτρησης και ελέγχου*, Δεύτερη έκδοση, Εκδόσεις Τζιόλα.
- [10] <https://www.smart-energy.com/regional-news/europe-uk/enel-telegestore-project-is-on-track/>
- [11] <https://www.oxxio.nl/>

- [12] Vasconcelos, J., (2008) *Survey of regulatory and technological developments concerning smart metering in the European Union electricity market*, EU energy policy.
- [13] Institute for Electric Efficiency (IEE), (2012) *Utility Scale Smart Meter Deployments, Plans & Proposals*. Διαθέσιμο: http://www.edisonfoundation.net/iee/Documents/IEE_SmartMeterRollouts_0512.pdf
- [14] Annaswamy, A., (2013) *Smart Grid Research: Control Systems*, DOI: 10.1109/IEEESTD.2013.6648362
- [15] Pegkas, P., (2020). *The impact of renewable and non-renewable energy consumption on economic growth: the case of Greece*. International Journal of Sustainable Energy, 39(4), 380-395
- [16] EBRD (2020). Greece overview. Ανακτήθηκε από: <https://www.ebrd.com/where-we-are/greece/overview.html>
- [17] <https://www.owlintuition.com/>
- [18] https://ec.europa.eu/greece/news/20201203_1_el
- [19] http://www.its.leeds.ac.uk/projects/konsult/private/level2/instruments/instrument014/12_014a.htm
- [20] Kanarachos, S., (2009). *A new method for computing optimal obstacle avoidance steering manoeuvres of vehicles*. International Journal of Vehicle Autonomous Systems. 7 (1): 73–95. doi:10.1504/IJVAS.2009.027968. <http://www.inderscience.com/info/inarticle.php?artid=27968>
<http://www.inderscience.com/offer.php?id=27968>
- [21] Kempton, W., Udo, V., Huber, K., Komara, K., Letendre, S., Baker, S., Brunner, D, Pearre, N., (2008) *A Test of Vehicle-to-Grid (V2G) for Energy. Storage and Frequency Regulation in the PJMSystem*, Results from an Industry-University Research Partnership November

- [22] Kyriazis, D., Varvarigou, T., Rossi, A., White, D., Cooper, J. (2013). *Sustainable smart city IoT applications: Heat and electricity management & Eco-conscious cruise control for public transportation*. IEEE International Symposium and Workshops on a World of Wireless, Mobile and Multimedia Networks
- [23] Guolin, S., Feng, L., Junyu, L., Guisong, L., (2014) *Software Defined Wireless Network Architecture for the Next Generation Mobile Communication*
- [24] Smiley, S., (2012) *Understanding And Planning For RFID Multipath Environments*
- [25] Smiley, S., (2019) *Active RFID vs. Passive RFID: What's the Difference?*
- [26] UNDRP (United Nations Disaster Relief Organization), *Natural Disasters and Vulnerability Analysis*, Geneva, Office of the United Nations Disasters Relief Coordinator.
- [27] UN/ISDR (2012) *Living with risk: A global review of disaster reduction initiatives*, Preliminary version prepared as an interagency effort coordinated by the ISDR Secretariat, Geneva.
- [28] Weichselgartner, J., (2011) *Disaster mitigation: the concept of vulnerability revisited*, Disaster Prevention and Management, Vol: 10, Num:2, pp:85-94.
- [29] Wisner, B., et. al., (2013) *At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability and Disasters*, London: Routledge.
- [30] Βούλγαρης, Ν., (2016) *Τεχνική Σεισμολογία – Μικροζωνική, Σημειώσεις Μαθημάτων, Τμήμα Γεωλογίας ΕΚΠΑ.*
- [31] Λέκκας, Ε., Λοΐζος, Σ., (2012) *Βασικές Αρχές και Εφαρμογές του Επιχειρησιακού Σχεδιασμού για τη Διαχείριση Φυσικών Καταστροφών και Τεχνολογικών Κινδύνων*, Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- [32] Λέκκας, Ε., Ανδρεαδάκης, Ε., (2015) *Εισαγωγή στη Θεωρία της Διαχείρισης Καταστροφών και Κρίσεων*, ΠΜΣ Διαχείριση Περιβάλλοντος Καταστροφών και Κρίσεων.

- [33] Durage, S.W., Wirasinghe, S.C., Ruwanpura, J., (2013) *Comparison of the Canadian and US tornado detection and warning systems*. *Natural Hazards* 66:1, 117-137.
- [34] Developing Early Warning Systems: A Checklist, *EWC III Third International Conference on Early Warning*, 27 – 29 March 2016, Bonn, Germany.
- [35] de Leon, J.C.V, Bogardi, J., (2012) *Early Warning Systems in the context of Disaster Risk Management*, United Nations University.
- [36] The OFDA/CRED International Disaster Database, CRED (2011) EM-DAT. In: Universite, Catholique de Louvain, Brussels, Belgium. www.emdat.be.
- [37]<https://www.tovima.gr/2008/11/25/world/stin-iapwnia-to-prwto-systima-proeidopoiisis-gia-seismo/>
- [38] Gupta, P.R., Implementation of the Mexican national tsunami early warning system
- [39] Υπουργείο Εσωτερικών & Διοικητικής Ανασυγκρότησης, Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας, Δ/Νση Σχεδιασμού & Αντιμετώπισης Έκτακτων Αναγκών, Σχεδιασμός και δράσεις Πολιτικής Προστασίας για την αντιμετώπιση κινδύνων λόγω των δασικών πυρκαγιών κατά την αντιπυρική περίοδο 2015.
- [40] Flowerdew, J., Horsburgh, K., Wilson, C., Mylne, K., (2010) *Development and evaluation of an ensemble forecasting system for coastal storm surges*, *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 136, 1444–1456.
- [41] Alfieri, L., Pappenberger, F., Wetterhall, F., Thielen, J., (2012) *Operational early warning systems for water-related hazards in Europe*, a European Commission - Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, via E. Fermi, 2749, 21027 Ispra (VA), Italy.
- [42] Basher, R., (2009) *Global early warning systems for natural hazards: systematic and people-centred*, UN-ISDR Platform for the Promotion of Early Warning (PPEW), Goerresstrasse 30, 53113 Bonn, Germany.

- [43] Klafft, M., (2011) *Assessing the Economic Value of Early Warning Systems*, Michael Klafft Fraunhofer ISST Ulrich Meissen, Fraunhofer ISST, Proceedings of the 8th International ISCRAM Conference – Lisbon, Portugal.
- [44] Wurster, S., Meissen, U., (2014) *Towards an Economic Assessment Approach for Early Warning Systems: Improving Cost-Avoidance Calculations about Private Households*, International ISCRAM Conference – University Park, Pennsylvania, USA.
- [45] Alexander, D.E., (2014), *Natural Hazards*, Encyclopedia of Earth Science/Environmental Geology, pp. 421-425
- [46] Fakhruddin, S.H.M., Chivakidakarn, Y., (2014) *A case study for early warning and disaster management in Thailand. International Journal of Disaster Risk Reduction* 9, 159-180.
- [47] <http://www.proxim.com/solutions/transportation/city-of-san-jose>
- [48] Baldini, G., (2013) *Survey of wireless communication technologies for public safety*, IEEE 16, (2).
- [49] Doolin, D.M., Sitar, N. (2005) *Wireless sensors for wildfire monitoring*, University of Berkeley, California, USA
- [50] <https://www.libelium.com/libeliumworld/success-stories/snow-and-ice-monitoring-in-uk-winter-highways-for-a-smart-road-management/>
- [51] Uchimura, T., Towhata, I., Wang, L., Nishie, S., Yamaguchi, H., Seko, I., Qiao, J., (2015) *Precaution and early warning of surface failure of slopes using tilt sensors*, University of Tokyo, Department of Civil Engineering.
- [52] Hammitzsch M., Lendholt, M., Esbr, M.A., (2012) *User interface prototype for geospatial early warning systems – a tsunami showcase*, Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 12, 555– 573
- [53] <https://www.libelium.com/libeliumworld/success-stories/predicting-eruptions-in-the-masaya-volcano-with-wireless-sensors/>

[54] Sha, K., Shi, W., Watkins, O., (2006) *Using Wireless Sensor Networks for Fire Rescue Applications: Requirements and Challenges*, IEEE.