



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
UNIVERSITY OF PIRAEUS

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

ΕΞΥΠΝΕΣ ΠΟΛΕΙΣ ΚΑΙ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ

ΑΥΤΟΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ ΚΑΙ ΕΞΥΠΝΕΣ ΠΟΛΕΙΣ
(Building Automation and Smart Cities)

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:

- Δρ. Θωμάς Δασακλής

ΟΜΑΔΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ #21

- ΝΙΚΟΛΑΣ ΠΑΤΕΡΑΣ, Π17172
- ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ ΖΑΡΤΗΛΑΣ ΠΑΠΑΧΑΡΑΛΑΜΠΟΥΣ, Π17168

Πειραιάς, Ιανουάριος 2021

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα επιστημονική εργασία με τίτλο «**Αυτοματοποίηση Κτιρίων και Έξυπνες Πόλεις**» ασχολείται με τις αυτοματοποιημένες μηχανές που επιδρούν στην αυτοματοποίηση κτιρίων και τις «Έξυπνες Πόλεις» που αξιοποιούν σύγχρονες τεχνολογίες. Επίσης, η εργασία πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του προπτυχιακού μαθήματος «**Έξυπνες Πόλεις και Διαδίκτυο των Πραγμάτων**» του Πανεπιστημίου Πειραιώς.

Σκοπός μας κατά την διάρκεια μας συγγραφής, δεν ήταν μόνο η ορθή και όσο το δυνατόν πληρέστερη ανάλυση του θέματος. Έγινε προσπάθεια, έτσι ώστε το περιεχόμενο μας εργασίας να είναι κατανοητό και σαφές, γι' αυτό η ανάλυση του θέματος έγινε με χρήση παραδειγμάτων.

Αναλυτικότερα, αποτελείται από **4 κεφάλαια**. Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια εισαγωγή στις Έξυπνες Πόλεις και στους βασικοί ορισμούς και θεματολογίες που ο αναγνώστης πρέπει να γνωρίζει για την καλύτερη κατανόηση του θέματος. Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται ανάλυση για την **αυτοματοποίηση κτιρίων**, ορίζοντας τον ορισμό και αναφέροντας τα υποσυστήματα αυτοματισμού κτιρίων. Στο τρίτο κεφάλαιο αναλύονται οι «**Έξυπνες Υπηρεσίες**» όπως για παράδειγμα το «**Έξυπνο Νερό**», η «**Έξυπνη Ενέργεια**» κλπ. Κατόπιν, στο τέταρτο και τελευταίο κεφάλαιο αναφέρονται τα συμπεράσματα των αυτών των τεχνολογιών.

Εν τέλει, για την εκτέλεση της επιστημονικής μας εργασίας οφείλουμε να εκφράσουμε τις ευχαριστίες μας προς τον κύριο Θωμά Δασακλή για την καθοδήγηση του μέσω των διαλέξεων και για το εμπλουτισμένο υλικό που μας παρείχε διαδικτυακός.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Έξυπνες Πόλεις, Αυτοματοποιημένο Κτίριο, Διαδίκτυο των Πραγμάτων.

ABSTRACT

The present research paper entitled as “**Building Automation and Smart Cities**” is referencing to automated machinery that affects the automation of buildings and the “Smart Cities” that utilize modern technologies. Also, this research paper was done as part of the undergraduate course “**Smart Cities and Internet of Things**” of University of Piraeus.

Our purpose during the writing was not only the correct but also the most complete as possible analysis of the subject. Efforts were made so that the content of the paper is understandable and clear, so the analysis of the topic was done using examples.

In more detail, it consists of **4 chapters**. The first chapter introduces Smart Cities and the basic definitions and topics that the reader should be aware of to better understand the topic. In the second chapter, an analysis is made for the automation of buildings, defining the definition, and mentioning the subsystems of building automation. The third chapter analyzes “**Smart Services**” such as “**Smart Water**”, “**Smart Energy**” and etc. Then, in the fourth and last chapter, a conclusion of these technologies is reported.

Lastly, for carrying out this scientific paper, we must express our thanks to Mr. Thomas Dasaklis for his guidance through the lectures and for the enriched material he provided to us online.

KEYWORDS

Smart Cities, Automated Building, Internet of Things.

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

Συντομογραφία	Επεξήγηση
AI	Artificial Intelligence
ASO	Automated system optimization
AISUWRS	Assessing and Improving Sustainability of Urban Water Resources and Systems
AMI	Advanced Metering Infrastructure
BACS	Building Automation and Control Systems
BAS	Building automation systems
BMS	Building management systems
DDC	Direct digital control systems
DR	Demand response
EMCS	Energy management and control systems
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory
EMIS	Energy management and information systems
EMS	Energy management systems
EIS	Energy information systems
ETS	Engineering Tool Software
FM	Facility Management
FMC	Fixed-Mobile Convergence
GIS	Geographic Information System
GPRS	General Packet Radio Service
GSM	Groupe Special Mobile (Global System for Mobile Communications)
HBA	Home and Building Automation
HBES	Home and Building Electronic Systems
HEMS	Home energy management system
HVAC	Heating, ventilation, and air conditioning
ICT	Information and Communication Technology
IoT	Internet of Things
IT	Information Technology
ITU	International Telecommunications Union
ML	Machine Learning
OECD	Organization of Economic Cooperation and Development
SaaS	Software as a Service
SFIA	Skills Framework for the Information Age
SSL	Secure Sockets Layer
SWM	Smart Water Management

SCN	Smart Control Network
SSM	Smart Sensor Management
SSN	Smart Safety Network
UC	Unified Communications
UGROW	Urban Ground Water
RAM	Random-Access Memory
ROM	Read-Only Memory
ΕΥΔΑΠ	Εταιρεία Ύδρευσης και Αποχέτευσης Πρωτεύουσας
κλπ	Και τα λοιπά
π.χ.	Παραδείγματος χάριν

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	2
ABSTRACT	3
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ	4
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ ΕΞΥΠΝΕΣ ΠΟΛΕΙΣ	7
1.1 ΤΙ ΕΙΝΑΙ Η ΕΞΥΠΝΗ ΠΟΛΗ	7
1.2 ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ICT.....	8
1.3 ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΙΟΤ	9
1.4 ΤΑ GIS ΣΤΙΣ ΕΞΥΠΝΕΣ ΠΟΛΕΙΣ.....	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΑΥΤΟΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ	12
2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ	12
2.2 ΤΙ ΕΙΝΑΙ Η ΑΥΤΟΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ	13
2.3 ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ ΚΤΙΡΙΩΝ ΚΑΙ ΣΠΙΤΙΩΝ	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΕΞΥΠΝΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ	15
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	15
3.2 ΕΞΥΠΝΟ ΝΕΡΟ.....	15
3.2.1 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ SWM	16
3.3 ΕΞΥΠΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ.....	19
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ EMIS	20
ΟΡΙΣΜΟΣ ΒΑΣ.....	20
ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΒΑΣ	21
3.4 ΕΞΥΠΝΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	23
3.4.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ KONNEX.....	23
3.5 ΕΞΥΠΝΑ ΔΙΚΤΥΑ.....	26
3.6 ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ.....	28
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	29
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	31

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ ΕΞΥΠΝΕΣ ΠΟΛΕΙΣ

1.1 ΤΙ ΕΙΝΑΙ Η ΕΞΥΠΝΗ ΠΟΛΗ

Ο όρος «**Έξυπνη Πόλη**» χρησιμοποιείται για την περιγραφή μιας αναπτυγμένης πόλης που αξιοποιεί σύγχρονες τεχνολογίες για να βελτιώσει την καθημερινότητα των πολιτών της. Ο όρος αυτός χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά το 1990, στην τότε εποχή το επίκεντρο ήταν τα νέα **ICT** που σχετίζονταν για τις σύγχρονες υποδομές [1]. Η έννοια της Έξυπνης Πόλης ενσωματώνει την ICT και διάφορες φυσικές συσκευές (Physical Devices) που είναι συνδεδεμένες στο δίκτυο IoT. Οι Information and Communication Technologies αναφέρονται στην ενσωμάτωση τηλεπικοινωνιών (τηλεφωνικές γραμμές, ασύρματα σήματα και το διαδίκτυο), υπολογιστές, τηλεοράσεις, καθώς και τα κατάλληλα λογισμικά, που επιτρέπουν στους χρήστες να έχουν πρόσβαση, να αποθηκεύουν, να μεταφέρουν και να επεξεργάζονται πληροφορία [2].

Ο σκοπός μίας Έξυπνης Πόλης είναι να διασφαλίσει ένα πιο ασφαλές και αξιόπιστο μέλλον, υγεία, πλούτη, δυνατότητες και επιλογές, ανεξαρτησία και βιωσιμότητα για τους πολίτες της. Εκτός από αυτό, περιέχει επίπεδα δικτύου, αντίληψης και εφαρμογής, αυτά είναι τα τρία επίπεδα του **IoT** τα οποία καθορίζουν την κύρια ιδέα του **Διαδικτύου των Πραγμάτων**, που μπορούν να αυξήσουν όλο και περισσότερο την διασύνδεση και διαλειτουργικότητα [3][4]. Το Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT) περιγράφει το δίκτυο φυσικών αντικειμένων που είναι ενσωματωμένα με αισθητήρες, λογισμικό και άλλες τεχνολογίες με σκοπό τη σύνδεση και την ανταλλαγή δεδομένων με άλλες συσκευές και συστήματα μέσω του **Διαδικτύου**, συνήθως χρησιμοποιούνται IoT συσκευές όπως συνδεδεμένοι αισθητήρες, φώτα και μετρητές για τη συλλογή και ανάλυση δεδομένων [5].

Συμπερασματικά, μια Έξυπνη Πόλη είναι μια αστική περιοχή που χρησιμοποιεί διάφορες μεθόδους για να συλλέγει δεδομένα. Γίνεται χρήση αυτών των δεδομένων για να γίνεται έξυπνη ανταπόκριση σε διαφορετικούς τομείς, συμπεριλαμβάνοντας την καθημερινή ζωή, προστασία του περιβάλλοντος, δημόσια ασφάλεια, αστικές υπηρεσίες, τις βιομηχανικές και εμπορικές δραστηριότητες [3]. Παραδείγματα Έξυπνων Πόλεων είναι η Σιγκαπούρη, Κίνα, Ντουμπάι, το Άμστερνταμ, το Λονδίνο κλπ, ακόμα και στην Ελλάδα, υπάρχουν εταιρίες πληροφορικής όπως η **Dotsoft** με ανώτερο σκοπό την υλοποίηση Έξυπνων Πόλεων.

1.2 ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ICT

Η τεχνολογία πληροφοριών και επικοινωνιών αλλιώς στα Αγγλικά Information and Communication Technologies (**ICT**) είναι ένας εκτεταμένος όρος του Information Technology (**IT**) που επικεντρώνεται στο ρόλο των Unified Communications (**UC**). Οι «Επικοινωνίες Unified» αναφέρονται στην ενσωματωμένη και ελεγχόμενη επικοινωνία, δηλαδή η ενσωμάτωση επιχειρησιακών επικοινωνιών όπως υπηρεσίες επικοινωνίας (Chatting), Σταθερή-Κινητή Σύγκλιση (**FCM**), κοινή χρήση υπολογιστών και δεδομένων με σκοπό να ενσωματώνουν παραδοσιακά και καινοτόμα μέσα επικοινωνίας (ομιλία, κείμενο, βίντεο) και συσκευές (τηλέφωνο, υπολογιστής) με πληροφορίες παρουσίας και περαιτέρω δυνατότητες συνεργασίας [6].

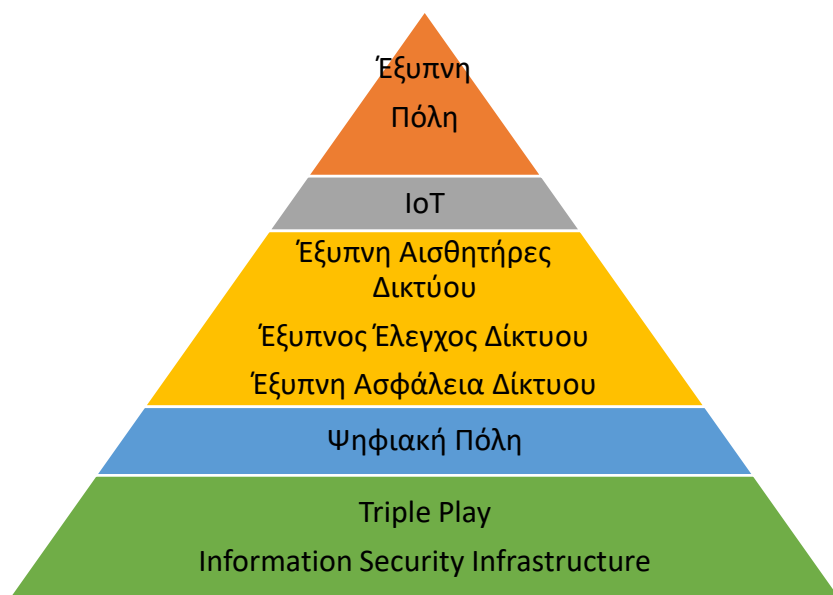
Εκτός από αυτό, οι ICT εστιάζουν στην ενσωμάτωση των τηλεπικοινωνιών (τηλέφωνο, το ραδιοτηλέφωνο, ο ασύρματος, το τηλέτυπο, το τηλεομοιοτυπικό, κλπ), υπολογιστών, καθώς και απαραίτητο λογισμικό για επιχειρήσεις (enterprise), ενδιάμεσο λογισμικό (middleware), αποθήκευση και οπτικοακουστικά μέσα (audiovisual) που επιτρέπουν στους χρήστες να έχουν πρόσβαση, να αποθηκεύουν, να μεταδίδουν και να χειρίζονται πληροφορίες. Οι δυνατότητες των σύγχρονων συστημάτων ICT αυξάνονται ραγδαία με την πρόοδο στα ηλεκτρονικά, τα μικροσυστήματα, τη δικτύωση, την ικανότητα να κυριαρχούν ολοένα και πιο περίπλοκα κυβερνο-φυσικά συστήματα και ρομπότ και την πρόοδο στην επεξεργασία δεδομένων και στις διεπαφές ανθρώπινων μηχανημάτων. Αυτές οι εξελίξεις παρέχουν σημαντικές ευκαιρίες στην Ευρώπη να αναπτύξει την επόμενη γενιά ανοιχτών πλατφορμών πάνω από τις οποίες μπορούν να εφαρμοστούν πολλές καινοτόμες συσκευές, συστήματα και εφαρμογές.

Για να καθορίσουμε τα επίπεδα επαγγελματικών δεξιοτήτων για τα προϊόντα επαγγελματικής εκπαίδευσης ICT, η **IEEE Computer Society** έχει υιοθετήσει, για παράδειγμα, το πλαίσιο δεξιοτήτων για την εποχή της πληροφορίας (**SFIA**). Η αξία των στρατηγικών ICT ως μέσου γεφύρωσης του ψηφιακού χάσματος και ως ισχυρού εργαλείου για την οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη σε όλο τον κόσμο δεν πρέπει να υποτιμάται σε γεωργικούς και συναφείς τομείς. Η βελτίωση της επέκτασης των υπηρεσιών ICT στους αγρότες θα βελτιώσει αποτελεσματικά τη μετάδοση παγκόσμιων ανοικτών δεδομένων για τη γεωργία και τη διατροφή για την ανάπτυξη λογικών λύσεων που θα αντιμετωπίζουν θέματα ασφάλειας τροφίμων, διατροφής και βιώσιμης γεωργίας.

1.3 ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΙΟΤ

Ο όρος **Internet of Things** έχει ερμηνευτεί με διάφορους τρόπους από διαφορετικούς συγγραφείς, ένας από τους διάσημους ορισμούς που όρισε ο **Vermesan et al** [7], είναι ότι προσδιορίζει την αλληλεπίδραση μεταξύ του φυσικού και ψηφιακού κόσμου [4]. Επιπλέον, μια **Ψηφιακή Πόλη** δεν είναι Έξυπνη Πόλη αλλά μια Έξυπνη Πόλη είναι και Ψηφιακή, αυτό συμβαίνει επειδή οι Ψηφιακές Πόλεις δεν υλοποιούν το πρωτόκολλο του IoT και της ανάλυσης των δεδομένων για την βέλτιστη εμπειρία των κατοίκων τους, στο **Σχήμα 1.4.1** προβάλλεται η σχέση μεταξύ Έξυπνης Πόλης και Ψηφιακής Πόλης.

Ειδικότερα, το IoT μπορεί να αλλάξει τον τρόπο αλληλεπίδρασης όλων των επιχειρήσεων, κυβερνήσεων, και καταναλωτών με τον φυσικό κόσμο. Η πρώτη συσκευή με σύνδεση στο Διαδίκτυο κατασκευάστηκε τη δεκαετία του 1980 και ήταν μία τροποποιημένη μηχανή αναψυκτικών που μπορούσε να αναφέρει το αποθέματα της και να συμπεράνει εάν τα αναψυκτικά που



Σχήμα 1.4.1

προστέθηκαν πρόσφατα ήταν κρύα ή όχι [5]. Αβίαστα, λοιπόν, ο όρος IoT αναφέρεται στα αντικείμενα που είναι συνδεδεμένα σε Δίκτυο.

Αναλυτικότερα, στο **Σχήμα 1.4.1**, η υπηρεσία triple play, στις τηλεπικοινωνίες είναι ένας όρος μάρκετινγκ για την παροχή, μέσω μίας απλής broadband σύνδεσης, δύο υπηρεσιών εντάσεως εύρους ζώνης, της ευρυζωνικής πρόσβασης στο Διαδίκτυο και της τηλεόρασης και του τηλεφώνου που είναι latency-sensitive. Κοντά σ' αυτό βρίσκονται τα συστήματα Information Security Infrastructure όπου είναι ένα δίκτυο ηλεκτρονικών συστημάτων και συσκευών ασφαλείας που διαμορφώνεται, λειτουργεί, συντηρείται και βελτιώνεται για να παρέχει λειτουργίες και υπηρεσίες ασφαλείας (όπως λειτουργικές και επείγουσες επικοινωνίες και ειδοποιήσεις, ανίχνευση εισβολής, έλεγχος φυσικής πρόσβασης,

παρακολούθηση βίντεο, διαχείριση περιπολίας αξιωματικών και διοίκηση ασφάλειας) για την επίτευξη συγκεκριμένων στόχων περιορισμού κινδύνων. Κατόπιν, για τα Έξυπνα Δίκτυα, χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες, τον Έξυπνο Αισθητήρα Δικτύου (SSM), τον Έξυπνο Έλεγχο Δικτύου (SCN) και την Έξυπνη Ασφάλεια Δικτύου (SSN). Τα SSM μπορούν να οριστούν ως ασύρματα δίκτυα αυτορρυθμιζόμενα και χωρίς υποδομή για την παρακολούθηση φυσικών ή περιβαλλοντικών συνθηκών, όπως θερμοκρασία, ήχος, δόνηση, πίεση, κίνηση ή ρύπους και να μεταβιβάζουν τα δεδομένα τους μέσω του δικτύου σε μια κύρια τοποθεσία όπου τα δεδομένα μπορούν να παρατηρηθούν και να αναλυθούν. Στην συνέχεια, τα SCN μεταφέρουν μικρά πακέτα δεδομένων σε ένα μεγάλο σύνολο κόμβων, έτσι ώστε να ενσωματώνουν και να αυτοματοποιούν τα πάντα, από οικιακές συσκευές σε ολόκληρα εργοστάσια. Αυτό οφείλεται στη χρήση ενσωματωμένων μικροεπεξεργαστών. Τέλος, το SSN είναι να έξυπνο σύστημα για την ανίχνευση απειλών που εμφανίζονται στα Δίκτυα και την αντιμετώπισή τους.

1.4 ΤΑ GIS ΣΤΙΣ ΕΞΥΠΝΕΣ ΠΟΛΕΙΣ

Τα Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα (GIS) αφορούν την περιγραφή, την ερμηνεία, και την πρόβλεψη μοτίβων και διαδικασιών σε γεωγραφικές κλίμακες. Τα συστήματα GIS έχουν σκοπό να επιλύσουν εφαρμοσμένα προβλήματα μέσω αλγορίθμων [8]. Τα GIS εφαρμόζονται στις Έξυπνες Πόλεις σε άφθονους τομείς, πράγματι οι δυνατότητες των GIS για modeling planning και διαχείριση μίας Έξυπνης Πόλης, τις περισσότερες φορές χρησιμοποιούνται επίσης και για την αστική διαχείριση και διακυβέρνηση. Επιπρόσθετα, τα GIS έχουν την ικανότητα να διαμορφώνουν το σύνολο του πραγματικού κόσμου της πόλης, μπορεί να ενσωματώσει εκατομμύρια μεταβλητές και έχει την ικανότητα να γεωκωδικοποιεί αυτές τις μεταβλητές και να προσομοιώνει για τον σχεδιασμό (planning), διαχείριση και ανάπτυξη μιας πόλης [9].

Παράλληλα, είναι χρήσιμο να τονιστεί επίσης ότι είδη δεδομένων μπορούν να είναι vector και raster (Διανυσματικά και ψηφιδωτά), δηλαδή επεξεργασμένα δεδομένα (γραμμές, σημεία, κλπ.) που έχουν τροποποιηθεί έτσι ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους υπολογιστές. Τα επίπεδα πληροφορίας χωρίζονται σε Ανάγλυφο 3D, Raster, Εμβαδά, Γραμμές και στο τέλος, Σημεία, η σωστή σειρά των επιπέδων πληροφορίας διασφαλίζει ότι κανένα αντικείμενο του χάρτη δεν θα καλύπτεται από άλλα. Η απεικόνιση δεδομένων γίνεται με την χρήση διάφορων λογισμικών π.χ. **QGIS** και **Maptive**, με σκοπό την εύρεση δεδομένων βάσει περιγραφικών στοιχείων [10].

Τα συστήματα GIS είναι σημαντικά διότι ό,τι συμβαίνει στην Γη είναι επωφελείς να παρακολουθούμε όλες αυτές τις δραστηριότητες, δηλαδή τα δεδομένα που συλλέγουμε με τις διάφορες δραστηριότητες όπως γεωτρήσεις, τοποθέτηση καλωδίων και αγωγών κλπ. Η γνώση που αποκτούμε είναι ωφέλιμη αφού μπορούμε να πληροφορήσουμε άλλους ανθρώπους, να αποφύγουμε πιθανά λάθη και να οργανώσουμε τα έργα μας. Μετά την τρομοκρατική επίθεση της 11^{ης} Σεπτεμβρίου του 2001 στην Νέα Υόρκη, έγινε εφαρμογή των συστημάτων GIS για την διαχείριση έκτακτων περιστατικών [8]. Παραδείγματα GIS υπάρχουν και στην Ελλάδα, στα Τρίκαλα χρησιμοποιούνται για την πληροφόρηση σε στάσεις των μέσων μαζικής μεταφοράς, Πληροφόρηση για θέσεις πάρκινγκ, Παρακολούθηση του Δημοτικού στόλου των οχημάτων, Επαγωγικοί βρόγχοι τελευταίας γενιάς για την μελέτη των κυκλοφοριακών δεδομένων της πόλης, Πληροφόρηση των πολιτών.

Επομένως, τα συστήματα αυτά μας διευκολύνουν στην διαχείριση, αποθήκευση, οργάνωση, πρόσβαση, ανάκτηση γνώσης και πληροφορίας για την επίλυση προβλημάτων και όσο για την γεωγραφική θέση, είναι σημαντική για τις δραστηριότητες, τον σχεδιασμό και της στρατηγικής. Τα GIS είναι αποδοτικά σε μια Έξυπνη Πόλη και παρακολουθούν τα πάντα που εμπλέκονται με γεωγραφικά δεδομένα και γεγονότα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΑΥΤΟΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ

2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ

Με τον όρο «**Αυτοματισμός**» ή «**Αυτοματοποίηση**» δηλώνουμε την αυτόματη εκτέλεση μίας διαδικασίας. Αυτό γίνεται συνήθως με την χρήση των σύγχρονων μηχανημάτων μέσω της τεχνολογικής προόδου, ο αυτοματισμός διευκολύνει την ζωή των ανθρώπων αφού οι διεργασίες και διαδικασίες εκτελούνται από μόνες τους χωρίς να χρειάζεται η επέμβαση ενός τρίτου ατόμου. Με αυτό τον τρόπο αποφεύγονται λάθη, εξοικονομείται ανθρώπινο δυναμικό, οι διαδικασίες γίνονται με πιο πολύ ακρίβεια και γενικότερα μια μηχανή μπορεί να δουλεύει οποιαδήποτε στιγμή.

Η Πληροφορική ανέπτυξε περαιτέρω τον αυτοματισμό αφού στον 21^ο αιώνα αρκετά μηχανήματα χρησιμοποιούν την Τεχνητή Νοημοσύνη (**AI**) και την Μηχανική Μάθηση (**ML**). Στον τομέα της τεχνολογίας, η επίδραση του αυτοματισμού αυξάνεται ραγδαία, τόσο στο επίπεδο λογισμικού/hardware όσο και στις μηχανές, π.χ. κάποια μοντέρνα παραδείγματα είναι οικιακοί θερμοστάτες που ελέγχουν τους θερμοσίφωνες, αυτόματοι τηλεφωνικοί ηλεκτρικοί πίνακες, ηλεκτρονικά συστήματα πλοήγησης ή οι πιο προηγμένοι αλγόριθμοι πίσω από αυτοκινούμενα αυτοκίνητα [11]. Τα αυτοματοποιημένα επίπεδα του συστήματος παραγωγής μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες, την αυτοματοποίηση των συστημάτων βιομηχανίας στο εργοστάσιο και την μηχανοργάνωση των συστημάτων υποστήριξης βιομηχανίας. Σαφέστερα, η αυτοματοποίηση των συστημάτων βιομηχανίας ενεργεί στο εργοστάσιο πάνω στο φυσικό προϊόν και εκτελούν λειτουργίες όπως επεξεργασία, συναρμολόγηση, επιθεώρηση και χειρισμό υλικών. Αντίθετα, η μηχανοργάνωση των συστημάτων υποστήριξης βιομηχανίας στοχεύουν στην μείωση του ποσοστού της χειροκίνητης και γραφικής προσπάθειας στο σχεδιασμό προϊόντων, στον προγραμματισμό της κατασκευής και του ελέγχου. [12]

Από όλα τα παραπάνω, είναι φανερό ότι οι εταιρίες αναλαμβάνουν να υλοποιούν αυτοματισμό στα έργα τους για άφθονους λόγους. Εκτός του ότι αυξάνεται η παραγωγικότητα εργασίας, μειώνεται το κόστος εργασίας αφού δεν χρειάζεται ανθρώπινο δυναμικό για την εκτέλεση εργασιών. Τέλος, θα αποτελούσε σοβαρή παράλειψη να μην τονίσουμε ότι με την χρήση αυτοματοποιημένων μηχανών βελτιώνεται η ασφάλεια των εργατών αφού πλέον οι επικίνδυνες διαδικασίες δεν χρειάζονται φυσική παρουσία εργατών.

2.2 ΤΙ ΕΙΝΑΙ Η ΑΥΤΟΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ

Η έννοια του αυτοματισμού κτιρίων δεν είναι πρωτόγνωρη. Το 1985, ο Warren S Johnson (καθηγητής του κολεγίου των ΗΠΑ και ιδρυτής της Johnson Controls) κατασκεύασε έναν θερμοστάτη και ανέπτυξε ένα σύστημα αυτοματισμού ελέγχου θερμοκρασίας πολλαπλών ζωνών. Επίσης, το 1898 ο Nikola Tesla επεξεργάστηκε ένα ασύρματο τηλεχειριστήριο για την διαχείριση ενός μοντέλου σκάφους [13].

Στις μέρες ένα αυτοματοποιημένο κτίριο ή ένα έξυπνο σπίτι παρέχει δυνατότητες και ευκολίες ώστε βασικές λειτουργίες και μη να ελέγχονται εύκολα, έξυπνα, με λογική και αυτοματισμό έτσι ώστε να βελτιστοποιήσουμε το επίπεδο άνεσης, την επικοινωνία και την ασφάλεια των ανθρώπων που παρευρίσκονται στο κτίριο αλλά και του ίδιου του κτιρίου. Με άλλα λόγια ένα κτήριο είναι αυτοματοποιημένο και έξυπνο όταν διευκολύνει την καθημερινότητα μας. Οι στόχοι ενός αυτοματοποιημένου κτιρίου είναι οι εξής, η άνεση, διαχείριση ενέργειας, ασφάλεια των ενοίκων του, υγιεινή διαβίωση, απρόσκοπτη λειτουργία υποσυστημάτων, ασφάλεια του ίδιου του κτιρίου, διάγνωση – πρόληψη – συντήρηση, κινητικότητα, εύκολη προσαρμογή στις ανάγκες των χρηστών, εύκολη και απλή πρόσβαση σε δίκτυα δεδομένων [14]. Παραδείγματα αυτοματοποιημένων και έξυπνων κτιρίων είναι οικοδομές που χρησιμοποιούν αυτοματοποιημένα συστήματα ελέγχου για θέρμανση, εξαερισμό, ψύξη (συστήματα **HVAC**, από τα αρχικά των λέξεων heating, ventilation και air-conditioning), αντιμετώπιση πυρκαγιάς, ασφάλεια κτιρίου, διαχείριση ενέργειας και φωτισμού, αυτοματισμό γραφείου, επικοινωνίες, παρακολούθηση, συναγερμό, ανελκυστήρες και διαφυγή σε περίπτωση κινδύνου.

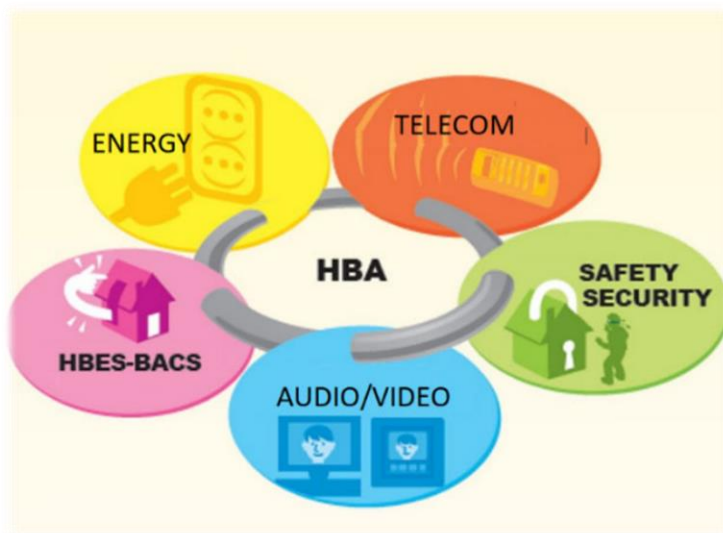
Ωστόσο ένα αυτοματοποιημένο κτήριο πρέπει να αλληλοεπιδρά με το περιβάλλον χρησιμοποιώντας ένα μέσο επικοινωνίας με τη βοήθεια του οποίου ανταλλάσσουν δεδομένα. Με αυτόν το τρόπο διεξάγουν κάποιες λειτουργίες, για παράδειγμα, να ενεργοποιούν το φωτισμό ή να ρυθμίζουν την θερμοκρασία ενός χώρου [15]. Η εταιρεία Etisalat υλοποίησε το δικό της E-Real Estate και E-Facilities Management (FM) που προσφέρει έξυπνες τεχνολογίες για τα κτίρια και ενσωμάτωση «Facility Management», έχοντας πραγματοποιήσει συμφωνίες με διάσημους πελάτες π.χ. αεροδρόμια και κυβερνητικά κτίρια στο Ντουμπάι [16].

Έξυπνα συστήματα λοιπόν θα εγκατασταθούν έτσι ώστε το ίδιο το κτίριο να «αντιλαμβάνεται» για παράδειγμα μέσω αυτών των συστημάτων πότε βραδιάζει για να ενεργοποιεί το φωτισμό ή ακόμα ποιες ώρες μέσα στην ημέρα δεν υπάρχει αρκετό ηλιακό φως για να ενεργοποιεί το φωτισμό μόνο σε μέρη του κτιρίου που υπάρχει ανθρώπινη δραστηριότητα ή ακόμα και μεμονωμένη κίνηση, τον οποίο μετέπειτα θα απενεργοποιεί, εφόσον «αντιλαμβάνεται» την αδράνεια στον χώρο [17].

2.3 ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ ΚΤΙΡΙΩΝ ΚΑΙ ΣΠΙΤΙΩΝ

Όπως ορίσαμε στην έννοια αυτοματοποίηση κτιρίων, έξυπνα συστήματα θα εγκατασταθούν στο κτίριο (για λόγους συντομίας όπου αναφέρεται ο όρος κτίριο εννοείται και ο όρος σπίτι) για να βοηθήσουν στην υλοποίηση ενός αυτοματοποιημένου κτιρίου. Στο **Σχήμα 2.2.2** προσδιορίζουμε τα ακόλουθα υποσυστήματα [13]:

- i) Έλεγχος και αυτοματοποίηση τεχνικών συστημάτων όπως φωτισμός, θέρμανση, εξαερισμός, πηνία ανεμιστήρα, ρύθμιση δωματίου, ηλεκτρικές συσκευές κλπ, που αναφέρονται ως Home and Building Electronic Systems (**HBES**) ή Building Automation and Control Systems (**BACS**).
- ii) Μέτρηση και παρακολούθηση ηλεκτρικών και μηχανικών συστημάτων, που περιλαμβάνονται στα HBES/BACS.
- iii) Ασφάλεια: ανίχνευση καπνού, καταστολή πυρκαγιάς, φωτισμός έκτακτης ανάγκης κ.λπ.) και Ασφάλεια (δηλ. Συστήματα ανίχνευσης εισβολής, κλπ.)
- iv) Συστήματα ήχου και εικόνας.
- v) Συστήματα τηλεπικοινωνιών.
- vi) Ενεργειακά συστήματα.



Σχήμα 2.2.2

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΕΞΥΠΝΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σε αυτό το κεφάλαιο θα ασχοληθούμε με τα κύρια θα λέγαμε έξυπνα και αυτοματοποιημένα συστήματα που εξοπλίζουν ένα έξυπνο κτήριο ή μία έξυπνη πόλη όπου μέσω αυτών θα αυτοματοποιήσουμε τις διαδικασίες και τις λειτουργίες στα κτήρια μας με ευρύτερο σκοπό να δημιουργήσουμε μία σύγχρονη έξυπνη πόλη. Θα μελετήσουμε το έξυπνο νερό (smart water) μέσα από ένα Smart Water Management (SWM), την έξυπνη ενέργεια (smart energy) κυρίως μέσω της τεχνολογίας Energy management and information systems (EMIS), ακόμα θα δούμε τα έξυπνα ηλεκτρονικά συστήματα μέσω του συστήματος Konnex. Επίσης θα δούμε τα έξυπνα δίκτυα και πώς μέσω αυτών μπορούμε να αναβαθμίσουμε την ποιότητα και την ασφάλεια μίας έξυπνης πόλης και παράλληλα ενός αυτοματοποιημένου κτηρίου. Τέλος θα μελετήσουμε τις αυτοματοποιημένες διοικητικές υπηρεσίες και με πιο τρόπο μπορούμε να εξοικονομήσουμε χρόνο, όπως επίσης πως μπορούμε να γλιτώσουμε από περιττό κόπο.

Συστήματα λοιπόν τα οποία είναι βασικά, χρήσιμα και πλέον αναγκαία σε ένα σύγχρονο αυτοματοποιημένο και έξυπνο κτήριο. Διανύουμε μία εποχή όπου από την μία η εξοικονόμηση του νερού και της ενέργειας είναι απαραίτητη και αναγκαία για την επιβίωση της ανθρώπινης ζωής αλλά και του πλανήτη αλλά παράλληλα από την άλλη οι υποχρεώσεις και τα καθήκοντα κάθε πολίτη όλο κι αυξάνονται και έτσι η ενσωμάτωση αυτοματισμών στην ζωή μας θα λέγαμε ότι είναι μονόδρομος.

3.2 ΕΞΥΠΝΟ ΝΕΡΟ

Στην εισαγωγή είχαμε αναφέρει ότι η εξοικονόμηση νερού είναι αναγκαία. Δύο σημαντικοί λόγοι για τους οποίους πρέπει να γίνει εξοικονόμηση του νερού είναι πρώτον η ζήτηση και δεύτερο η ποιότητα του νερού. Έτσι, αν υπάρξει ξηρασία και έλλειψη των υδάτινων αποθεμάτων τότε δεν θα μπορούμε να καλύψουμε την ζήτηση. Ακόμη ο κίνδυνος ανεπαρκούς ποιότητας του νερού μας εμποδίζει να το χρησιμοποιούμε για συγκεκριμένο σκοπό ή χρήση. Από την άλλη έχουμε επίσης αντίθετα ανεπιθύμητα γεγονότα. Υπάρχει κίνδυνος περίσσειας ποσότητας νερού σε φυσικά ή τεχνητά συστήματα με αποτέλεσμα την υπερχειλίση τους, με συνέπεια να υπάρχει κίνδυνος πλημμύρας και να καταστραφούν περιοχές. Επίσης η υπονόμευση της ανθεκτικότητας των συστημάτων αποθήκευσης του

γλυκού νερού σε επιφανειακές δεξαμενές ή σε υπόγεια ύδατα ίσως επιφέρει μη αναστρέψιμες ζημιές σε υδραυλικές και βιολογικές λειτουργίες του συστήματος[18].

Έτσι λοιπόν, αυτός ο τεχνολογικός τομέας δημιουργεί λύσεις για την παρακολούθηση της ποιότητας των υδάτων, τη διαχείριση του νερού, την απομακρυσμένη χρέωση, την πρόβλεψη και τον έλεγχο των καταστροφών κ.λπ. Το έξυπνο νερό αντιμετωπίζει τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής (π.χ. καταστροφές από πλημμύρες κ.λπ.). Τέλος, οι επιπτώσεις που σχετίζονται με το νερό χαρακτηρίζονται επίσης ως «Ασφάλεια των υδάτων» από τον Οργανισμό Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (OECD)[18].

Παραδοσιακά, ο κύκλος του νερού (κατανομή πόρων, συλλογή, διανομή, η κατανάλωση καθώς και η συλλογή και επεξεργασία λυμάτων) διαδραματίζει ζωτικό ρόλο στην ύπαρξη της αστικής κοινότητας και επηρεάζει και τις έξι διαστάσεις της έξυπνης πόλης και ολόκληρο το οικοσύστημα (στέγαση, υγεία, οικονομική ανάπτυξη, τουρισμός, αναψυχή, μεταφορές, διαχείριση αποβλήτων και ενέργεια). Η International Telecommunications Union (ITU) είναι ένας από τους φορείς τυποποίησης που αντιμετωπίζουν τους παραπάνω κινδύνους του OECD με κατάλληλες υπηρεσίες παροχής νερού, συνοδευόμενες με τους παρακάτω τρόπους:

- Υπηρεσία ακατέργαστου νερού: είναι η εκτροπή ακατέργαστου νερού για την κάλυψη των κοινοτικών αναγκών. Η εκτροπή ακατέργαστου νερού μπορεί να γίνει από ποτάμια.
- Υπηρεσίες ύδρευσης: συλλογή, επεξεργασία και διανομή νερού που πληροί τα κατάλληλα πρότυπα ποιότητας σε διάφορους τομείς εντός του αστικού περιβάλλοντος, συμπεριλαμβανομένων των οικιστικών, εμπορικών και βιομηχανικών τομέων. Επιπρόσθετα στις υπηρεσίες ύδρευσης μπορούμε να προσθέσουμε μια και την αφαλάτωση θαλασσινού νερού.
- Υπηρεσίες αποχέτευσης: χρήση δικτύων με σωληνώσεις που διασφαλίζουν τη δημόσια υγεία και αποτρέπουν τις πλημμύρες.
- Υπηρεσίες επεξεργασίας λυμάτων: απευθύνεται σε εμπορικές υπηρεσίες και είναι απαραίτητο να διασφαλιστεί η προστασία του περιβάλλοντος.
- Ανακτημένη υπηρεσία νερού: επεξεργασία λυμάτων για την κάλυψη βιομηχανικών (π.χ. εγκαταστάσεων παραγωγής ενέργειας) ή αρδευτικών αναγκών.

3.2.1 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ SWM

Η διαχείριση των αστικών υδάτων πρέπει πρώτα να διασφαλίσει την πρόσβαση σε υποδομές και υπηρεσίες ύδρευσης και αποχέτευσης, να διαχειριστεί τη βροχή, τα απόβλητα και τα νερά από τις καταιγίδες. Η διαχείριση των υδάτων πρέπει να δημιουργήσει μια

ισορροπία μεταξύ της οικονομικής ανάπτυξης και της βιωσιμότητας των υδάτων και καθίσταται περίπλοκη λόγω των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής (π.χ., άνοδος της στάθμης της θάλασσας, λειψυδρία) και λόγω της ευπάθειας της γήρανσης της εγκατάστασης διανομής νερού. Από αυτή την άποψη, η έξυπνη διαχείριση των υδάτων (SWM) στοχεύει στην προώθηση μιας βιώσιμης, καλά συντονισμένης ανάπτυξης και διαχείρισης των υδάτινων πόρων μέσω της ενσωμάτωσης προϊόντων, εργαλείων και λύσεων ICT που εξοπλίζουν τις πόλεις με τεχνολογία όπου είναι ικανή για την αντιμετώπιση των κινδύνων που προέρχονται από το νερό, για την ενίσχυση της διαχείρισης και κατανάλωσης του νερού και για τον μετριασμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής. Η τεχνολογία SWM μπορεί να ταξινομηθεί ως εξής :

- i) Απόκτηση και ολοκλήρωση δεδομένων (π.χ. δίκτυα αισθητήρων, έξυπνοι σωλήνες, έξυπνοι μετρητές κ.λπ.): οι έξυπνοι σωλήνες περιέχουν διάφορους αισθητήρες που μπορούν να μετρήσουν την πίεση, τη θερμοκρασία και τις αλλαγές πίεσης, καθώς και τη ροή και την ποιότητα του νερού. Οι αισθητήρες επιτρέπουν την ενσωμάτωση και τον αυτοματισμό με τεχνολογίες υπολογιστών, καθώς συνδέονται μέσω έξυπνων αισθητήρων όπως το πρότυπο IEEE 1451, με αξιόπιστες τεχνολογίες ενσύρματων ή / και ασύρματων δικτύων (π.χ. Wi-Fi, ZigBee, International Society of Automation (ISA100), δίκτυα κινητής τηλεφωνίας κ.λπ.). Οι έξυπνοι μετρητές είναι ηλεκτρονικές συσκευές με προηγμένη υποδομή μέτρησης (AMI) που υποστηρίζει τη διαδικτυακή μέτρηση της ηλεκτρικής ενέργειας, της θερμότητας, του αερίου, της κατανάλωσης νερού και υποστηρίζει τεχνολογίες μετάδοσης δεδομένων μέσω GSM / GPRS ή κάποιας αντίστοιχης και ισοδύναμης τεχνολογίας.
- ii) Διάδοση δεδομένων: υλοποιείται με διάφορους τρόπους (π.χ. ραδιοπομπούς, Wi-Fi, Διαδίκτυο κ.λπ.), έτσι λοιπόν επιτρέπουν την απομακρυσμένη ανάγνωση των δεδομένων από αισθητήρες και μετρητές. Μετέπειτα θα γίνεται η μετάδοση και καταγραφή σε ένα κεντρικό σύστημα όπου συνήθως διατηρείται από εταιρείες παροχής νερού (π.χ ΕΥΔΑΠ).
- iii) Μοντελοποίηση και ανάλυση: πραγματοποιείται με τη χρήση εναλλακτικών συστημάτων (π.χ. σύστημα γεωγραφικών πληροφοριών (GIS), λογισμικό μοντελοποίησης νερού όπως το Mike Urban, μοντέλο ισορροπίας όπως το Aquacycle, αξιολόγηση και βελτίωση της βιωσιμότητας των πόρων και συστημάτων αστικών υδάτων (AISUWRS) και αστικά υπόγεια ύδατα (UGROW) κ.λπ.)
- iv) Επεξεργασία και αποθήκευση δεδομένων: υλοποιείται με τη χρήση εναλλακτικών εργαλείων (π.χ. SaaS και cloud computing κ.λπ.). Το Cloud computing είναι η διαθεσιμότητα των πόρων του συστήματος των ηλεκτρονικών υπολογιστών, ιδιαίτερα της αποθήκευσης δεδομένων αλλά και της υπολογιστικής ισχύος των ηλεκτρονικών υπολογιστών, αυτό γίνεται χωρίς την άμεση παρέμβαση κάποιου

χρήστη για να την διαχείριση του συστήματος. Ο όρος χρησιμοποιείται γενικά για να περιγράψει τα κέντρα δεδομένων που είναι διαθέσιμα προς πρόσβαση σε πολλούς χρήστες μέσω της χρήσης του Διαδικτύου.

- v) Το Cloud computing επίσης χρησιμοποιεί μία εξωτερική υποδομή -πέρα από την βασική υποδομή του χρήστη- όπου την εκμεταλλεύεται για την εκτέλεση λογισμικού. Επίσης δίνει την δυνατότητα ενός παροχέα νερού να έχει την καλύτερη δυνατή ικανότητα μοντελοποίησης μέσω της χρήσης ηλεκτρονικών υπολογιστών και στην αποθήκευση δεδομένων. (σημείωση: Η μοντελοποίηση, στην τεχνική χρήση του όρου, αναφέρεται στη μετάφραση αντικειμένων ή φαινομένων από τον πραγματικό κόσμο σε μαθηματικές εξισώσεις. Η «μοντελοποίηση υπολογιστών» είναι η αναπαράσταση τρισδιάστατων αντικειμένων σε έναν υπολογιστή, χρησιμοποιώντας κάποια μορφή λογισμικού που έχει σχεδιαστεί για το σκοπό αυτό}}
- vi) Διαχείριση και έλεγχος: ο εποπτικός έλεγχος και η απόκτηση δεδομένων (**SCADA**) είναι ένα σύστημα που συνοδεύεται από εργαλεία επικοινωνίας (π.χ. ενσύρματη, ασύρματη ή τηλεμετρία), το οποίο όταν ενσωματώνεται σε συστήματα διαχείρισης νερού επιτρέπει την παρακολούθηση και τον έλεγχο της επεξεργασίας νερού και της διανομής.
- vii) Οπτικοποίηση και υποστήριξη αποφάσεων: διαδικτυακά συστήματα παρακολούθησης μέσω διαδικτύου προσφέρουν ολοκληρωμένη αναφορά δεδομένων και οπτικοποίηση από ετερογενείς πηγές δεδομένων που ενισχύουν τις διαδικασίες υποστήριξης αποφάσεων του παροχέα νερού.
- viii) Επαναφορά δεδομένων και πληροφοριών σε τεχνικές υπηρεσίες πόλεων και σε τελικούς χρήστες (π.χ. ανταλλαγή πληροφοριών σχετικά με το νερό και τις υπηρεσίες): αυτά τα δεδομένα νερού χαρακτηρίζονται ως water open data και είναι μία επιλογή.

3.3 ΕΞΥΠΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η υλοποίηση ενός Home Energy Management System (HEMS) δίνει την δυνατότητα στους χρήστες όχι μόνο να παρακολουθούν και συγχρόνως να ελέγχουν όλες τις έξυπνες συσκευές τους αλλά και να τις αυτοματοποιούν. Αναμφισβήτητα ο αυτοματισμός των συσκευών είναι ένα σημαντικό πλεονέκτημα ενός HEMS εφόσον ο αριθμός των έξυπνων συσκευών σε ένα σπίτι και γενικότερα σε ένα κτήριο αυξάνονται συνεχώς. Αναντίρρητα οι χρήστες του συστήματος θα κοπιάζουν λιγότερο και θα εξοικονομούν χρόνο εφόσον οι έξυπνες συσκευές θα λειτουργούν χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση (Beaudin & Zargour, 2012). Επιπλέον μπορεί να μεγιστοποιήσει την αποταμίευση χρημάτων του χρήστη με την εξοικονόμηση ηλεκτρικού ρεύματος μέσω του Demand Response καθώς κι από την Self-consumption.[19]

Για να γίνει πιο σαφές ως διασαφηνίσουμε τους όρους Demand Response και Self-consumption. Η Ανταπόκριση στη Ζήτηση (Demand Response) είναι η μία αλλαγή στην κατανάλωση ενέργειας ενός πελάτη. Τι σημαίνει τώρα αυτό και ποια είναι η αλλαγή αυτή. Αυτό το οποίο γίνεται είναι η καλύτερη αντιστοίχιση της ζήτησης ενέργειας του πελάτη με την παροχή ενέργειας. Μέχρι πρόσφατα πράγματι η ηλεκτρική ενέργεια δεν μπορούσε να αποθηκευτεί εύκολα, έτσι λοιπόν οι εταιρείες παροχής ενέργειας αντιστοιχούσαν την ζήτηση και την προσφορά με τέτοιο τρόπο όπου απόπνιγαν τον ρυθμό παραγωγής των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής τους, ενεργοποιούσαν ή απενεργοποιούσαν μονάδες παραγωγής ή ακόμη φτάνουν στο σημείο να εισάγουν ενέργεια από άλλες επιχειρήσεις παροχής ηλεκτρικής ενέργειας. Καταλήγουμε λοιπόν ότι υπάρχουν κάποια συγκεκριμένα όρια στα οποία μπορεί να φτάσει η προσφορά της ηλεκτρικής ενέργειας επειδή ορισμένες μονάδες παραγωγής μπορεί να κοστίζουν ακριβά για να λειτουργούν ή να χρειάζονται χρόνο για να λειτουργήσουν σε πλήρη ισχύ. Επίσης μερικές φορές η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας είναι μεγαλύτερη από ότι μπορούν να προσφέρουν όλοι οι διαθέσιμοι σταθμοί παραγωγής ενέργειας μαζί. Η Ανταπόκριση στη Ζήτηση επιδιώκει να προσαρμόσει τη ζήτηση της ηλεκτρικής ενέργειας αντί να ρυθμίσει την προσφορά της ηλεκτρικής ενέργειας.

Η αυτοκατανάλωση -Self-consumption- ηλεκτρικής ενέργειας είναι όταν ιδιωτικά κτήρια ή εταιρείες καταναλώνουν ενέργεια η οποία παράγεται από εγκαταστάσεις παραγωγής όπου είναι συνδεδεμένες και τοποθετημένες σε μικρή απόσταση από την τοποθεσία του εκάστοτε κτηρίου ή εταιρείας, για παράδειγμα φωτοβολταϊκά πάνελ ή μικρο-ανεμογεννήτριες, κ.α. Εκτός από τη συμβολή στην επιβράδυνση της κλιματικής αλλαγής με την εκμετάλλευση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας θα έχουμε τα εξής πλεονεκτήματα:[20]

- Η κατανεμημένη παραγωγή θα βελτιώσει τη διαχείριση της ζήτησης τόσο σε ατομικό όσο και σε κοινωνικό επίπεδο.

- Συμβάλλει στη μείωση της εκπομπής του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) από τους καταναλωτές και υποστηρίζει τη μετάβαση στην πράσινη ενέργεια.
- Σημαντική εξοικονόμηση χρημάτων από την μείωση του κόστους των λογαριασμών ηλεκτρικού ρεύματος.
- Προωθεί τη δημιουργία πράσινων θέσεων εργασίας σε βιώσιμες εταιρείες.
- Η ανάπτυξή της θα ενισχύσει την ηλεκτροδότηση των μεταφορών (ηλεκτρονικά αυτοκίνητα/λεωφορεία κ.α) όπου θα μεταμορφώσει τις πόλεις.

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ EMIS

Τα Energy management and information systems (EMIS) αντιπροσωπεύουν ένα μεγάλο μέρος από λογισμικό αλλά και υλικό που χρησιμοποιείται για την διαχείριση της ενεργειακής χρήσης σε εμπορικά κτίρια. Ο όρος EMIS χρησιμοποιείται συχνά και με διαφορετικούς όρους. Μερικοί από αυτούς είναι:

- Building automation systems (BAS),
- Building management systems (BMS),
- Energy management systems (EMS),
- Energy management and control systems (EMCS),
- Direct digital control systems (DDC)

Να ξεκαθαρίσουμε ότι εδώ διακρίνουμε τα παραδοσιακά BAS σύμφωνα με τις οδηγίες του Εθνικού Εργαστηρίου Lawrence Berkeley όπου τα συγκεκριμένα συστήματα παρέχουν ελέγχους οικοδομικού εξοπλισμού. Επίσης τα Energy information systems (EIS), τα οποία παρέχουν αναλύσεις δεδομένων και η Automated system optimization (ASO) η οποία παρέχει αυτοματοποιημένους ελέγχους με βάση την ανάλυση δεδομένων.

Ιστορικά να αναφέρουμε ότι τις τελευταίες δεκαετίες η BAS έχει μια σταθερή εξέλιξη. Αρχικά την δεκαετία του 1950 με τη χρήση συστημάτων ελέγχου πεπιεσμένου αέρα και με τη μετάβαση σε ψηφιακά χειριστήρια τη δεκαετία του 1980. Έτσι, μετά από μία δεκαετία το 1990 εισέρχεται σε νέα εδάφη με την εφαρμογή ανοιχτών πρωτοκόλλων επικοινωνίας και μετέπειτα στις αρχές τις νέας χιλιετίας το 2000 εξελίσσεται ξανά με τεχνολογία ασύρματης επικοινωνίας.[21]

ΟΡΙΣΜΟΣ BAS

Ένα ολόκληρο κτήριο όπου είναι διασυνδεδεμένο με Building Automation Systems μπορεί να συγκεντρώσει όλους τους ελέγχους σε ένα σημείο. Αυτό μεταφράζεται με ότι

οποιοσδήποτε διαχειριστής ενός τέτοιου συστήματος θα μπορεί να διαχειρίζεται ορισμένες ρυθμίσεις του κτηρίου από τον ίδιο χώρο αντί να ρυθμίζει χειροκίνητα κάθε μονάδας ξεχωριστά. Τέτοιες ρυθμίσεις είναι η θερμοκρασία και το χρονοδιάγραμμα της θέρμανσης, του εξαερισμού και του κλιματισμού (HVAC), όπως επίσης και οι ρυθμίσεις των χρονοδιαγραμμάτων του φωτισμού. Επιπλέον, ένα τυπικό BAS παρέχει τη δυνατότητα προγραμματισμού βασικών ακολουθιών ελέγχου, για παράδειγμα εάν κάποιος χειριστής θέλει να ενεργοποιήσει ένα κλιματιστικό θα χρησιμοποιήσει ένα κλιματιστικό με χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση για να καλύψει τις μικρότερες ανάγκες αλλά όταν αυξηθούν οι απαιτήσεις και των μικρότερων δυνατοτήτων κλιματιστικό δεν μπορεί να ανταπεξέλθει μόνο τότε θα ενεργοποιείτε το μεγαλύτερο κλιματιστικό μεγαλύτερης ενεργειακής κατανάλωσης.

Εδώ αξίζει να αναφέρουμε ότι το κόστος εγκατάστασης ενός συστήματος BAS έχει μεγάλο κόστος. Έτσι, σε μικρά και μεσαία κτίρια δεν είναι οικονομικά αποδοτική η εγκατάσταση ενός ισχυρού BAS, οι ιδιοκτήτες τέτοιων κτηρίων βρίσκουν λύσεις σε λιγότερο δαπανηρές επιλογές στον τομέα των έξυπνων ελέγχων. Γι' αυτό λοιπόν οικονομικότεροι τρόποι έξυπνων ελέγχων είναι η λύση για τα μικρά και μεσαία κτίρια. Τέτοιοι τρόποι είναι οι προγραμματιζόμενοι θερμοστάτες, οι οποίοι ελέγχουν μεμονωμένα συστήματα HVAC, και οι αισθητήρες πληρότητας (occupancy sensors), οι οποίοι ελέγχουν τον φωτισμό. Έτσι λοιπόν ένας κύριος ελεγκτής που συνδέει τους θερμοστάτες και τους αισθητήρες δίνει άμεσα την δυνατότητα στον χειριστή του κτιρίου να κάνει βασικούς ελέγχους, όπως να ρυθμίζει τα χρονοδιαγράμματα του εξοπλισμού αλλά και την θερμοκρασίας από ένα κεντρικό σημείο (Katirampala et al. 2012). [21][19]

ΑΣΦΑΛΕΙΑ BAS

Πέρα από την σχεδίαση και την υλοποίηση ενός συστήματος BAS πρέπει να λάβουμε υπόψιν μας και την δημιουργία ενός ασφαλές περιβάλλον. Για να μπορέσουμε να έχουμε την ασφάλεια που επιθυμούμε στο σύστημα μας πρέπει να εφαρμόσουμε διάφορους μηχανισμούς ασφάλειας.

Αρχικά, σημαντικό και απαραίτητο είναι να προστατεύσουμε την ανταλλαγή και την επεξεργασία των δεδομένων του συστήματος. Για παράδειγμα πρέπει να εξασφαλίσουμε την ασφαλής επικοινωνία μεταξύ των δεδομένων μας τα όποια χρησιμοποιούνται για την εκτέλεση διεργασιών. Επίσης σημαντικό είναι να αποτρέψουμε την πρόσβαση σε διαχειριστές όπου δεν έχουν τις απαραίτητες εξουσιοδοτήσεις για την διαχείριση του συστήματος.

Υπάρχει ένα βασικό στοιχείο που μπορεί να παρέχει ασφάλεια στην επικοινωνία του συστήματος. Αρχικά είναι απαραίτητος ένας μηχανισμός επικύρωσης. Αυτός ο

μηχανισμός θα επαληθεύει τις ταυτότητες των εταιριών επικοινωνίας η οποίες είναι αξιόλογες, έτσι θα ελέγχονται όλες οι ταυτότητες όλων των συμμετεχόντων. Για παράδειγμα, όταν μεταδίδετε μια ενημέρωση κλειδιού του συστήματος, είναι εξίσου σημαντικό να προέρχεται από έναν εξουσιοδοτημένο αποστολέα/ πάροχο. Πρέπει λοιπόν να διαχειριζόμαστε με ασφάλεια αυτές τις ταυτότητες για να αποτρέψουν τα κακόβουλα άτομα να τα κλέψουν ή να πάρουν αντίγραφα.

Έχουμε προαναφέρει ότι πρέπει να υπάρξει ένα ασφαλές περιβάλλον για την επικοινωνία των δεδομένων μας. Στην ουσία πρέπει να υλοποιήσουμε ένα ασφαλές κανάλι επικοινωνίας. Αυτό το κανάλι είναι απαραίτητο για την ασφαλής μετάδοση των δεδομένων μας μεταξύ των επικυρωμένων συμμετεχόντων από τις κακόβουλες παρεμβολές που ίσως υπάρξουν στο σύστημα μας.

Ένα τέτοιο κανάλι ασφαλούς μετάδοσης έχεις ως σκοπό να διασφαλίζει εμπιστευτικότητα, ακεραιότητα αλλά και φρεσκάδα στα δεδομένα μας. Ας εξηγήσουμε τους όρους:

- **Data Confidentialit (Εμπιστευτικότητα Δεδομένων):** πρέπει να έχουμε κατά νου ότι πρέπει να αποφεύγεται η αποκάλυψη εμπιστευτικών πληροφοριών του συστήματος. Πρέπει λοιπόν να διασφαλίζεται ότι μόνο οι οντότητες όπου κατέχουν τα απαιτούμενα προνόμια μπορούν να έχουν πρόσβαση σε εμπιστευτικά δεδομένα. Για παράδειγμα τέτοια δεδομένα είναι τα εμπιστευτικά δεδομένα διεργασιών και τα μυστικά κλειδιά που υπάρχουν για τις ανάγκες του συστήματος.
- **Data Integrity (Ακεραιότητα Δεδομένων):** όπως αναφέρθηκε και πριν το σύστημα μας πρέπει να προστατεύεται από οντότητες που δεν έχουν εξουσιοδότηση. Γι' αυτό πρέπει να απαγορευτεί η τροποποίηση δεδομένων από μη εξουσιοδοτημένες οντότητες. Τώρα, αν μία τέτοια τροποποίηση δεν μπορεί να αποφευχθεί θα πρέπει να είναι ανιχνεύσιμη από τους συμμετέχοντες οι οποίοι εμπλέκονται στην συγκεκριμένη επικοινωνία.
- **Data Freshness (Φρεσκάδα Δεδομένων):** με τον όρο Data Freshness εννοούμε ότι πρέπει να διασφαλίζεται η εγκυρότητα των δεδομένων μας. Για παράδειγμα όταν επεξεργαζόμαστε μία οικονομική οντότητα πρέπει να διασφαλίσουμε ότι τα δεδομένα μας είναι έγκυρα την χρονική στιγμή στην οποία διαδραματίζεται η επεξεργασία τους. Επίσης θα πρέπει να αποτρέπεται η έγχυση ή η αναπαραγωγή μηνυμάτων από μη εξουσιοδοτημένες οντότητες.[22]

3.4 ΕΞΥΠΝΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Δεν θα μπορούσαμε να μιλάγαμε για αυτοματοποίηση κτηρίων και έξυπνες πόλεις αν δεν ψηφιοποιούσαμε και τους ελέγχους κάθε συστήματος. Μέσω των ελέγχων αυτών θα μπορούν τα συστήματα μας να βγάζουν συμπεράσματα και να παίρνουν αποφάσεις. Έτσι οι είσοδοι και οι έλεγχοι μετατρέπονται σε ψηφιακά σήματα τα οποία υποβάλουμε σε επεξεργασία. Έχουμε λοιπόν μια τεχνολογία που εξελίσσεται από μηχανική-αναλογική σε ηλεκτρονική-προγραμματιζόμενη.

Ένα home and building electronic system, ορίζεται το ηλεκτρικό σύστημα που έχει σκοπό να ελέγχει αυτόματα ή μη αυτόματα ένα ολοκληρωμένο σύνολο λειτουργιών σε οικιστικά, εμπορικά και βιομηχανικά κτίρια. Για παράδειγμα λειτουργίες οι οποίες χαρακτηρίζουν ένα home and building electronic system είναι ο φωτισμός, οι γρίλιες και ο έλεγχος τον παραθύρων, η θέρμανση, ο εξαερισμός και κλιματισμός, επίσης γενικές μετρήσεις αλλά και ο ακουστικός και τηλεοπτικός έλεγχος κ.α. Αξίζει να αναφέρουμε ότι χρησιμοποιήθηκαν αρκετά πρωτόκολλα επικοινωνίας στα HBESs από την δεκαετία του 1990 αλλά το γνωστότερο και πιο κοινό σε όλους είναι το Konnex (KNX).[23]

3.4.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ KONNEX

Η βασική λειτουργία ενός συστήματος Konnex είναι ότι σε κάθε κτήριο δημιουργείτε ένα «αποκεντρωμένο σύστημα». Αυτό που το χαρακτηρίζει είναι ότι δεν χρειάζεται η εγκατάσταση κάποιου υπολογιστή σαν κεντρική μονάδα για την λειτουργία του συστήματος εφόσον θα προγραμματιστή κάθε συσκευή ξεχωριστά.[24] Μέσω μιας τεχνολογίας η οποία ονομάζεται bus-γραμμή οι συσκευές ενός συστήματος Konnex θα επικοινωνούν μεταξύ τους και όσες από αυτές προγραμματιστούν ονομάζονται «συνδρομητές». Κάθε συνδρομητής προγραμματίζεται ξεχωριστά για τις λειτουργίες που πρέπει να εκτελεί.

Οι πέντε βασικές κατηγορίες ενός συστήματος τεχνικής konnex βάση το ρόλο τους είναι:

- i) Δίαυλος επικοινωνίας ή Bus-γραμμή (Bus-γραμμή)
- ii) Δομικά εξαρτήματα (System components)
- iii) Αισθητήρια (Sensors)
- iv) Ενεργοποιητές (Actuators)
- v) Ελεγκτές (Controllers)

Σημαντικό θα είναι να αποφασίσουμε ποιες λειτουργίες θα υπάρχουν σε ένα έξυπνο ηλεκτρονικό σύστημα ενός συστήματος KNX. Πριν αναφέρουμε μερικές από τις λειτουργίες θα πρέπει να έχουμε υπόψιν ότι στο μέλλον πιθανόν να χρειαστεί να επεκτείνουμε, να αναβαθμίσουμε ή προσθέσουμε λειτουργίες στο κτήριο. Μερικές από τις λειτουργίες που μπορούμε να εγκαταστήσουμε σε ένα αυτοματοποιημένο κτήριο είναι η ακόλουθες:

- Ποιες πρίζες στο κτήριο μας θα είναι ελεγχόμενες και ποιες όχι.
- Φωτισμός, οι λειτουργίες των φωτιστικών είναι ίσως η βασικότερες, άρα είναι σημαντικό να επιλέξουμε με πόσα φωτιστικά σημεία θα εξοπλίσουμε το κτήριο μας αλλά και που θα τοποθετήσουμε. Παράδειγμα κατά την διάρκεια της ημέρας σε ένα υπόγειο όπου το φως του ήλιου είναι ελάχιστο ή ανύπαρκτο θα χρειαστούν περισσότερα φωτιστικά ενώ σε ψηλότερους ορόφους του κτηρίου οι ηλιαχτίδες του ήλιου κατά την διάρκεια της ημέρας είναι επαρκείς για τον φωτισμό του κτηρίου.
- Πώς θα ελέγχεται η θέρμανση, ο κλιματισμός κ.α.
- Αν θα υπάρχουν ενδείξεις για τους χρήστες ή τους χειριστές.
- Αν θα τοποθετήσουμε ρολά στο κτήριο.
- Τρόποι ελέγχου, δηλαδή πώς θα ελέγχουμε όλο το σύστημα ή ένα τμήμα του συστήματος.
- Σημεία χειρισμού, δηλαδή από πιο μέρος του κτηρίου θα χειριζόμαστε το σύστημα μας.

Ας δούμε λοιπόν από τι αποτελείται και από ποιες συσκευές «ενσαρκώνεται» ένα HBES. Οι κύριες πτυχές ενός HBES δεν θα μπορούσαν μη τι άλλο να ήταν η συσκευές HBES, για παράδειγμα οι διακόπτες, αισθητήρες θερμοκρασίας κλπ. Συνεχίζοντας φυσικά απαραίτητο είναι η φυσική υποστήριξη από τεχνολογίες μεταφοράς δεδομένων, για παράδειγμα καλώδια, οπτικές ίνες, υπέρυθρες και ραδιοκύματα κλπ., τέλος πρέπει να υπάρχει ένας τρόπος επικοινωνίας με τον οποίο θα ανταλλάσσονται τα δεδομένα, αυτό γίνεται αναλογικά ή με πακέτα.

Μια συσκευή HBES (βάση του πρωτοκόλλου KNX) απαρτίζεται από τρία δομικά μέρη τα οποία επικοινωνούν μεταξύ τους:

- i) Bus Coupling Unit (BCU), δηλαδή το μέρος είναι ικανό να επικοινωνήσει με το BUS και είναι ο εγκέφαλος της Bus – συσκευής.
- ii) Application Module (AM), δηλαδή το τμήμα που μπορεί να διασυνδεθεί και να επικοινωνεί με φορτίο.

- iii) Application Program (AP), δηλαδή το λογισμικό που μπορεί να λειτουργήσει τη συσκευή. Η διαδικασία αυτή γίνεται μέσω του λογισμικού Engineering Tool Software (ETS).[23][24].

Η εσωτερική δομή ενός Bus Coupling Unit αποτελείται από μία μονάδα μετάδοσης, την Read-Only Memory (ROM), την Random-access memory (RAM), έναν μικροεπεξεργαστή και έναν electrically erasable programmable read-only memory (EEPROM). Επίσης τα δεδομένα που ανταλλάσσονται μεταξύ των συσκευών ενός συστήματος HBES διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

- Η κατηγορία των εντολών: αδιαμφισβήτητα χρειάζονται για την εκτέλεση ενεργειών όπου μπορεί να είναι χειροκίνητες ή αυτοματοποιημένες.
- Η κατηγορία των καταστάσεων και μετρήσεων όπου παρέχουν πληροφορίες για το σύστημα μας.

3.5 ΕΞΥΠΝΑ ΔΙΚΤΥΑ

Τα έξυπνα δίκτυα αναμένεται ότι θα διαχειριστούν αποτελεσματικά την προσφορά και τη ζήτηση της ηλεκτρικής ενέργειας καθώς θα εκσυγχρονίσουν αδιαμφισβήτητα την τεχνολογία δικτύων, την κατανεμημένη παραγωγή και θα συμβάλουν στη βελτίωση και στην αξιοπιστία των δικτύων.

Το έξυπνο δίκτυο αποτελείται από χειριστήρια, υπολογιστές, αυτοματισμούς και νέες τεχνολογίες και σύγχρονο εξοπλισμό όπου όλα τα προαναφερόμενα θα λειτουργούν διαλειτουργικά μεταξύ τους, δηλαδή χωρίς περιορισμούς στην πρόσβασή τους ή φραγμούς στην υλοποίηση.

Ένα σύγχρονο και έξυπνο δίκτυο παροχής ηλεκτρικού ρεύματος χρησιμοποιεί τεχνολογία ψηφιακών επικοινωνιών, πρώτον για την ανίχνευση και την καλύτερη ανταπόκριση -με ψηφιακό τρόπο- στις ταχύς μεταβαλλόμενες ηλεκτρικές απαιτήσεις αλλά και στην ολοένα διαλείπουσα παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Δεύτερον για την αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ του χρήστη και του συστήματος.

Επίσης είναι ευρέως γνωστό ότι υπάρχει μια μετάβαση όλο και περισσότερο σε συστήματα ανανεώσιμης ενέργειας ή σε υβριδικά συστήματα παροχής ενέργειας. Η μετάβαση αυτή απαιτεί νέες τεχνικές ανταπόκρισης στα μεταβαλλόμενα δίκτυα μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.

Αξίζει να σημειωθεί το έξυπνο δίκτυο δεν αφορά μόνο τις επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας. Πρόκειται για μία υπηρεσία που θα προσφέρεται στους καταναλωτές/χρήστες. Έτσι λοιπόν θα πρέπει να παρέχονται στον καταναλωτή/χρήστη οι κατάλληλες πληροφορίες αλλά και παράλληλα κάποια εργαλεία τα οποία θα χρησιμοποιεί και να αλληλοεπιδρά μαζί τους για να κάνει τις επιλογές του σχετικά με την χρήση της ενέργειας που το παρέχεται. Αυτό μπορούμε να το υλοποιήσουμε με παρόμοιο τρόπο όπως την διαχείριση των δραστηριοτήτων μας στο cloud ή όπως η αγορά εισιτηρίων.

Η σύμβουλος στα ηλεκτρικά δίκτυα στις Φινλανδικές βιομηχανίες ενέργειας κα. Ina Lehto αναφέρει ότι τα έξυπνα δίκτυα είναι ένα δισδιάστατο θέμα και εξηγεί ότι: Πρώτον το ηλεκτρικό δίκτυο εξ ορισμού είναι με τέτοιο τρόπο κατασκευασμένο όπου η μετάδοση, ή γραμμές διανομής και η ψηφιακή τεχνολογία επιτρέπουν την παρακολούθηση της ισχύος του φορτίου και εξασφαλίζει τη μετάδοση της ενέργειας υπό σταθερές και ασφαλείς συνθήκες. Στην ουσία το δίκτυο έχει κατασκευαστεί έξυπνα από την πλευρά της τροφοδοσίας. Έτσι από την πλευρά των γραμμών μετάδοσης μπορεί να γίνει κατανοητό πως ένα έξυπνο δίκτυο μας δίνει την δυνατότητα να εξελίσσουμε την ενεργειακή βιομηχανία, μία βιομηχανία με αυξημένη διαθεσιμότητα, αποτελεσματικότητα και φυσικά αξιοπιστία όπου θα συμβάλει στην οικονομική και περιβαλλοντική μας υγεία. Δεύτερον, από την πλευρά των καταναλωτών, μπορούμε να εκμεταλλευτούμε τις έξυπνες

υπηρεσίες και να τις χρησιμοποιήσουμε ως μία πλατφόρμα πολλαπλών υπηρεσιών. Οι υπηρεσίες αυτές μπορεί να είναι από την έκδοση λογαριασμών ηλεκτρικού ρεύματος έως και για την ενημέρωση των καταναλωτών όσο αφορά την σημασία της συμμετοχής τους σε έξυπνα κτήρια εντός των έξυπνων πόλεων. Για παράδειγμα η ενημέρωση των καταναλωτών για το πως μπορούν να συνεργαστούν με τον πάροχο, δηλαδή να συλλέξουν ρεύμα μέσω από ηλιακούς συλλέκτες και με την σειρά τους να γίνουν πάροχοι ενεργειακού εφοδιασμού. Καταλήγουμε λοιπόν ότι έξυπνο δίκτυο μπορεί να προσφέρει πολλά σε έξυπνες υπηρεσίες οι οποίες υπάρχουν ήδη ή θα δημιουργηθούν αργότερα.[23]

3.6 ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ

Οι Διοικητικές Υπηρεσίες είναι υπηρεσίες που αφορούν προσωπικό, μισθοδοσία, διαχείριση ακινήτων, παροχές, διαχείριση ανθρώπινου δυναμικού, χρηματοοικονομικό σχεδιασμό, διαχείριση υποθέσεων και διαχείριση συμβάσεων και υπερβολαβίας κλπ, με πιο περιεκτικά λόγια, Διοικητικές Υπηρεσίες είναι η εκτέλεση καθηκόντων, ευθυνών και ενεργειών που απαιτούνται για τη διαχείριση της Επιχείρησης [25].

Αρχικά, μια από τις εφαρμογές του αυτοματισμού στις Διοικητικές Υπηρεσίες, είναι η αυθεντικοποίηση χρήστη μιας Διοικητικής Υπηρεσίας χρησιμοποιώντας συνθηματικό πρόσβασης. Πολλές φορές ο χρήστης μπορεί να ξεχάσει ή να χάσει τον κωδικό πρόσβασης, για αυτό τον σκοπό έχουν δημιουργηθεί οι αλγόριθμοι που επιτρέπουν την αυτόματη αυθεντικοποίηση και ανάκτηση συνθηματικού για να υπάρχει άμεση ανταπόκριση αλλά και να μην χρειαστεί από τον χρήστη να επικοινωνήσει με την «Υποστήριξη». Η Υποστήριξη είναι προβληματική με την έννοια ότι ο χρήστης μπορεί να προσπαθήσει να επικοινωνήσει στις μη εργαζόμενες ώρες (π.χ. το βράδυ και αργίες) και στις περιόδους με μεγάλο φόρτο εργασίας με αποτέλεσμα να λάβει απάντηση μετά από αρκετή ώρα. Έτσι ένας αυτοματοποιημένος μηχανισμός που θα επιτρέπει στον χρήστη σε αυτές τις περιπτώσεις να επαναφέρει τον κωδικό πρόσβασης του χωρίς την παρέμβαση της Υποστήριξης είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικό [26].

Παράλληλα, ένα ελάττωμα που ανησυχούσε τους ειδικούς ήταν η ασφάλεια των δεδομένων που ήταν προσβάσιμα από τις συσκευές των καταναλωτών. Για παράδειγμα, ένας υπολογιστής έρχεται εξοπλισμένος με διακομιστές απομακρυσμένης πρόσβασης, που συνδέονται στο Διαδίκτυο και επιτρέπουν την πρόσβαση στα δεδομένα που διαχειρίζονται. Στους ιστοποιούς ηλεκτρονικού εμπορίου, το επίπεδο ασφάλειας είναι σε υψηλό βαθμό χάρις το πρωτόκολλο κρυπτογραφίας Secure Sockets Layer (SSL). Το SSL χρησιμοποιεί αξιόπιστα πιστοποιητικά που εκδίδονται και διαχειρίζονται από μια αρχή έκδοσης πιστοποιητικών (CA) [27], π.χ. IdenTrust, DigiCert, GoDaddy, κλπ είναι εταιρίες που έχουν την δυνατότητα να εκδώσουν τέτοια πιστοποιητικά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σκοπός της παρούσας επιστημονικής εργασίας είναι η ανάλυση του αυτοματισμού κτιρίων και των έξυπνων πόλεων. Για την πλήρη παρουσίαση του θέματος χρειάστηκε αρκετή προετοιμασία, μελέτη βιβλιογραφικών πηγών, συλλογή απαραίτητων δεδομένων, επεξεργασία αυτών των δεδομένων προς εκπόνηση συμπερασμάτων και κυρίως καλή οργάνωση.

Θα πρέπει λοιπόν έννοιες όπως το «Διαδίκτυο των Πραγμάτων» , «Αυτοματισμός Κτηρίων», «Έξυπνες Πόλεις», «Τεχνολογίες Πληροφοριών και επικοινωνιών» να μην μας τρομάζουν σαν πολίτες αλλά να αντιληφθούμε ότι θα μας βοηθήσουν στην εξέλιξη και στην βελτιστοποίηση της καθημερινότητας μας.

Στο πρώτο μέρος έγινε σύντομη παρουσίαση των απαραίτητων θεματολογιών και ορισμών που εμπλέκονται στις Έξυπνες Πόλεις και στον αυτοματισμό. Διατυπώθηκε η έννοια της Έξυπνης Πόλης και ορίστηκαν τα κριτήρια της. Μετέπειτα αποσαφηνίστηκαν, ορίστηκαν και μέσω παραδειγμάτων εξηγήθηκαν οι ορισμοί Internet of Things, Information and Communication Technologies και Geographic Information System. Με αυτόν τον τρόπο καθίσταται καλύτερη η κατανόηση του έγγραφου αλλά και γενικότερα η φιλοσοφία πίσω από τις Έξυπνες Πόλεις και την Αυτοματοποίηση Κτηρίων.

Ακολουθώντας το δεύτερο κεφάλαιο, εύκολα, λοιπόν, ο καθένας μπορεί να συμπεράνει ότι ο αυτοματισμός είναι ένα βασικό στοιχείο στην σημερινή εποχή δια τον λόγο ότι η κοινωνία πρέπει να εκτελεί πολλές διεργασίες ταυτόχρονα, έτσι με αυτό τον τρόπο μειώνεται ο φόρτος εργασίας. Αναλύσαμε τους ορισμούς περί αυτοματισμού και αυτοματοποίηση κτηρίων όπου γίνεται καλύτερη κατανόηση των ορισμών. Έτσι λοιπόν μέσω των παραδειγμάτων που δίνονται συμπεραίνουμε την χρησιμότητα αλλά και την αναγκαιότητα της αυτοματοποίησης των κτηρίων σε μία σύγχρονη εποχή όπου εξελίσσεται ραγδαία.

Στο τρίτο κεφάλαιο αναλύθηκαν μερικές από τις έξυπνες υπηρεσίες που απαρτίζουν ένα έξυπνο αυτοματοποιημένο κτίριο. Αρχικά το έξυπνο νερό είναι απαραίτητο για την αντιμετώπιση πολλών τεχνικών αλλά και φυσικών προβλημάτων που ίσως αν δεν δημιουργηθούν οι κατάλληλες έξυπνες υποδομές να αποδειχθεί μοιραίο λάθος και θα είναι πλέον αργά όταν το αντιληφθούμε. Συνεχίζοντας με την έξυπνη ενέργεια είδαμε ότι είναι αρκετά χρήσιμη για την εξοικονόμηση τόσο της ίδιας της ενέργειας αλλά και την εξοικονόμηση χρόνου και ταλαιπωρίες τους ίδιου του ανθρώπου. Επίσης, είδαμε πως η έξυπνη ενέργεια αναβαθμίζει την ασφάλεια και την ποιότητα της ζωή μας σε καθημερινή βάση αλλά και μακροχρόνια για περιβαλλοντικούς λόγους. Ακολουθώς μιλήσαμε για τα έξυπνα ηλεκτρονικά συστήματα. Μέσω μίας έξυπνης εγκατάστασης είδαμε πως μπορούμε να

ενοποιήσουμε μικρές και μεγάλες συσκευές ελέγχοντας τα από ένα κεντρικό σημείο. Συμπεραίνουμε λοιπόν πόσο χρήσιμό είναι ένα έξυπνο ηλεκτρονικό δίκτυο εφόσον μπορούμε να έχουμε πλήρη έλεγχο του κτηρίου μας απομακρυσμένα και μη. Μετέπειτα έγινε αναφορά στα έξυπνα δίκτυα. Έχει γίνει κατανοητό λοιπόν ότι μέσω των έξυπνων δικτύων θα γεφυρώσουμε το χάσμα ανάμεσα στον πωλητή και πελάτη. Ενσωματώνοντας μία πιο ασφαλές και γρήγορη αμφίδρομη επικοινωνίες μεταξύ τους. Επίσης είναι σημαντικό ότι μέσω τον έξυπνο δικτύων θα έχουμε ασφαλέστερη συνθήκες μετάδοσης του ηλεκτρικού ρεύματος αλλά θα μας βοηθήσουν και στην υλοποίηση περισσότερων συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Τέλος οι διοικητικές υπηρεσίες. Οι διοικητικές υπηρεσίες είδαμε ότι αναφέρονται στην αλληλεπίδραση του πολίτη ή πελάτη μαζί με τις υπηρεσίες του κράτους ή μίας επιχείρησης αντίστοιχα. Είναι σημαντικό λοιπόν να αυτοματοποιήσουμε τις διοικητικές υπηρεσίες εφόσον θα μας εξασφαλίσουν εξοικονόμηση χρόνου για παροχές υπηρεσιών όπου θα έπρεπε να περιμένουμε σε ουρές αναμονής για την απόκτηση τους. Καθώς λοιπόν θα έχουμε πρόσβαση σε αυτοματοποιημένες υπηρεσίες όλο το εικοσιτετράωρο αντιλαμβανόμαστε πόσο χρήσιμες είναι αυτού τους είδους οι υπηρεσίες.

Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι η σχεδίαση και η υλοποίηση μίας έξυπνης πόλης με όλες τις έξυπνες υπηρεσίες που την συνοδεύουν θα αναβαθμίσει το επίπεδο εμπειρίας και την ασφάλεια των πολιτών της. Επίσης θα βοηθήσει σε σημαντικό βαθμό σε όλα τα περιβαλλοντικά και οικολογικά θέματα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] V. Albino, U. Berardi, and R. M. Dangelico, "Smart cities: Definitions, dimensions, performance, and initiatives," *J. urban Technol.*, vol. 22, no. 1, pp. 3–21, 2015.
- [2] J. Murray, "Cloud network architecture and ICT-Modern network architecture," Retrieved from TechTarget Expert Community <http://itknowledgeexchange.techtarget.com/modern-network-architecture/cloud-network-architecture-and-ict>, 2011.
- [3] K. Su, J. Li, and H. Fu, "Smart city and the applications," *2011 Int. Conf. Electron. Commun. Control. ICECC 2011 - Proc.*, pp. 1028–1031, 2011, doi: 10.1109/ICECC.2011.6066743.
- [4] P. Sethi and S. R. Sarangi, "Internet of Things: Architectures, Protocols, and Applications," *J. Electr. Comput. Eng.*, vol. 2017, 2017, doi: 10.1155/2017/9324035.
- [5] M. Rouse, "What is IoT (Internet of Things) and How Does It Work?," *Cyber Resil. Syst. Networks*, pp. 1–150, 2009.
- [6] K. Riemer and S. Taing, "Unified communications," *Bus. Inf. Syst. Eng.*, vol. 1, no. 4, pp. 326–330, 2009.
- [7] P. Ghosh and T. R. Mahesh, "A privacy preserving mutual authentication protocol for RFID based automated toll collection system," *Proc. 2016 Int. Conf. ICT Business, Ind. Gov. ICTBIG 2016*, pp. 9–52, 2017, doi: 10.1109/ICTBIG.2016.7892668.
- [8] P. A. Longley, M. F. Goodchild, D. J. Maguire, and D. W. Rhind, *Geographic information systems and science*. John Wiley & Sons, 2005.
- [9] "Geographic Information System for Smart Cities - Google Books." [https://books.google.gr/books?hl=en&lr=&id=2RYKDQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=geographic+information+systems+smart+cities&ots=1YqbGVOjXr&sig=NFT-nNAgwASKvVrgNKO69id-Rg4&redir_esc=y#v=onepage&q=geographic information systems smart cities&f=false](https://books.google.gr/books?hl=en&lr=&id=2RYKDQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=geographic+information+systems+smart+cities&ots=1YqbGVOjXr&sig=NFT-nNAgwASKvVrgNKO69id-Rg4&redir_esc=y#v=onepage&q=geographic+information+systems+smart+cities&f=false) (accessed Jan. 05, 2021).
- [10] Δ. Δρ Ευελπίδου Νίκη Αναπλ Καθηγήτρια, "Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών-Βασικά Χαρακτηριστικά ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ, ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ." Accessed: Jan. 27, 2021. [Online]. Available: <http://evelpidou.geol.uoa.gr>.
- [11] "What is Automation? - Definition from Techopedia." <https://www.techopedia.com/definition/32099/automation> (accessed Jan. 04, 2021).
- [12] M. P. Groover, "Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing By Mikell P. Groover," 2001. <https://civildatas.com/download/automation-production-systems-and-computer-integrated-manufacturing-by-groover> (accessed Jan. 03, 2021).

-
- [13] L. Martirano and M. Mitolo, "Building Automation and Control Systems (BACS): A Review," Jun. 2020, doi: 10.1109/EEEIC/ICPSEurope49358.2020.9160662.
- [14] "e-LIVING ENA ΚΤΗΡΙΟ-ΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑ."
- [15] Σ. ΧΑΛΕΜΗΣ and Π. ΣΚΛΗΦΑΣ, "Κτιριακός αυτοματισμός με χρήση τεχνητής νοημοσύνης." ΠΑΤΡΑ, p. 71, 2019, [Online]. Available: <http://repository.library.teimes.gr/xmlui/handle/123456789/7765%09>.
- [16] J. Bélissent, "Getting clever about smart cities: New opportunities require new business models," *Cambridge, Massachusetts, USA*, vol. 193, pp. 244–277, 2010.
- [17] Δ. Τζουκμάνης and Γ. Βαλλιανάτος, "Συστήματα Αυτοματισμού Κτιρίων." ΑΘΗΝΑ, p. 58, 2012.
- [18] Leonidas G. Anthopoulos, *Understanding Smart Cities: A Tool for Smart Government or an Industrial Trick?* Larissa, 2017.
- [19] A. C. Duman, H. S. Erden, Ö. Gönül, and Ö. Güler, "A home energy management system with an integrated smart thermostat for demand response in smart grids," *Sustain. Cities Soc.*, vol. 65, Feb. 2021, doi: 10.1016/j.scs.2020.102639.
- [20] [www.iberdrola.com](http://library1.nida.ac.th/termpaper6/sd/2554/19755.pdf), "Self-consumption." <http://library1.nida.ac.th/termpaper6/sd/2554/19755.pdf>.
- [21] J. King and C. Perry, "Smart Buildings: Using Smart Technology to Save Energy in Existing Buildings," 2017.
- [22] V. A. · E. Tragos, H. C. P. · A. Kapovits, and A. Bassi, *Designing, Developing, and Facilitating Smart Cities Urban Design to IoT Solutions*. .
- [23] Ζ. ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ, "«ΕΞΥΠΝΟ ΣΠΙΤΙ ΜΕ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ KNX» Αιγάλεω, 2018.
- [24] "Administrative Services | legal definition of Administrative Services by Law Insider." <https://www.lawinsider.com/dictionary/administrative-services> (accessed Jan. 07, 2021).
- [25] J. A. Band, "Automated security token administrative services." Google Patents, May 07, 2013.
- [26] S. Smith, "Automated issuance of SSL certificates." Google Patents, Jun. 29, 2006.