

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



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

## REAL CASES OF SENSOR NETWORKS FOR SMART BUILDINGS

---

### ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΔΙΚΤΥΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ ΓΙΑ «ΕΞΥΠΝΑ» ΚΤΙΡΙΑ



#### **ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ:**

ΒΑΣΙΛΕΙΑΔΟΥ ΜΑΡΙΑ(MIS18013)

ΧΑΡΝΙΔΟΥ ΜΑΡΘΑ (MIS18010)

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ,ΜΑΙΟΣ 2018



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ- ABSTRACT.....	3
1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ –ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΘΕΜΑΤΟΣ.....	4
1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ.....	5
1.2 ΔΙΑΦΟΡΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΕΙΝΑΙ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΑ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ.....	6
ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ.....	9
2.ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΞΥΠΝΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ.....	10
2.1 SOLAR ACADEMY-ΓΕΡΜΑΝΙΑ.....	10
2.2 SIEMENS CITY –ΑΥΣΤΡΙΑ.....	11
2.3 THE EDGE BUILDING-ΟΛΛΑΝΔΙΑ.....	11
2.4 THE LEADENHALL BUILDING-ΑΓΓΛΙΑ.....	12
2.5 INTEL’S SMART BUILDING, BANGALORE-ΙΝΔΙΑ.....	13
2.6 SMART HOTEL CROWN PLAZA COPENHAGEN TOWERS.....	15
2.7 BSC COMPUTER GmbH HEADQUARTERS-ΓΕΡΜΑΝΙΑ.....	16
3. ΣΥΓΚΡΙΣΕΙΣ-SWOT ΑΝΑΛΥΣΗ.....	17
4.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ.....	18
5.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	19



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σε μια εποχή όπου η τεχνολογική πρόοδος δημιουργεί νέες δυνατότητες σε κάθε πτυχή της ζωής του ανθρώπου, υπάρχει η ανάγκη για όλο και μεγαλύτερη εφαρμογή τεχνολογικών καινοτομιών. Αυτό επιτεύχθηκε με την αύξηση της ζήτησης φορητών συσκευών (αισθητήρων και Smartphones) οδηγώντας σε νέες τεχνολογικές δυνατότητες για την εποχή του Internet Of Things (IoT), στην οποία όλες οι συσκευές είναι σε θέση να επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω του διαδικτύου. Κάτι τέτοιο προσπάθησε να επιτευχθεί και στον τομέα των κτιρίων, με εμφανή αποτελέσματα τα τελευταία χρόνια. [1]

Στη συγκεκριμένη εργασία μελετάται και αναλύεται η ιδέα των «έξυπνων κτιρίων» καθώς και τα συστήματα που αναπτύσσονται στα κτίρια αυτά. Παρουσιάζονται επίσης πληροφορίες για τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων και τις λειτουργίες τους. Επιπλέον, υπάρχει μια σύντομη αναφορά σε επιλεγμένα παραδείγματα χρήσης νέων τεχνολογιών στα «έξυπνα κτίρια».

Παρακάτω γίνεται μια ανάλυση SWOT με στόχο την ανάλυση του εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος, ενώ η εργασία κλείνει με προτάσεις καθώς και συμπεράσματα που ενδεχομένως βοηθήσουν στην έγκαιρη γνώση, στη σωστή πρόβλεψη και στην καλή προετοιμασία των κτιρίων ώστε να μπορούν να ανταποκρίνονται στις νέες απαιτήσεις των τεχνολογικών καινοτομιών.

## ABSTRACT

At a time when technological progress creates new possibilities in every aspect of human life, there is a need for increasing technological innovation. This was achieved by increasing the demand for portable devices (sensors and Smartphones), leading to new technological possibilities for the Internet Of Things (IoT), in which all devices are able to communicate each other via the internet. This has also been achieved in buildings, with visible results over the last few years.[1]

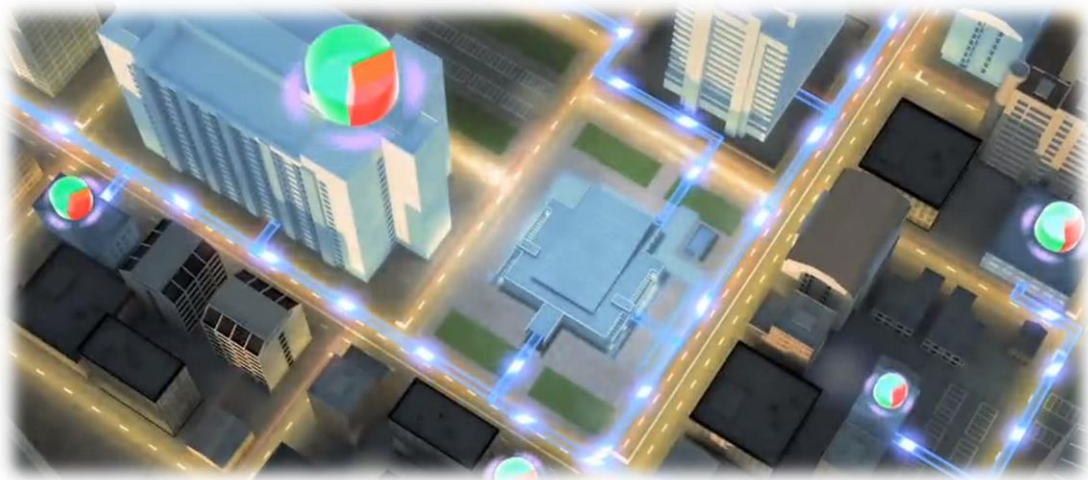
In this project, the concept of "smart buildings" and the systems developed in these buildings are being studied and analyzed. Information about wireless sensor networks and their functions is also presented.

Furthermore, there is a brief reference to selected case studies of using new technologies in "smart buildings".

Below, there is a SWOT analysis targeting the analysis of internal and external environment, while the work closes with suggestions as well as conclusions that may help to timely knowledge, good anticipation and good preparation of buildings in order to meet the new demands of technological innovation.

## 1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ –ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΘΕΜΑΤΟΣ

Ένα έξυπνο κτίριο μπορεί να θεωρηθεί οποιαδήποτε δομή η οποία χρησιμοποιεί αυτοματοποιημένες διαδικασίες για τον αυτόματο έλεγχο των λειτουργιών του κτιρίου, συμπεριλαμβανομένης της θέρμανσης, του εξαερισμού, του κλιματισμού, του φωτισμού, διαχείριση ενέργειας, επικοινωνίες, παρακολούθηση, συναγερμό, ανελκυστήρες και διαφυγή σε περίπτωση κινδύνου. Συνήθως η διαδικασία αυτή επιτυγχάνεται με αισθητήρες, ενεργοποιητές και μικροτσιπ, προκειμένου να συλλέγει δεδομένα και να προκύπτει η καλύτερη δυνατή διαχείριση του. Όλα τα παραπάνω είναι συνδεδεμένα με ένα ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου το οποίο είναι γνωστό και ως σύστημα διαχείρισης του κτιρίου (Building Management System, εφεξής BMS).[2]

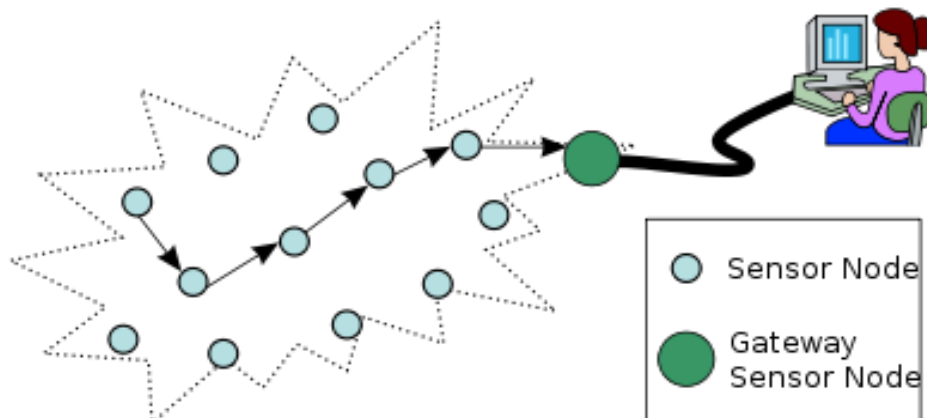


Για να χαρακτηριστεί ένα κτίριο ως «έξυπνο» πρέπει να καλύπτονται κάποιες σημαντικές περιοχές λειτουργίας. Αρχικά είναι αναγκαίο να υπάρχουν συστήματα ασφάλειας τόσο για το κτίριο, όσο και για τη ζωή των ανθρώπων που βρίσκονται σε αυτό (ασφάλεια, πυρασφάλεια, αυτοματισμός, παρακολούθηση κατάστασης υγείας – health status monitoring).Απαραίτητη κρίνεται και η αποδοτικότητα του συστήματος ενέργειας (έλεγχος και εξοικονόμηση ενέργειας, έλεγχος κλιματισμού, θέρμανσης και εξαερισμού, ασύρματοι διακόπτες, σύστημα αδιάλειπτης παροχής ενέργειας) και ο αυτοματισμός θέσης εργασίας (software, hardware, λειτουργικά συστήματα).Τέλος, τα συστήματα τηλεπικοινωνιών, όπως τα συστήματα επικοινωνίας δεδομένων, εικόνας, ήχου μπορούν να δημιουργήσουν μία αποδοτικότερη λειτουργία του εκάστοτε κτιρίου το οποίο συμπεριλαμβανομένων όλων των παραπάνω, να θεωρηθεί ευφυές.

Υπάρχουν πολλά οφέλη για την εφαρμογή έξυπνων συστημάτων εντός ενός κτιρίου, από την αποτελεσματικότητα του κόστους έως τη βελτίωση των φιλικών προς το περιβάλλον διαπιστευτηρίων της κατασκευής. Τα έξυπνα κτίρια είναι σχετικά καινούργια σήμερα αλλά, δεδομένου του ευρέος φάσματος των πλεονεκτημάτων που προσφέρουν, σύντομα θα γίνουν ο κανόνας.[3]

## 1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ

Το ασύρματο δίκτυο αισθητήρων, Wireless Sensor Network (εφεξής WSN) αναφέρεται σε μια ομάδα χωρικά διασκορπισμένων και αποκλειστικών αισθητήρων για την παρακολούθηση και καταγραφή των φυσικών συνθηκών του περιβάλλοντος και την οργάνωση των συλλεγόμενων δεδομένων σε κεντρική θέση. Τα WSNs μετρούν τις περιβαλλοντικές συνθήκες όπως η θερμοκρασία, ο ήχος, τα επίπεδα μόλυνσης, η υγρασία, ο αέρας ενώ ένα WSN αποτελείται από ένα ή περισσότερους σταθμούς βάσης (sink ή base station) από μερικές έως αρκετές εκατοντάδες ή χιλιάδες κόμβους-αισθητήρες (sensor nodes), που συνδέονται μεταξύ τους με ένα ασύρματο μέσο και αναπτύσσονται σε ένα χώρο είτε μέσα στο φαινόμενο είτε πολύ κοντά σε αυτό. Κάθε τέτοιος κόμβος δικτύου αισθητήρων έχει τυπικά πολλά μέρη: έναν πομποδέκτη με εσωτερική κεραία ή μια εξωτερική κεραία, έναν μικροελεγκτή, ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα για τη διασύνδεση με τους αισθητήρες και μια πηγή ενέργειας, συνήθως μια μπαταρία ή μια ενσωματωμένη μορφή συλλογής ενέργειας. Ο ρόλος του κάθε κόμβου έχει ως στόχο τη συλλογή δεδομένων τα οποία στη συνέχεια δρομολογούνται μέσω μιας multi-hop επικοινωνίας στη βάση, η οποία επικοινωνεί με τον τελικό χρήστη μέσω του Internet ή άλλου δικτύου.[4]



### 1.1.a. Τυπική αρχιτεκτονική δικτύου ασύρματων αισθητήρων.

Ένας κόμβος αισθητήρων αποτελείται από τέσσερα βασικά συστατικά: μονάδα ανίχνευσης, μονάδα επεξεργασίας, μονάδα πομποδέκτη και μία μονάδα ισχύος. Ανάλογα με την εφαρμογή του έχει και κάποια πρόσθετα συστατικά όπως π.χ. ένα σύστημα εύρεσης τοποθεσίας.

Για τη σωστή λειτουργία των δικτύων αισθητήρων απαιτείται η χρήση δρομολόγησης έτσι ώστε η πληροφορία να φτάσει σωστά στον τελικό χρήστη. Στα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων όμως υπάρχουν πολλές προκλήσεις, περιορισμοί και προβλήματα, με τα οποία τα πρωτόκολλα έρχονται αντιμέτωπα. Έτσι μέσω των εφαρμογών των δικτύων αισθητήρων γίνεται προσπάθεια για την καλύτερη αντιμετώπιση των προβλημάτων που προκύπτουν και η προσπάθεια σωστής χρήσης των πρωτοκόλλων. Σήμερα υπάρχουν αρκετά πρωτόκολλα αλλά τα δύο σημαντικότερα είναι το BACnet και το LonWorks. Το πρώτο, παρέχει μηχανισμούς για μηχανογραφικές συσκευές αυτοματισμού κτιρίων για την ανταλλαγή



πληροφοριών, ενώ το δεύτερο βασίζεται σε ένα πρωτόκολλο που δημιουργήθηκε από την Echelon Corporation για τη δικτύωση συσκευών διάφορων μέσων όπως το συνεστραμμένο ζεύγος, τις γραμμές ισχύος, τις οπτικές ίνες και το RF. Χρησιμοποιείται για την αυτοματοποίηση διαφόρων λειτουργιών εντός κτιρίων όπως ο φωτισμός και ο κλιματισμός.[5],[6]

## **1.2 ΔΙΑΦΟΡΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΕΙΝΑΙ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΑ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ[7]**

### **1)BMS**

Το συγκεκριμένο σύστημα είναι συνήθως εγκατεστημένο σε κτίρια και έχει ως στόχο τον έλεγχο και την παρακολούθηση του μηχανικού και ηλεκτρικού εξοπλισμού του κτιρίου όπως αερισμό, φωτισμό, συστήματα ισχύος, πυροσβεστικά συστήματα και συστήματα ασφαλείας.

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ο ρόλος του συστήματος BMS ,το οποίο αποτελείται από λογισμικό, ένα διακομιστή με μια βάση δεδομένων και έξυπνους αισθητήρες συνδεδεμένους σε ένα δίκτυο με δυνατότητα Internet. Οι έξυπνοι αισθητήρες γύρω από το κτίριο, δημιουργούν και συλλέγουν δεδομένα και στη συνέχεια τα στέλνουν στο BMS, όπου αποθηκεύονται σε μια βάση δεδομένων και έτσι πραγματοποιείται η μοντελοποίηση και επεξεργασία τους προκειμένου να παρθεί η σωστή απόφαση.

Εάν ένας αισθητήρας αναφέρει δεδομένα που δεν εμπίπτουν σε προκαθορισμένες συνθήκες, το BMS θα προκαλέσει συναγερμό. Σε ένα κέντρο δεδομένων, για παράδειγμα, το BMS μπορεί να προκαλέσει συναγερμό όταν η θερμοκρασία σε ένα rack server υπερβαίνει τα αποδεκτά όρια. Ανάλογα με το σύστημα, το λογισμικό BMS μπορεί να εγκατασταθεί ως αυτόνομη εφαρμογή ή μπορεί να ενσωματωθεί σε άλλα προγράμματα παρακολούθησης. Τα πιο προηγμένα BMSes μπορούν να παρακολουθούν και να διαχειρίζονται ένα ευρύ φάσμα υπηρεσιών κτιρίων σε πολλαπλές πλατφόρμες και πρωτόκολλα, παρέχοντας στους διαχειριστές εγκαταστάσεων μία ενιαία και κοινή θέα των λειτουργιών της εγκατάστασης.

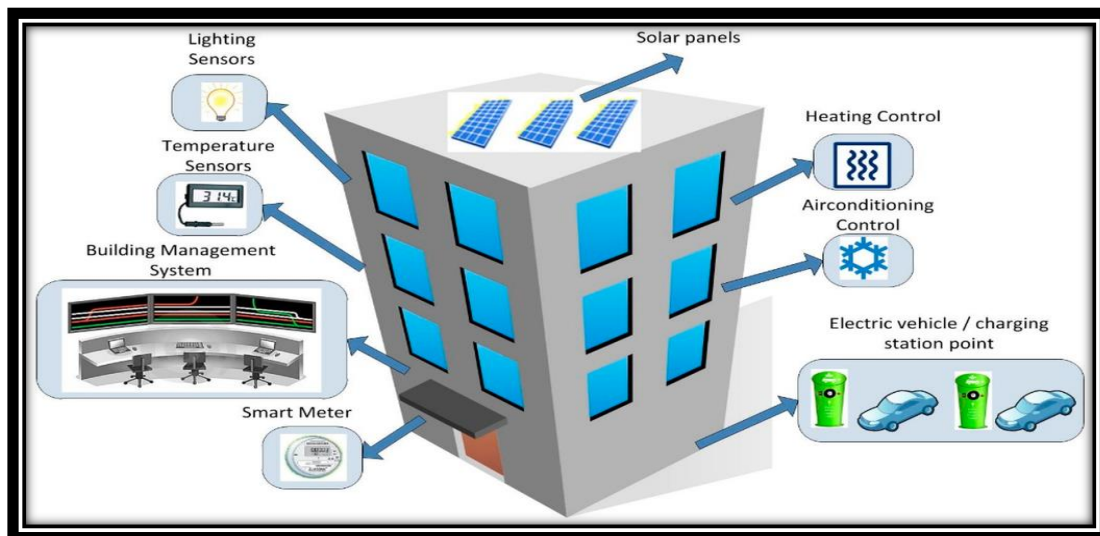
Πιο συγκεκριμένα αναφέρονται ως ζωντανό οργανισμοί συνδεδεμένοι σε ένα δίκτυο με έξυπνο και προσαρμόσιμο λογισμικό το οποίο βοηθά τους ιδιοκτήτες, τους φορείς εκμετάλλευσης και τους διαχειριστές εγκαταστάσεων να βελτιώσουν την αξιοπιστία και την απόδοση του ενεργητικού, γεγονός που μειώνει τη χρήση ενέργειας, βελτιστοποιεί τον τρόπο χρήσης του χώρου ενώ παράλληλα ελαχιστοποιεί τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των κτιρίων.

### **2) ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ HVAC**

Τα συστήματα HVAC(Heating , Ventilation and Air Conditioning) χρησιμοποιούνται αρκετά τα τελευταία χρόνια. Στα συστήματα υπολογιστών και ειδικά στα κέντρα δεδομένων των επιχειρήσεων, τα συστήματα HVAC ελέγχουν το περιβάλλον (θερμοκρασία, υγρασία, ροή αέρα και φίλτράρισμα αέρα) και πρέπει να σχεδιάζονται και να λειτουργούν μαζί με άλλα στοιχεία κέντρου δεδομένων όπως υπολογιστικό υλικό, καλωδίωση, την πυροπροστασία καθώς και τα συστήματα φυσικής ασφάλειας.

Για πολλά κτίρια, η αυτόματη θέρμανση και ψύξη σε μεμονωμένα γραφεία μπορεί να αντιπροσωπεύει πάνω από το ένα τρίτο της συνολικής κατανάλωσης νερού ενός κτιρίου. Τέλος, με τη χρήση αυτοματοποιημένων συστημάτων HVAC

μεγιστοποιούνται συνεχώς οι επιδόσεις ολόκληρου του συστήματος μπορεί να επιτευχθούν σημαντικές μειώσεις CO<sub>2</sub> - σχεδόν 3.000 τόνους ετησίως.



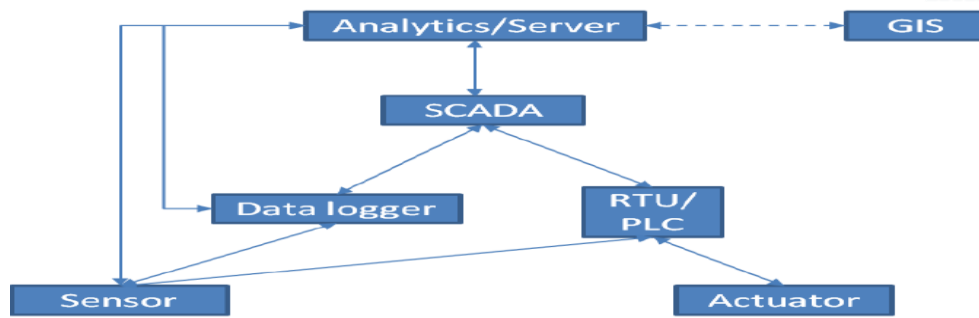
*1.2.α. Τα επιμέρους συστήματα διαχείρισης ενός έξυπνου κτιρίου.*

### 3) ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗΣ ΤΩΝ ΥΔΑΤΩΝ

Οι παγκόσμιες επενδύσεις σε τεχνολογίες και υπηρεσίες διαχείρισης των υδάτων αναμένεται να αυξηθούν από 2,0 δισεκατομμύρια δολάρια το 2016 σε 2,8 δισεκατομμύρια δολάρια το 2025, καθώς η διαχείριση των υδάτων γίνεται πιο ολοκληρωμένη στα έξυπνα κτίρια, σύμφωνα με έρευνες. Καθώς οι πρωτοβουλίες εταιρικής βιωσιμότητας και η ενεργειακή αποδοτικότητα καθίστανται πιο σημαντικές, οι έξυπνοι κατασκευαστές τεχνολογίας κτιρίων αρχίζουν να παρουσιάζουν πιο ολοκληρωμένα εργαλεία, συμπεριλαμβανομένων και εκείνων που δημιουργήθηκαν ειδικά για τη διατήρηση και τη διαχείριση του νερού.

Μέσω του συστήματος διαχείρισης υδάτων επιτυγχάνεται ο έλεγχος των πόρων, της ποιότητας του νερού και η πρόληψη ή ο εντοπισμός πιθανών διαρροών του συστήματος ύδρευσης. Το σύστημα καταγράφει τα δεδομένα και οι διαχειριστές καλούνται να ελέγχουν την αποδοτικότητα του κτιρίου. Οι τρέχουσες εφαρμογές smart water, βασίζονται κυρίως σε παλαιότερα συστήματα διαχείρισης δικτύων όπως για παράδειγμα το SCADA, γεγονός που προκαλεί δυσκολίες στην επέκταση του συστήματος.

Μία αρχιτεκτονική smart water χωρίζεται σε πέντε επίπεδα: φυσικό επίπεδο, ανίχνευση και έλεγχος, συλλογή και επικοινωνία, διαχείριση δεδομένων και απεικόνιση, data fusion και ανάλυση.



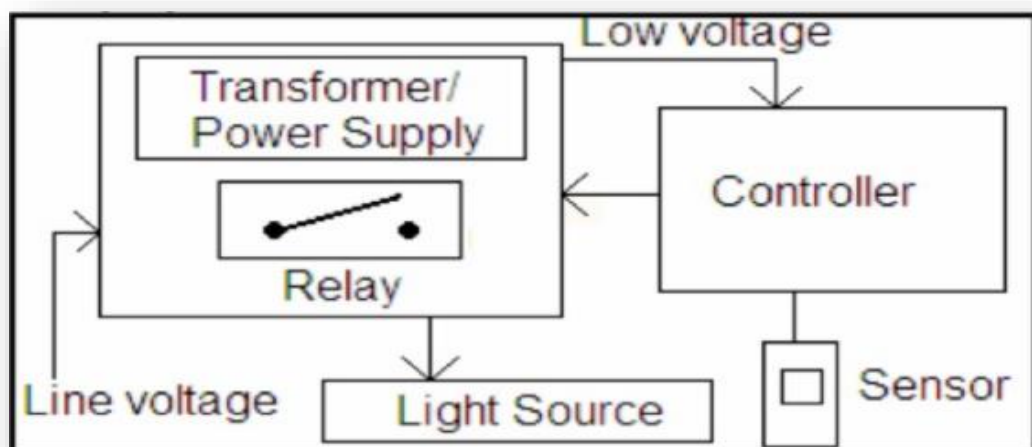
1.3.α. Διαγραμματική απεικόνιση των πιθανών καναλιών επικοινωνίας.

Λόγω της υποστήριξης των εφαρμογών από παλαιότερα συστήματα προκαλούνται προβλήματα στην διαλειτουργικότητα του συστήματος, ενώ δεν υπάρχει βέλτιστο πρωτόκολλο επικοινωνίας.

Ο αισθητήρας μετρά ακουστικά σήματα, ροή, πίεση. Μία απομακρυσμένη μονάδα τερματικού (RTU) διαβάζει τα δεδομένα του αισθητήρα και περιοδικά τα στέλνει στο σύστημα SCADA. Στη συνέχεια, ο data logger διαβάζει τα δεδομένα και τα αποθηκεύει σε μία βάση δεδομένων, ενώ το σύστημα SCADA λαμβάνει δεδομένα για τον έλεγχο και την παρακολούθηση του δικτύου σε πραγματικό χρόνο. Τέλος ο Server είναι σε θέση να επεξεργαστεί και να αναλύσει μεγάλο όγκο δεδομένων, δομημένα και αδόμητα.[8]

#### 4) ΕΞΥΠΝΟΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΓΙΑ ΦΩΤΙΣΜΟ

Ο έξυπνος φωτισμός είναι μια τεχνολογία φωτισμού σχεδιασμένη για ενεργειακή απόδοση. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει τα φωτιστικά υψηλής απόδοσης και τα αυτοματοποιημένα χειριστήρια που κάνουν προσαρμογές με βάση συνθήκες όπως η κατοχή ή η διαθεσιμότητα της ημέρας. Ο φωτισμός είναι υπεύθυνος για πάνω από το ένα πέμπτο της ενέργειας που παράγεται σε όλο τον κόσμο. Με πάνω από 3,5 TWhours ενέργειας που χρειάζονται κάθε χρόνο, η προσθήκη αισθητήρων για εξοικονόμηση ακόμη και μερικών ποσοστών κατανάλωσης θα εξαλείψει την ανάγκη για εκατοντάδες σταθμούς παραγωγής ενέργειας και εκατομμύρια τόνους εκπομπών άνθρακα. Έτσι ο έξυπνος φωτισμός θα βοηθήσει στη μείωση του παγκόσμιου λογαριασμού ενέργειας.



1.4.α. Έξυπνο σύστημα ελέγχου φωτισμού.



Ο κατασκευαστής προχώρησε στην εφαρμογή ενός συστήματος διαχείρισης που ευθυγραμμίζει τα στοιχεία ελέγχου φωτισμού, τις σκιάσεις με μοτέρ, τους αισθητήρες, τα ψηφιακά στραγγαλιστικά πηνία και τους οδηγούς LED, όλα κάτω από μια ενιαία ομπρέλα λογισμικού υποστηριζόμενη από ένα web-based interface. Το σύστημα κόβει τη χρήση σε περίπου 0,4 watt ανά τετραγωνικό πόδι - με εξοικονόμηση ενέργειας .

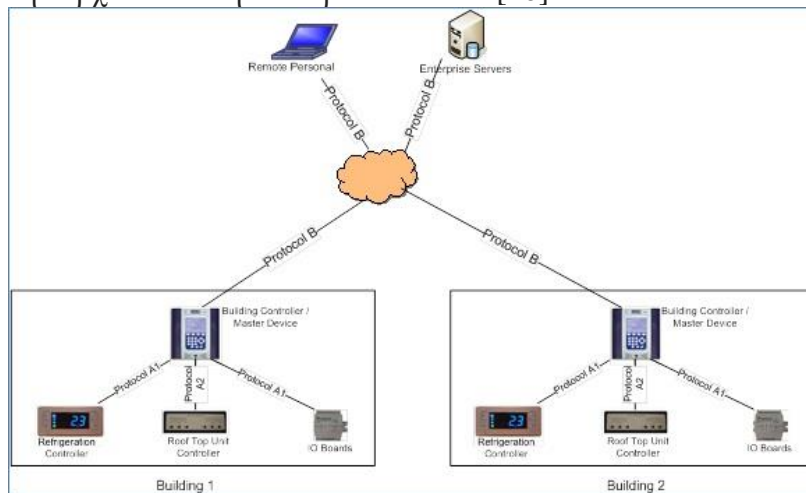
Η εφαρμογή των έξυπνων αισθητήρων στον φωτισμό φαίνεται στο παράδειγμα της Νέας Υόρκης. 1,5 εκατομμυρίων τετραγωνικών ποδιών στο Μανχάταν σχεδιάστηκε για να χρησιμοποιεί 1,28 watts ισχύος φωτισμού ανά τετραγωνικό πόδι.

Σε ένα άλλο παράδειγμα, η AT&T (American Telephone & Telegraph) μείωσε τις δαπάνες φωτισμού μέσω ενός πιλοτικού προγράμματος σε 240 ιδιότητες με μέσο όρο περίπου 83.000 τετραγωνικά πόδια. Ο φωτισμός φθορισμού αντικαταστάθηκε από φωτισμό LED εξοικονόμησης ενέργειας ενσωματωμένο με έξυπνα συστήματα αισθητήρων που ενεργοποιούνται από κλιμακούμενα ασύρματα δίκτυα. Οι αισθητήρες παρακολουθούν τη δυναμική αυτή όπως η πληρότητα σε πραγματικό χρόνο, το επίπεδο φωτισμού, η θερμοκρασία και η κατανάλωση ενέργειας. Η αναβάθμιση έσωσε την εταιρεία περίπου 8 εκατομμύρια δολάρια ετησίως. [9]

## ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ

Τα πρωτόκολλα είναι γλώσσες με τις οποίες δύο συσκευές επικοινωνούν και ανταλλάσσουν δεδομένα. Αυτές οι συσκευές είναι προϊόντα με μικροεπεξεργαστή, όπως μια κάρτα εισόδου / εξόδου, ένας ελεγκτής μονάδας κορυφής στέγης (RTU), ένας ελεγκτής ψυκτικού συγκροτήματος, ένας φορητός υπολογιστής / επιτραπέζιος υπολογιστής χρήστη ή ακόμη και κεντρικοί εξυπηρετητές επιχείρησης. Ο ελεγκτής κτιρίου επικοινωνεί με απομακρυσμένους χρήστες και επιχειρησιακούς διακομιστές μέσω του Διαδικτύου για την εμφάνιση δεδομένων.

Η ανταλλαγή των δεδομένων ανάμεσα στις δύο συσκευές επιτυγχάνεται συνήθως είτε με κάποιο φυσικό σύρμα (όπως σε καλώδιο συνεστραμμένου ζεύγους RS485 ή Ethernet CAT5) είτε ασύρματα μέσω δικτύου Wi-Fi. Αυτή η γλώσσα είναι ισοδύναμη με ένα πρωτόκολλο στον κόσμο BMS και η επικοινωνία είναι εξασφαλίζεται με ένα φυσικό καλώδιο. Τέλος, ο όρος BACNet μέσω IP σημαίνει ότι το πρωτόκολλο είναι BACNet και το φυσικό επίπεδο είναι ένα δίκτυο IP. Η παρακάτω εικόνα παρουσιάζει την αρχιτεκτονική των πρωτοκόλλων.[10]





## 2.ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΞΥΠΝΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ

### 2.1 SOLAR ACADEMY, KASSEL – ΓΕΡΜΑΝΙΑ

Η εταιρεία SMA, που ειδικεύεται σε συστήματα παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, έχει κατασκευάσει ένα κτίριο πρότυπο στο κέντρο στην Γερμανία, κοντά στην πόλη Kassel. Πρόκειται για το SMA Solar Academy, ένα μοναδικό εγχείρημα, στο οποίο η εταιρεία έχει ενσωματώσει σχεδόν όλα τα προϊόντα της, με σκοπό την προώθηση τους άλλα και την ενημέρωση και εκπαίδευση επιστημόνων επάνω σε θέματα των τεχνολογιών αιχμής. Μέσω των σεμιναρίων που λαμβάνουν χώρα στο κτίριο, ο επισκέπτης έχει τη δυνατότητα να δει πώς λειτουργούν όλες αυτές η τεχνολογίες στην πράξη αλλά και να μάθει με ποιο τρόπο μπορεί να τις ενσωματώσει στο δικό του κτίριο.

Η μοναδικότητα αυτού του κτιρίου έγκειται στο γεγονός ότι είναι αυτόνομο σε όλους τους τομείς παραγωγής και κατανάλωσης ενέργειας. Σ' αυτό συμβάλλουν πολλές διαφορετικές τεχνολογίες (IT τεχνολογίες), η κυριότερη των οποίων είναι η μετατροπή ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρισμό μέσω των φωτοβολταϊκών πετασμάτων. Η ενέργεια που παράγεται μεταφέρεται στους μετατροπείς, που με τη σειρά τους είτε τη διαθέτουν προς χρήση είτε την αποθηκεύουν στην μπαταρία, είτε τη μετατρέπουν σε διαφορετικής φάσης ηλεκτρικό ρεύμα που χρειάζεται για τις διαφορετικές λειτουργίες του κτιρίου. Οι ίδιοι ελέγχουν και ουσιαστικά συμβάλλουν στη λειτουργία του κτιρίου. Αν η ενέργεια που παράγεται είναι περισσότερη από αυτήν που καταναλώνεται εκείνη τη στιγμή στο κτίριο, η περίσσεια διοχετεύεται στην μπαταρία που βρίσκεται στο εσωτερικό του κτιρίου και με αυτόν τον τρόπο γίνεται και εξοικονόμηση ενέργειας.



**2.1.a. Solar Academy: παρέχει τεχνογνωσία και προηγμένη εκπαίδευση προσαρμοσμένη στους συμμετέχοντες σε προϊόντα SMA και φωτοβολταϊκά.**

Στο κτίριο εκτός από τα φωτοβολταϊκά έχει εγκατασταθεί και ένα εξελιγμένο σύστημα συμπαραγωγής ηλεκτρισμού - θερμότητας. Οι ιδιοκτήτες θέλησαν το κτίριο να έχει σχεδόν μηδενικές εκπομπές CO<sub>2</sub>.



Γι' αυτό το λόγο το καύσιμο που χρησιμοποιείται είναι βιοαέριο, πλήρως φιλικό προς το περιβάλλον. Έτσι, μια μονάδα καύσης παράγει ηλεκτρισμό, κάτι το οποίο έχει ως αποτέλεσμα την έκλυση θερμότητας, η οποία και χρησιμοποιείται για τη θέρμανση του κτιρίου.[11]

## **2.2 SIEMENS CITY, BIENNH-ΑΥΣΤΡΙΑ**

Η Siemens είναι παγκόσμιος ηγέτης στην καινοτομία, οπότε έχει νόημα ότι τα γραφεία της Βιέννης είναι ένα μοντέλο ακριβώς αυτού. Ο νέος κύριος πύργος της πόλης βρίσκεται σε 120 στύλους σκυροδέματος που εκτείνονται 100 πόδια στο έδαφος και θερμαίνουν τα γραφεία των κτιρίων το χειμώνα και τα δροσίζουν το καλοκαίρι μέσω ειδικών αγωγών. Το σύστημα διαχείρισης κτιρίων της Siemens - το οποίο μπορεί να έχει πρόσβαση σε περίπου 10.000 αισθητήρες που βρίσκονται σε όλο το συγκρότημα παρέχει εξαιρετικά ενεργειακά αποδοτικό φωτισμό, καθώς και βελτιστοποίηση θερμοκρασίας και εξαερισμού. Για παράδειγμα, τα συστήματα θέρμανσης και φωτισμού σε ένα γραφείο κλείνουν αυτόματα όταν ένας αισθητήρας σηματοδοτεί ότι όλοι οι εργαζόμενοι έχουν εγκαταλείψει το δωμάτιο. Τα μέτρα ενεργειακής απόδοσης που εφαρμόζονται στα νέα κεντρικά γραφεία θα μειώσουν τις ετήσιες εκπομπές CO<sub>2</sub> κατά 1.000 τόνους.[12]



**2.2.a. Siemens City στη Βιέννη, Αυστρία: Τα νέα κτίρια διαθέτουν εξαιρετικά φιλικό προς το περιβάλλον σχεδιασμό σε συνδυασμό με προηγμένες τεχνολογίες εξοικονόμησης ενέργειας.**

## **2.3 THE EDGE, ΑΜΣΤΕΡΝΤΑΜ-ΟΛΛΑΝΔΙΑ**

Το κτίριο Edge στην Ολλανδία, χτισμένο για την παγκόσμια εταιρεία συμβούλων Deloitte, έχει καταφέρει να θεωρείται ως το μοναδικό πράσινο κτίριο παγκοσμίως με το υψηλότερο σκορ βιωσιμότητας που έχει απονεμηθεί ποτέ. Επιπλέον, το κτίριο συνδέει όλους τους υπαλλήλους με μια εφαρμογή η οποία τους ενημερώνει για το



ημερήσιο πρόγραμμα και τους κατευθύνει σε ένα σημείο στάθμευσης κατά την άφιξη κάθε πρωί, ενώ οπουδήποτε και αν βρίσκονται, η εφαρμογή γνωρίζει τις προτιμήσεις τους για το φως και τη θερμοκρασία και στη συνέχεια προσαρμόζει ανάλογα το περιβάλλον. Μεταξύ των καινοτομιών της είναι το γεγονός ότι το κτίριο διαθέτει σταθμούς φόρτισης για υβριδικά και ηλεκτρικά αυτοκίνητα. Ο καθαρισμός γίνεται με ρομπότ.



### ***2.3.α. Edge στο Άμστερνταμ , Ολλανδία: Λειτουργεί με ένα δίκτυο περίπου 28.000 αισθητήρων τοποθετημένων σε όλο το κτίριο.***

Η εύκολη ρύθμιση της θερμότητας γίνεται λόγω των ηλιακών συλλεκτών και παραθύρων που διαθέτει αλλά και λόγω του πάνελ με την οποία είναι καλυμμένη η οροφή του. Αυτό που διαφοροποιεί το κτίριο Edge έναντι άλλων τυπικών γραφείων είναι το γεγονός πως χρησιμοποιεί 70% λιγότερη ηλεκτρική ενέργεια ενώ παλαιότερα παρήγαγε περισσότερη ενέργεια από αυτήν που καταναλώνει.[13]

Το έξυπνο κτίριο Edge χρησιμοποιεί ολοκληρωμένη διαχείριση εγκαταστάσεων, ενεργειακές λύσεις, IT υποδομές, ηλεκτρικό σύστημα διανομής συσκευές ελέγχου και το EcoStructure Power Monitoring Expert Software. Οι εφαρμογές, η ανάλυση των δεδομένων και οι υπηρεσίες υποστηρίζονται από το EcoStruxure™ Power Monitoring Expert (γνωστό ως Power Monitoring Expert).

Το μοναδικό IP backbone είναι ένα EcoStructure σύστημα διαχείρισης κτιρίου (BMS) και καθιστά την πρόσβαση σε πραγματικό χρόνο σε σημαντικά δεδομένα του κτιρίου, διασφαλίζοντας την απαιτούμενη λειτουργία του. Ταυτόχρονα, ο έλεγχος επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας το EcoStruxure™ Building (γνωστό ως StruxureWare Building Operation) το οποίο παρέχει μία ανοιχτή διαλειτουργική λύση, επιτρέποντας στους διαχειριστές του κτιρίου την καταγραφή, την μέτρηση και τον έλεγχο των δεδομένων, ενώ τα IT συστήματα διασφαλίζουν την υπευθυνότητα, την άνεση και την ευχαρίστηση των υπαλλήλων. [14]

### ***2.4 THE LEADENHALL BUILDING, ΛΟΝΔΙΝΟ-ΑΓΓΛΙΑ***

Το κτίριο περιλαμβάνει γραφεία, εστιατόριο και μπαρ έχει κατασκευαστεί με σκοπό την καλύτερη ενεργειακή απόδοση και για αυτό το λόγο καλύπτεται με ένα τριπλό στρώμα από γυαλί με ρολά, των οποίων οι κινήσεις ανταποκρίνονται στη

θερμοκρασία και την κατεύθυνση του ήλιου, διατηρώντας τον χώρο γραφείου άνετα δροσερό όλη την εργάσιμη ημέρα.

Επιπλέον, διαθέτει 293 μετρητές παρακολούθησης της ενέργειας, σύστημα χαμηλής ροής νερού, έξυπνους ανελκυστήρες και εξωτερικούς υαλοπίνακες με σύστημα εξαερισμού κάθε επτά ορόφους για την αποδοτικότερη χρήση του αέρα, μειώνοντας έτσι το ακριβό κόστος του AC.



#### ***2.4.a. Το εντυπωσιακό κτίριο, νότια του Λονδίνου θεωρείται από τα εντυπωσιακότερα κτίρια στον κόσμο.***

Ο εξωτερικός υαλοπίνακας ενσωματώνει οπές κάθε εβδομο όροφο, επιτρέποντας στον αέρα να ρέει ελεύθερα γύρω από την κοιλότητα. Αυτό ελαχιστοποιεί την ανάγκη για τεχνητή ψύξη - τυπικά η υψηλότερη μοναδική πηγή ενέργειας σε ένα κτίριο γραφείων.

Επιπλέον, η κατασκευαστική διαδικασία που έχει ενσωματωμένη, κόβει τα απόβλητα σχεδόν στο μηδέν με το σχεδιασμό και την κατασκευή των περισσότερων εξαρτημάτων εκτός του χώρου, έχουν δημιουργηθεί συστήματα που εξασφαλίζουν την αποτελεσματική διαχείριση των πόρων σε συνεχή βάση. Αυτά περιλαμβάνουν σχεδόν 300 μετρητές ενέργειας εγκατεστημένους σε όλο το κτίριο για να παρακολουθούν τη χρήση, μαζί με εξαρτήματα και εξαρτήματα νερού χαμηλής ροής.[15]

#### ***2.5 INTEL'S SMART BUILDING, BANGALORE-INDIA***

Το 2016 η Intel δημιούργησε το πρώτο της smart Building στην πόλη Bangalore της Ινδίας. Πρόκειται για κτίριο στο οποίο στεγάζονται γραφεία και έχουν εγκατασταθεί 9000 αισθητήρες στοχεύοντας στην μείωση των πόρων(ενέργειας, νερού), στην βελτίωση της αποδοτικότητας αλλά και την άνεση των εργαζομένων.



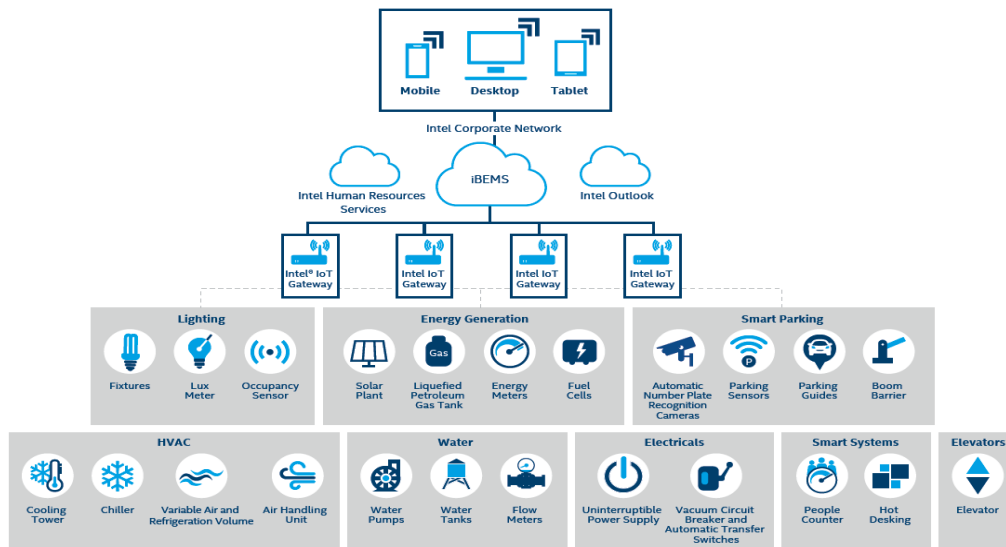
**2.5.α Το κτίριο της Intel στην Ινδία: Προσφέρει ιδιαίτερη άνεση λόγω των αισθητήρων που είναι εγκατεστημένοι.**

Συγκεκριμένα μέσω εφαρμογών IoT επιτεύχθηκε η εξοικονόμηση νερού και ενέργειας. Οι αίθουσες συνεδριάσεων του κτιρίου, δεσμεύουν το 18% του συνολικού χώρου, είναι εξοπλισμένες με συστήματα HVAC καθώς και συστήματα φωτισμού τα οποία συμβάλλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας. Εκτιμάται ότι οι αποταμιεύσεις ανέλκονται στα σε 645.000 δολάρια ετησίως με περίοδο αποπληρωμής επένδυσης μικρότερη των τεσσάρων ετών.

Ένα άλλο πλεονέκτημα των εφαρμογών ήταν η αύξηση και η αποτελεσματικότητα του χώρου εργασίας. Χρησιμοποιώντας την mobile cubicle booking εφαρμογή, οι εργαζόμενοι είναι σε θέση να γνωρίζουν την διαθεσιμότητα των θαλάμων εργασίας και μπορούν να κλείσουν εύκολα το μέρος εργασίας τους στο γραφείο, ενώ ταυτόχρονα μπορούσαν να προγραμματίσουν την διάταξη των καθισμάτων τους με την χρήση ενός κουμπιού. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της χωρητικότητας των εργαζομένων κατά 30% δεδομένου ότι ο κάθε εργαζόμενος είχε μόνιμο θάλαμο εργασίας.

Παρατηρήθηκε η αύξηση αποδοτικότητας των εργαζομένων. Μέσω του ελέγχου της θερμοκρασίας στο χώρο εργασίας σημειώθηκε αύξηση της παραγωγικότητας κατά 83%.

Τέλος, για την επίτευξη όλων των παραπάνω η Intel την δικιά της IoT reference architecture η οποία απλοποίησε την διαδικασία συλλογής και ανάλυσης δεδομένων από τα ποικίλα συστήματα του κτιρίου. Παρακάτω παρουσιάζεται η αρχιτεκτονική που χρησιμοποιήθηκε.



### 2.5.β IoT αρχιτεκτονική για έξυπνα κτίρια.

Οι IoT gateways λειτουργούν ως «κεντρικό νευρικό σύστημα» του κτιρίου και είναι συνδεδεμένα με ποικίλους αισθητήρες οι οποίοι καταγράφουν τα συστήματα του κτιρίου και διασφαλίζουν την αδιάκοπη ροή δεδομένων. Ουσιαστικά η διαλειτουργικότητα του συστήματος υποστηρίζεται εξολοκλήρου από τα IoT gateways. Έχουν ενσωματωμένο λογισμικό ασφάλειας όπως το McAfee Embedded Control, παρέχοντας προστασία σε όλο το δίκτυο, το σύστημα του κτιρίου και τα δεδομένα. Το smart building της Intel έχει κατά προσέγγιση 5.000 κανόνες ανάμεσα στα gateways και σε δύο backend, redundant servers. Μόλις τα δεδομένα αξιολογηθούν στο gateway, το κομμάτι που απαιτεί παραπάνω επεξεργασία μεταφέρεται στο cloud με JSON format μέσω του MQTT πρωτόκολλου επικοινωνίας. Καθημερινά, παράγονται κατά προσέγγιση 50GB δεδομένων και διανέμονται σε 60 IoT gateways. Περίπου το 40% των δεδομένων των αισθητήρων αναλύονται στο cloud όπου εκεί, υπάρχει εγκατεστημένος μηχανισμός αντιγράφων ασφαλείας και αρχειοθέτησης για εκκαθάριση ακατέργαστων δεδομένων. [16]

### 2.6 SMART HOTEL CROWN PLAZA COPENHAGEN TOWERS-ΔΑΝΙΑ

Το ξενοδοχείο Crown Plaza Copenhagen βρίσκεται στο νότιο τμήμα του Orestad, στην περιοχή της Κοπεγχάγης. Είναι το πρώτο ξενοδοχείο της Δανίας στο οποίο υπογράφηκε το United Nations Global Compact δεσμευόμενο να ακολουθήσει βιώσιμες πολιτικές σχετικά με την αειφορία. Μέσω των δεσμεύσεων του κατάφερε να είναι το πρώτο ξενοδοχείο που ικανοποιεί όλες τις ενεργειακές του ανάγκες με την χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας καθώς και να έχει μηδενικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. [17]

Ειδικότερα, σημειώθηκε 77% χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας από τα συμβατικά ξενοδοχεία. Χρησιμοποιείται heating and cooling system, ενώ το advanced ATES system καλύπτει το 60% της ενεργειακής ανάγκης του κτιρίου.

Το ATES system συμβάλει στην εξοικονόμηση ενέργειας καθώς το κρύο νερό που βρίσκεται υπογείως κυκλοφορεί μέσω ενός exchanger και κρύνει το νερό στο σύστημα κλιματισμού του ξενοδοχείου. Ταυτόχρονα το υπόγειο νερό θερμαίνεται, αποθηκεύεται και χρησιμοποιείται το χειμώνα για θέρμανση.



Ένα ακόμη ενεργειακό πλεονέκτημα του κτιρίου είναι ο εξαερισμός και οι αντλίες κλιματισμού οι οποίες είναι εξοπλισμένες με μετατροπείς συχνότητας σκοπεύοντας στην ομαλή μετατροπή απαιτήσεων ροής.[18]



### *2.6.a Οι πύργοι στο Smart Hotel Crown Plaza της Κοπεγχάγης.*

### *2.7 BSC COMPUTER GmbH HEADQUARTERS-ΓΕΡΜΑΝΙΑ*

Πρόκειται για μία εταιρεία στην Γερμανία η οποία αυτοματοποίησε πλήρως τα γραφεία της στο Allendorf, εξασφαλίζοντας την αποδοτικότητα του κτιρίου .Η αυτοματοποίηση των λειτουργιών του κτιρίου επιτεύχθηκε με την χρήση window handles βασισμένα στο σύστημα EnOcean wireless. Ταυτόχρονα η εταιρεία με την χρήση του λογισμικού BSC Bose οπτικοποιεί την κατάσταση των αισθητήρων του κτιρίου με ένα πάνελ αφής σε κάθε χώρο εργασίας.

Μέσω του BSC Bose, οι εργαζόμενοι είναι σε θέση να ελέγχουν και άλλες λειτουργίες του κτιρίου και συσκευές, όπως για παράδειγμα τον φωτισμό, την μηχανή του καφέ, το φωτοτυπικό μηχάνημα, ακόμα και τον συναγερμό. Η προκείμενη αυτοματοποίηση μπορεί εύκολα να πραγματοποιηθεί μέσα από το κινητό τηλέφωνο κάθε εργαζομένου, καθώς το BoseMobile είναι μία client εφαρμογή που επιτρέπει τον κάθε εργαζόμενο να ελέγχει την οποιαδήποτε λειτουργία μέσω του κινητού του.

Από την στιγμή που ο κεντρικός PC controller συνδέεται στο διαδίκτυο, τότε όλες οι λειτουργίες του κτιρίου ελέγχονται εξ αποστάσεως. Η πλήρης αυτοματοποίηση διαφόρων διαδικασιών σε συνδυασμό με τις αντλίες θερμότητας μείωσαν το κόστος της ενέργειας κατά 80%, ενώ υπολογίζεται ότι η επένδυση με κόστος 35.000€ θα έχει χρόνο αποπληρωμής περίπου 4 χρόνια. [19]





### 3.SWOT ΑΝΑΛΥΣΗ

<p style="text-align: right;"><b>S</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Εξοικονόμηση Ενέργειας.</li><li>✓ Μείωση Κόστους.</li><li>✓ Αυξημένη απόδοση εργαζομένων.</li><li>✓ Αποδοτικότητα - Βελτιστοποίηση ενεργειακής απόδοσης κτιρίου.</li></ul>	<p style="text-align: right;"><b>W</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Λανθασμένη διάγνωση και βλάβη.</li><li>✓ Υψηλό κόστος εγκατάστασης και συντήρησης εξοπλισμού.</li><li>✓ Δυσκολία εύρεσης εξειδικευμένου προσωπικού.</li><li>✓ Ανάγκη διαρκούς update των συστημάτων σύμφωνα με τις νέες τεχνολογικές εξελίξεις.</li></ul>
<p style="text-align: right;"><b>O</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Τεχνολογική Καινοτομία.</li><li>✓ Εκσυγχρονισμός του τομέα των κατασκευών.</li><li>✓ Βιομηχανοποίηση της ενεργειακής ανακαίνισης.</li></ul>	<p style="text-align: right;"><b>T</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Απειλές στον κυβερνοχώρο.</li><li>✓ Μείωση χρηματοδότησης από την ΕΕ από το 2020.</li><li>✓ Έλλειψη τεχνολογικής υποστήριξης.</li><li>✓ Προστασία προσωπικών δεδομένων σε κίνδυνο.</li></ul>



#### 4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Όσον αναφορά την Ευρώπη, έχουν γίνει τα πρώτα βήματα στον εκσυγχρονισμό των υποδομών των κτιρίων στοχεύοντας στην μεγαλύτερη αποδοτικότητα τους, έχοντας ταυτόχρονα ως απώτερο σκοπό την αειφορία και την μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.

Οι νέοι τρόποι διαχείρισης αλλά και παραγωγής της ενέργειας συμβάλλουν στην απόδοση των κτιρίων, την εξοικονόμηση πόρων, ενέργειας αλλά και την προστασία του περιβάλλοντος.

Ωστόσο στην Ευρωπαϊκή Ένωση(εφεξής ΕΕ) λόγω νομοθεσίας και έλλειψη χρηματοδότησης η ανάπτυξη των smart buildings παρατηρείται με αργούς ρυθμούς. Συγκεκριμένα, παρατηρείται ότι η σύγχρονη προσέγγιση της νομοθεσίας της ΕΕ εστιάζει κυρίως στην ανάπτυξη των smart meters, και λιγότερο στην υποστήριξη κατασκευής των Smart Buildings.[20]

Παρόλα αυτά, έχει μεγάλη σημασία να αντιληφθούμε ότι η αναβάθμιση των κτιρίων και η είσοδος των τεχνολογικών καινοτομιών στη ζωή μας δεν αποσκοπεί μόνο στα συμφέροντα της ΕΕ, αλλά αντιθέτως θα διασφάλιση μία πιο αποδοτική ζωή σε όλους τους κατοίκους, παρέχοντας εξοικονόμηση χρημάτων, ενέργειας, καλύτερες συνθήκες εργασίας και κυρίως νέες θέσεις απασχόλησής κατευνάζοντας έτσι το πρόβλημα της ανεργίας που επικρατεί.

Ένας τρόπος για περαιτέρω αναβάθμιση των κτιρίων αποτελεί η συνάντηση με τις προσδοκίες των επισκεπτών, προσφέροντας νέες εμπειρίες - Καθώς οι καταναλωτές αγκαλιάζουν όλο και περισσότερο έναν συνδεδεμένο τρόπο ζωής, θα υπάρξει ζήτηση για πιο απρόσκοπτα περιβάλλοντα κτιρίων που προσφέρουν εξατομικευμένες εμπειρίες με βάση τις προτιμήσεις των επισκεπτών. Τα παραδείγματα περιλαμβάνουν το να επιτρέπεται στους ενοικιαστές κτιρίων γραφείων να προσαρμόζουν εύκολα τις ρυθμίσεις θερμοκρασίας σε μια συγκεκριμένη περιοχή μέσω εφαρμογής υποστήριξης, να εντοπίζουν γρήγορα μια διαθέσιμη αίθουσα συνεδριάσεων ή να γνωρίζουν πόσο καιρό είναι η ουρά καφέ πριν φτάσουν.

Η επίτευξη της αυτονομίας με τις αναδυόμενες τεχνολογίες μπορεί να επιτευχθεί με τη μηχανική μάθηση και τη συνδεσιμότητα 5G οι οποίες θα συνεργαστούν για να καταστήσουν τη διαχείριση κτιρίων, ένα πιο αυτόνομο έργο.

Η εκμάθηση μηχανών ενεργοποιεί τα συστήματα των κτιρίων με σκοπό να συλλέγουν, να επεξεργάζονται και να χρησιμοποιούν τις πληροφορίες για να παρέχουν πραγματική γνώση σε πραγματικό χρόνο για τους διαχειριστές κτιρίων να λαμβάνουν γρήγορες αποφάσεις σχετικά με τη συντήρηση και τις συνολικές λειτουργίες.

Η 5G συνδεσιμότητα επιτρέπει την πιο προηγμένη ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ των έξυπνων κτιρίων που θα μεγιστοποιήσει τη βιωσιμότητα για τα κτίρια του μέλλοντος.



## 5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Gidon Ben- Zvi, 2016, Big Data, retrieved from <http://sqream.com/big-dataand-internet-of-things-combine-to-produce-smart-buildings/>
2. Jordan Britchford, 2018, What is smart Building? , retrieved from <https://www.irisys.net/blogs/smart-buildings/what-is-a-smart-building>
3. Allied Telesis, no date, Why build smart? , retrieved from <https://www.alliedtelesis.com/solutions/application-solutions/smart-buildings>
4. Arie Barendrecht, 2017, The Future Is Now: Five Smart Building Features Transforming Today's Workplace, retrieved from <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2017/08/31/the-future-is-now-five-smart-building-features-transforming-todays-workplace/#5beaa79f2235>
5. Wikipedia, 2018, Ασύρματο δίκτυο αισθητήρων, retrieved from [https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%83%CF%8D%CF%81%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%BF\\_%CE%B4%CE%AF%CE%BA%CF%84%CF%85%CE%BF\\_%CE%B1%CE%B9%CF%83%CE%B8%CE%B7%CF%84%CE%AE%CF%81%CF%89%CE%BD](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%83%CF%8D%CF%81%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%BF_%CE%B4%CE%AF%CE%BA%CF%84%CF%85%CE%BF_%CE%B1%CE%B9%CF%83%CE%B8%CE%B7%CF%84%CE%AE%CF%81%CF%89%CE%BD)
6. National Instruments, 2016 What Is a Wireless Sensor Network? retrieved from <http://www.ni.com/white-paper/7142/en/>
7. Nitamar Roth, 2016, Sensors Online, retrieved from <https://www.sensorsmag.com/components/smart-sensors-are-driving-smart-buildings>
8. Communication in Smart Water Networks, Dr Andreas Hauser, Chair Nicolas Foret, Schneider, Jonathan Coome, Syrinix Quintilia Lopez, Indra Elkin Hernandez, Salil M Kharkar, Amin Rasekh, Michal Koenig, Remy Marcotorchino, Nicolas Damour, 2016, retrieved from [https://www.swan-forum.com/wp-content/uploads/sites/218/2016/06/SWAN-White-Paper\\_Communication-Protocols.pdf](https://www.swan-forum.com/wp-content/uploads/sites/218/2016/06/SWAN-White-Paper_Communication-Protocols.pdf)
9. Wikipedia, 2018, Smart lighting, retrieved from [https://en.wikipedia.org/wiki/Smart\\_lighting](https://en.wikipedia.org/wiki/Smart_lighting)
10. Dr. Abtar Singh, 2011, WHAT YOU SHOULD KNOW ABOUT PROTOCOLS, retrieved from WHILE SELECTING A BUILDING MANAGEMENT SYSTEM (BMS)? retrieved from <http://singh360.com/bms-protocols/>
11. Solar technology AG, no date, retrieved from <https://www.sma.de/en/partners/sma-solar-academy.html>



12. Nils Ehrenberg, 2017, Heading for Urban Energy Internets, retrieved from <https://www.siemens.com/innovation/en/home/pictures-of-thefuture/infrastructure-and-finance/smart-cities-smart-buildings.html>

13. Breeam, 2016, The Edge, Amsterdam, retrieved from <http://www.breeam.com/case-studies/offices/the-edge-amsterdam/>

14. The Edge, Amsterdam, no date retrieved from <https://www.schneider-electric.com/en/work/campaign/life-is-on/case-study/the-edge.jsp>

15. The Leadenhall Building, no date, Sustainable Operation, retrieved from <https://www.theleadenhallbuilding.com/architecture/sustainability/>

16. Srinivasa Khandavilli, 2017, Intel Creates Smart Building Using IoT, retrieved from <https://www.intel.com/content/www/us/en/smart-buildings/smart-building-using-iot-case-study.html>

17. Wikipedia, 2018, retrieved from [https://en.wikipedia.org/wiki/Crowne\\_Plaza\\_Copenhagen\\_Towers](https://en.wikipedia.org/wiki/Crowne_Plaza_Copenhagen_Towers)

18. Maarten De Groote, Jonathan Volt, Frances Bean, 2017, IS EUROPE READY FOR THE SMART BUILDINGS REVOLUTION? , retrieved from [http://bpie.eu/wp-content/uploads/2017/02/STATUS-REPORT-Is-Europe-ready\\_FINAL\\_LR.pdf](http://bpie.eu/wp-content/uploads/2017/02/STATUS-REPORT-Is-Europe-ready_FINAL_LR.pdf)

19. Cleanleap, no date , retrieved from <http://cleanleap.com/ict-solutions-action/smart-buildings-case-studies>

20. Vincent Bonneau & Tiana Ramahandry, IDATE and Laurent Probst, Bertrand Pedersen & Lauriane Dakkak-Arnoux PwC, October 2017, Digital Transformation Monitor Smart Building: Energy efficiency application, retrieved from [https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/dem/monitor/sites/default/files/DTM\\_Smart%20building%20-%20energy%20efficiency%20v1.pdf](https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/dem/monitor/sites/default/files/DTM_Smart%20building%20-%20energy%20efficiency%20v1.pdf)

#### ΕΠΙΠΛΑΕΟΝ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

A.H. Buckman, M. Mayfield, Stephen B.M. Beck, 2014, What is smart building? , Smart and Sustainable Built Environment, Vol. 3 Iss 2 pp. 92 – 109, retrieved from [http://e-futures.group.shef.ac.uk/publications/pdf/256\\_SASBE-01-2014-0003.pdf](http://e-futures.group.shef.ac.uk/publications/pdf/256_SASBE-01-2014-0003.pdf).

Wikipedia, 2016, Building Automation, retrieved from [https://en.wikipedia.org/wiki/Building\\_automation](https://en.wikipedia.org/wiki/Building_automation)

Intel, no date, Smart Buildings with Internet of Things Technologies, retrieved from <http://www.intel.com/content/www/us/en/internet-of-things/smartbuildings>