



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΘΕΜΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

“ΕΞΥΠΝΑ ΚΤΙΡΙΑ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗΣ ΤΟΥΣ”



ΟΝΟΜΑΤΑ ΦΟΙΤΗΤΩΝ:

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΣΠΗΛΙΟΠΟΥΛΟΣ, 41870

ΙΩΑΝΝΗΣ ΣΚΑΝΤΖΗΣ, 42836

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

ΧΡΗΣΤΟΣ ΔΡΟΣΟΣ

ΑΙΓΑΛΕΩ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2018

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Κωνσταντίνος Σπηλιόπουλος, του Παναγιώτη, με αριθμό μητρώου 41870 φοιτητής του Τμήματος Μηχανικών Βιομηχανικής Σχεδίασης Και Παραγωγής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, πριν αναλάβω την εκπόνηση της Πτυχιακής Εργασίας μου, δηλώνω ότι ενημερώθηκα για τα παρακάτω:

«Η Πτυχιακή Εργασία (Π.Ε) αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο του συγγραφέα, όσο και του Ιδρύματος και θα πρέπει να έχει μοναδικό χαρακτήρα και πρωτότυπο περιεχόμενο.

Απαγορεύεται αυστηρά οποιοδήποτε κομμάτι κειμένου της να εμφανίζεται αυτούσιο ή μεταφρασμένο από κάποια άλλη δημοσιευμένη πηγή. Κάθε τέτοια πράξη αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και εγείρει θέμα Ηθικής Τάξης για τα πνευματικά δικαιώματα του άλλου συγγραφέα. Αποκλειστικός υπεύθυνος είναι ο συγγραφέας της Π.Ε, ο οποίος φέρει και την ευθύνη των συνεπειών, ποινικών και άλλων, αυτής της πράξης.

Πέραν των όποιων ποινικών ευθυνών του συγγραφέα, σε περίπτωση που το Ίδρυμα του έχει απονείμει Πτυχίο, αυτό ανακαλείται με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος. Η Συνέλευση του Τμήματος με νέα απόφασή της, μετά από αίτηση του ενδιαφερόμενου, του αναθέτει εκ νέου την εκπόνηση Π.Ε με άλλο θέμα και διαφορετικό επιβλέποντα καθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Π.Ε πρέπει να ολοκληρώσει εντός τουλάχιστον ενός ημερολογιακού βμήνου από την ημερομηνία ανάθεσής της. Κατά τα λοιπά εφαρμόζονται τα προβλεπόμενα στο άρθρο 18. παρ.5 του ισχύοντος Εσωτερικού Κανονισμού».

Ο Δηλών

Κωνσταντίνος Σπηλιόπουλος

Ημερομηνία

17/12/2018



ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Γιάννης Σκαντζής, του Νικολάου , με αριθμό μητρώου 42836 φοιτητής του Τμήματος Μηχανικών Βιομηχανικής Σχεδίασης Και Παραγωγής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, πριν αναλάβω την εκπόνηση της Πτυχιακής Εργασίας μου, δηλώνω ότι ενημερώθηκα για τα παρακάτω:


«Η Πτυχιακή Εργασία (Π.Ε) αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο του συγγραφέα, όσο και του Ιδρύματος και θα πρέπει να έχει μοναδικό χαρακτήρα και πρωτότυπο περιεχόμενο.

Απαγορεύεται αυστηρά οποιοδήποτε κομμάτι κειμένου της να εμφανίζεται αυτούσιο ή μεταφρασμένο από κάποια άλλη δημοσιευμένη πηγή. Κάθε τέτοια πράξη αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και εγείρει θέμα Ηθικής Τάξης για τα πνευματικά δικαιώματα του άλλου συγγραφέα. Αποκλειστικός υπεύθυνος είναι ο συγγραφέας της Π.Ε, ο οποίος φέρει και την ευθύνη των συνεπειών, ποινικών και άλλων, αυτής της πράξης.

Πέραν των όποιων ποινικών ευθυνών του συγγραφέα, σε περίπτωση που το Ίδρυμα του έχει απονεμίσει Πτυχίο, αυτό ανακαλείται με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος. Η Συνέλευση του Τμήματος με νέα απόφασή της, μετά από αίτηση του ενδιαφερόμενου, του αναθέτει εκ νέου την εκπόνηση Π.Ε με άλλο θέμα και διαφορετικό επιβλέποντα καθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Π.Ε πρέπει να ολοκληρωθεί εντός τουλάχιστον ενός ημερολογιακού βμήνου από την ημερομηνία ανάθεσής της.

Ο Δηλών

Γιάννης Σκαντζής



Ημερομηνία

17/12/2018

Πίνακας Περιεχομένων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	6
ABSTRACT	7
1 ΚΕΦΑΛΑΙΟ – ΕΞΥΠΝΑ ΚΤΙΡΙΑ	8
1.1 Έξυπνα κτίρια.....	8
1.2 Οι ΤΠΕ ως συστατικό των έξυπνων κτιρίων.....	13
1.3 Σύστημα διαχείρισης κτιρίου (BMS)	13
2 ΚΕΦΑΛΑΙΟ - ΔΟΜΙΚΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΤΙΡΙΩΝ	20
2.1 Διαδίκτυο των πραγμάτων (Internet of Things - IoT).....	20
2.2 Cloud computing (υπολογιστικό νέφος).....	22
2.3 Μεγάλα δεδομένα (Big Data).....	23
2.4 Αισθητήρες (sensors).....	23
2.5 Grid και meters (δίκτυα και μετρητές).....	24
2.6 Πρότυπα συστημάτων αυτοματισμού και ελέγχου κτιρίων	25
2.7 Η διαδικτυακή πλατφόρμα Synco IC	27
3 ΚΕΦΑΛΑΙΟ - ΈΞΥΠΝΟ ΚΤΙΡΙΟ ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	29
3.1 Παθητικό κτίριο.....	29
3.2 Κτίρια και εξοικονόμηση ενέργειας.....	31
3.3 Έξυπνη πόλη.....	35
3.4 Περιπτώσεις έξυπνων πόλεων με έξυπνα κτίρια	47
3.4.1 Songdo IBD στην Νότια Κορέα.....	48
3.4.2 Βιέννη, Aspern	53
3.5 Περιπτώσεις έξυπνων πόλεων με έξυπνα κτίρια στην Ελλάδα.....	59
3.5.1 Αθήνα	62
3.5.2 Ηράκλειο Κρήτης	63
3.5.3 Τρίκαλα	66
3.5.4 Λάρισα.....	67

4	ΚΕΦΑΛΑΙΟ- ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	70
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ	74
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	81

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματεύεται το πρόβλημα της ορθής προτυποποίησης των έξυπνων κτιρίων, που συνιστούν σημαντικό δομικό στοιχείων των έξυπνων και βιώσιμων πόλεων. Σκοπό έχει να αναλύσει και να συγκρίνει τα διεθνή πρότυπα αναφορικά με τα κτίρια, αλλά και να προσδιορίσει εκείνα τα στοιχεία που θα πρέπει να προτυποποιηθούν, καθώς επηρεάζουν τους δείκτες επίδοσης των πόλεων. Αρχικά γίνεται βιβλιογραφική ανασκόπηση σε έννοιες όπως έξυπνα κτίρια/πράσινα κτίρια, βιώσιμη και έξυπνη πόλη, κ.α., σε τεχνολογίες / υπηρεσίες / συστήματα αυτοματισμού κ.α., ενώ παράλληλα αναφέρονται παραδείγματα καλών πρακτικών έξυπνων κτιρίων σε έξυπνες πόλεις διεθνώς αλλά και στην Ελλάδα, όπου οι αποδόσεις τους έχουν γίνει γνωστές. Συλλέχθηκαν στοιχεία μέσω βιβλιογραφικής έρευνας, από τα διεθνή και το υπό διαμόρφωση εθνικό πρότυπο έξυπνων πόλεων, με έμφαση στα κτίρια, από το ρόλο των κτιρίων στις έξυπνες και βιώσιμες πόλεις, επίσης από συνεντεύξεις και ερωτηματολόγιο με τους εμπλεκόμενους του κτιρίου. Τέλος συντάχθηκε πρόταση Ελληνικού προτύπου έξυπνης πόλης αναφορικά με τα κτίρια, σύμφωνα με ότι αναφέρθηκε στο θεωρητικό μέρος και τα αποτελέσματα των συνεντεύξεων.

ABSTRACT

This diploma thesis deals with the problem of proper modeling of smart buildings, which are important building blocks of smart and sustainable cities. It aims to analyze and compare international standards for buildings, but also to identify those elements that should be standardized as they affect urban performance indicators. Initially, a bibliographic review is made on concepts such as smart buildings / green buildings, sustainable and smart city, etc., in technologies / services / automation systems etc., while examples of good intelligent building practices are implemented in smart cities internationally, but also in Greece where their performances have become known. Data was gathered through bibliographic research, from international and national smart cities, with emphasis on buildings, from the role of buildings to smart and sustainable cities, also from interviews and questionnaires with the building's stakeholders. Finally, a proposal for a Greek intelligent city model regarding buildings was drawn up, as it was mentioned in the theoretical part and the results of the interviews.

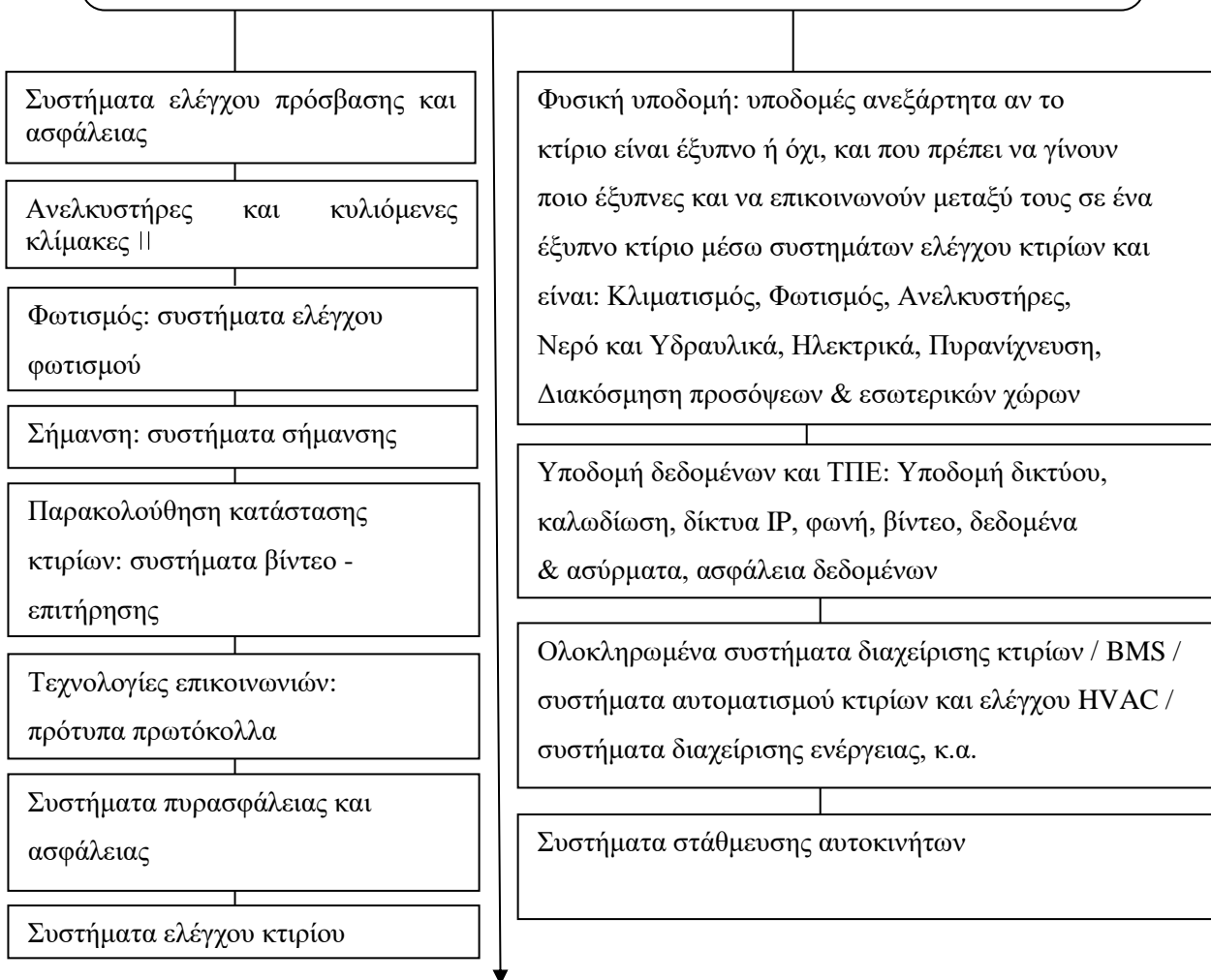
1 ΚΕΦΑΛΑΙΟ – ΕΞΥΠΝΑ ΚΤΙΡΙΑ

1.1 Έξυπνα κτίρια

Τα τελευταία χρόνια στον οικοδομικό κλάδο έχουν εισχωρήσει νέες τεχνολογίες και πρακτικές για να κάνουν τα κτίρια εξυπνότερα. Ένα έξυπνο κτίριο θα λέγαμε πως είναι η ενσωμάτωση των δομικών, τεχνολογικών και ενεργειακών συστημάτων (ITU, 2014).

Ένας επίσημος ορισμός που έχει δοθεί για τα έξυπνα κτίρια, τα ορίζει ως οποιαδήποτε δομή που χρησιμοποιεί αυτοματοποιημένες διαδικασίες για τον αυτόματο έλεγχο των λειτουργιών του κτιρίου, συμπεριλαμβανομένης της θέρμανσης, του εξαερισμού, του κλιματισμού, του φωτισμού, της ασφάλειας και άλλων συστημάτων. Ένα έξυπνο κτίριο χρησιμοποιεί αισθητήρες, ενεργοποιητές και μικροσίπ, προκειμένου να συλλέγει δεδομένα και να τα διαχειρίζεται σύμφωνα με τις λειτουργίες και υπηρεσίες που πρέπει να εκτελούνται εντός αυτού. Αυτή η υποδομή 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 και ελαχιστοποιεί τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των κτιρίων (Σχήμα 1) (ITU, 2014).

Ένα έξυπνο βιώσιμο κτίριο μπορεί να διαθέτει: όσο περισσότερα από αυτά τα χαρακτηριστικά διαθέτει τόσο εξυπνότερο είναι



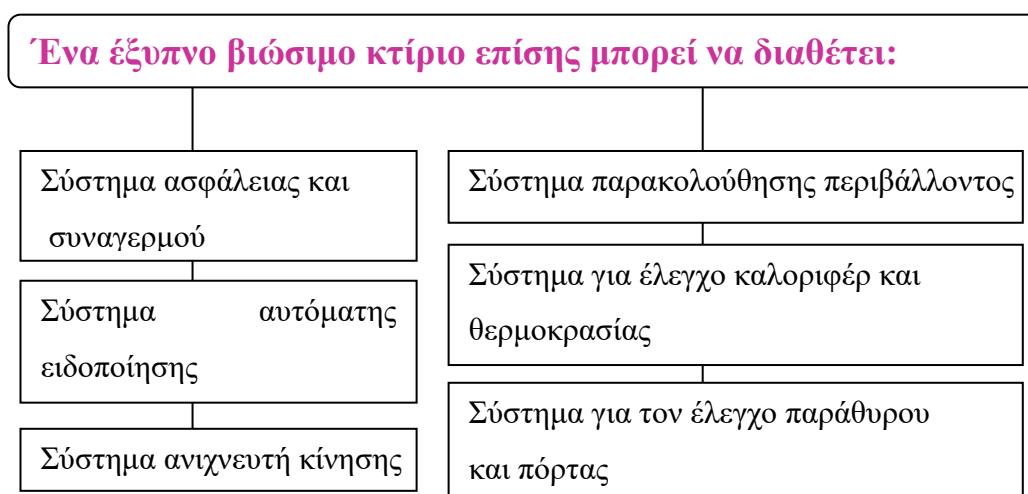
Ένα έξυπνο κτίριο μπορεί να έχει και τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

Ολοκληρωμένη φωνή, βίντεο και δεδομένα / Μέτρα ασφαλείας δεδομένων συμπεριλαμβανομένης της κρυπτογράφησης, της εισόδου και της ανίχνευσης εισβολών / Ποιότητα υπηρεσίας δεδομένων (QoS) / Διαχείριση εύρους ζώνης / Redundancy (για την αποτυχία), συμπεριλαμβανομένης της αδιάλειπτης παροχής ρεύματος / Διαχείριση ΤΠΕ

Σχήμα 1. Στοιχεία που μπορεί να διαθέτει ένα κτίριο για να χαρακτηριστεί «έξυπνο» (ITU, 2015)

Το μέλλον και η ανάπτυξη των έξυπνων κτιρίων βασίζεται στους εξής πυλώνες σύμφωνα με (ITU, 2014):

- σε «έξυπνα» αντικείμενα στα οποία θα είναι ενσωματωμένα ηλεκτρονικά chips ικανά να λαμβάνουν και να μεταδίδουν πληροφορίες (π.χ. αισθητήρες),
- στις συσκευές με τηλεχειρισμό,
- στις επικοινωνίες που ευνοούν τη μετάδοση πληροφοριών μεταξύ συσκευών και διαδραστικής και προσβάσιμης διεπαφής στους χρήστες έτσι ώστε να επιτρέπεται η εύκολη χρήση του δικτύου στα κτίρια (φιλικό προς το χρήστη),
- στα συστήματα διαχείρισης κτιρίου (BMS - Building Management Systems),
- σε διάφορα υποσυστήματα ή αλλιώς στα έξυπνα συστήματα ενεργειακής διαχείρισης για κτίρια (Σχήμα 2), τα οποία με την χρήση κατάλληλου λογισμικού, συστήματος BMS ή ενός τηλεχειριστηρίου κ.α., συνεργάζονται μεταξύ τους σαν ένα ενιαίο σύνολο.
- στην οικονομική αποδοτικότητα και στις επιπτώσεις στην εξοικονόμηση ενέργειας.



Σχήμα 1. Έξυπνα συστήματα ενεργειακής διαχείρισης κτιρίου (ITU, 2015)

Όμως στις μέρες μας δίνουν το παρόν και οι νέες τεχνολογίες πληροφορικής όπως: το Internet of Things ή Διαδίκτυο των πραγμάτων (**IoT**), το ηλεκτρικό δίκτυο (**Grid**), η χρήση **Cloud computing**, τα μεγάλα δεδομένα (**Big Data**), οι αισθητήρες (**sensors**) και οι μετρητές (**meters**) αναμένεται να καταστούν η καλύτερη λύση για την εξελισσόμενη αγορά έξυπνων κτιρίων, όσον αφορά την εξοικονόμηση κόστους, την αξία των επιχειρήσεων και τους πιο απαιτητικούς πελάτες (Delgado, 2014). Η

σύγκλιση των νέων τεχνολογιών, της συνδεσιμότητας και των εφαρμογών δημιουργεί οριστικά νέες επιχειρηματικές ευκαιρίες στον κατασκευαστικό τομέα και στον κλάδο των ΤΠΕ (Τεχνολογίες της Πληροφορίας και Επικοινωνιών) (Delgado, 2014). Επομένως η ιδέα του έξυπνου κτιρίου μας παρέχει και μια πλατφόρμα πληροφόρησης για να προσφέρει έναν πραγματικά έξυπνο κόσμο (Delgado, 2014).

Επίσης ένα κτίριο είναι έξυπνο, δηλαδή αυτοματοποιημένο, όταν διαθέτει έξυπνη ηλεκτρική εγκατάσταση η οποία φροντίζει ώστε οι λειτουργίες του κτιρίου όπως θέρμανση, ψύξη, αερισμός, έλεγχος σκίασης, φωτισμός κ.α. να ελέγχονται αυτόματα, εύκολα και απλά, χωρίς σπατάλες ενέργειας και χωρίς απώλειες ευκολιών χρήσης και άνεσης, και όπως αναφέρει ο Delgado (2014) το έξυπνο κτίριο είναι ένα αυτοματοποιημένο, έξυπνο, ολοκληρωμένο/ενοποιημένο και υψηλής απόδοσης κτίριο, με υψηλή απόδοση σε κάθε πτυχή της ζωής του.

Ορισμένα ενδεικτικά παραδείγματα: Έξυπνο είναι το κτίριο που φροντίζει, για την σωστή θερμοκρασία στο εσωτερικό του κτιρίου σταματώντας την θέρμανση στον χώρο όταν ανοίξει ένα παράθυρο ή όταν φύγει ο χρήστης του, επίσης είναι αυτό που χαμηλώνει την ένταση ή σβήνει τα φώτα όταν υπάρχει μεγάλη ηλιοφάνεια και μπαίνει φως από τα παράθυρα με αποτέλεσμα να εξοικονομείται πολύτιμη ενέργεια. Έξυπνο είναι το κτίριο το οποίο έχει θερμοκέλυφος και νέα συστήματα κουφωμάτων για λιγότερες απώλειες ενέργειας και έχει γενικά οικολογικό σχεδιασμό. Έξυπνο κτίριο ακόμα, θεωρείται αυτό που χρησιμοποιεί ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Καταλαβαίνουμε όμως πως η έννοια ενός έξυπνου κτιρίου μπορεί να φαίνεται σχήμα οξύμωρο, διότι η νοημοσύνη είναι κανονικά ενδεικτική ενός ανθρώπινου ή ζωικού γνωρίσματος (ITU, 2014). Μερικοί σπουδαίοι άνθρωποι, όπως ο Αϊνστάιν, έχουν περιγραφεί ως εξαιρετικά έξυπνοι ή νοήμονες και έτσι μπορεί να φαίνεται ότι η δημιουργία τέτοιων συσχετίσεων με άψυχα αντικείμενα όπως τα κτίρια είναι, με μία πρώτη ματιά, μια ακατάλληλη συσχέτιση (ITU, 2014). Η έννοια των έξυπνων κτιρίων υπάρχει εδώ και πολλά χρόνια και βασίστηκε στην ικανότητα των επιμέρους συστημάτων εντός των κτιρίων να επικοινωνούν, να ενσωματώνουν και να εκτελούν με τρόπο που να επιτρέπει σε πολυάριθμους και περίπλοκους ελέγχους να παράγουν μία πολύ βελτιωμένη ανταπόκριση σε πολλά είδη ερεθισμάτων (ITU, 2014). Επομένως, το επιχείρημα της νοημοσύνης μπορεί ευλόγως να συνδεθεί με την ικανότητα αυτών των κτιρίων να λειτουργούν με βελτιωμένο τρόπο αποφέροντας

πολλά οφέλη για τους ενοίκους, τους χειριστές και τους ιδιοκτήτες (ITU, 2014). Ορισμένοι θεωρούν τα τελικά οφέλη της νοημοσύνης ότι είναι η παροχή ενός αποδοτικότερου και αποτελεσματικότερου εργασιακού περιβάλλοντος για τους ενοίκους, άλλοι ορίζουν αυτήν την νοημοσύνη ως κάτι που παρέχει μεγαλύτερη οικονομία για τους χειριστές κτιρίων, ενώ άλλοι καταλήγουν στο ότι αυτοματοποιημένες απαντήσεις, ιδίως σε καταστάσεις ασφαλείας και έκτακτης ανάγκης, είναι ιδιαίτερης σημασίας (ITU, 2014). Η επένδυση και οι προσπάθειες για να γίνει ένα κτίριο έξυπνο τελικά αποτελούν μέρος μίας εκστρατείας μάρκετινγκ από τους ιδιοκτήτες και τους κατασκευαστές, π.χ. ο αρχιτέκτονας θα προσπαθήσει να το κάνει όσο το δυνατόν πιο ελκυστικό, οι μηχανικοί θα προσπαθήσουν να το κάνουν όσο το δυνατόν πιο άνετο και οι διακοσμητές θα φροντίσουν ιδιαίτερα ώστε η "μορφή" του εσωτερικού σχεδιασμού να κάνει τους ανθρώπους να θέλουν να βρίσκονται, να ζουν και να δουλεύουν σε αυτό το περιβάλλον (ITU, 2014).

Επομένως ένα έξυπνο κτίριο μπορεί να αφορά πολλά χαρακτηριστικά ξεκινώντας από τον αρχιτεκτονικό του σχεδιασμό, έως την πλήρη ενσωμάτωση αυτοματισμών και η ολοκλήρωσή τους σε BMS. Αναλόγως πόσα από αυτά τα χαρακτηριστικά στοιχεία έχει, τόσο "έξυπνο" είναι.



Σχήμα2. Εικονογράφιση ενός smart building (ITU, 2014)

1.2 Οι ΤΠΕ ως συστατικό των έξυπνων κτιρίων

Με τον όρο «Τεχνολογίες της Πληροφορίας και Επικοινωνιών» (ΤΠΕ- Information and communications technologies), χαρακτηρίζεται μεγάλο πλήθος τεχνολογιών, οι οποίες επιτρέπουν τη μετάδοση και την επεξεργασία ποικίλων μορφών αναπαράστασης της πληροφορίας όπως (ήχος, εικόνες, σύμβολα, βίντεο κλπ) και στα μέσα που είναι φορείς αυτών των μηνυμάτων (Κόμης, 2004). Οι ΤΠΕ αποτελούν ένα σύστημα πλήρως συνδεδεμένο με την τεχνολογία, της οποίας κύριος στόχος είναι η διευκόλυνση της επικοινωνίας και κατ' επέκταση η μετάδοση πληροφοριών (Κυρίδης et al., 2003). Οι ΤΠΕ αποτελούν μέρος ανάπτυξης μιας πόλης και επομένως κατέχουν πολύ σημαντικό ρόλο στη ζωή των πολιτών (Smart cities, 2007). Η χρήση τους αποτελεί βέλτιστη λύση για την καλύτερη διαχείριση της ενέργειας στα κτίρια, τις μεταφορές, τον φωτισμό του δρόμου κ.λπ., καθώς επίσης διευκολύνει στην ενσωμάτωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο ηλεκτρικό δίκτυο (Pervoli et al., 2014).

1.3 Σύστημα διαχείρισης κτιρίου (BMS)

Ο όρος (BMS - Building Management System δηλαδή σύστημα διαχείρισης κτιρίου) συχνά χρησιμοποιείται και ως BAS (Building Automation System -Σύστημα Αυτοματισμού Κτιρίων (Kučera & Pitner, 2018). Ακόμα μία ονομασία που συχνά χρησιμοποιείται είναι το (BEMS - Σύστημα Ενεργειακής Διαχείρισης Κτιρίου) με την διαφορά ότι στις πολύ πρώτες μέρες των συστημάτων διαχείρισης κτιρίων το σύστημα ονομάζονταν (BEMS), ωστόσο, καθώς εξελίχθηκε η τεχνολογία, μειώθηκε η ενέργεια «E». Επίσης ένας επιπλέον όρος είναι και το (IBMS ή iBMS - Intelligent Building Management Systems).

Πρακτικά ένα BMS είναι ένα υπολογιστικό σύστημα το οποίο προσπαθεί να «ελέγξει» μερικές ή όλες τις διαδικασίες που καταναλώνουν ενέργεια σε ένα κτίριο: συστήματα HVAC, συστήματα φωτισμού κ.α. (πίνακας 2.1) (Τσικαλάκης, 2018). Δηλαδή αποτελεί ένα ολοκληρωμένο ψηφιακό σύστημα ελέγχου που εγκαθίσταται στα κτίρια, για να ελέγχει και να παρακολουθεί τον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό του κτιρίου όπως συστήματα (HVAC), τον φωτισμό, τους ανελκυστήρες, τα συστήματα συναγερμού πυρκαγιάς, το σύστημα πρόσβασης, τον πίνακα ελέγχου, το

σύστημα πυρόσβεσης αλλά και τα σκίαστρα, την ποιότητα αέρα, τα ανοίγματα, κ.α. (πίνακας 1). Η εγκατάσταση ενός BMS συστήματος δεν αποτελεί μεμονωμένη παρέμβαση αλλά συμπληρωματική, σε συνδυασμό με άλλα μέτρα βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου (Δήμος Ηρακλείου, 2018). Παράλληλα, είναι δυνατή η παρακολούθηση και καταγραφή της ενεργειακής συμπεριφοράς των συστημάτων που είναι εγκατεστημένα στο κτίριο, καθώς και η δημιουργία αρχείου με στατιστικά στοιχεία (Δήμος Ηρακλείου, 2018). Το BMS συνήθως χρησιμοποιείται για μεγάλα κτίρια, όπως νοσοκομεία, εκθεσιακούς χώρους, δημόσια κτίρια, εκπαιδευτικά ιδρύματα κ.α. (Μαγκανιάρη, 2018).

Επίσης σύμφωνα με (ITU, 2015), ένα BMS μπορεί να παρακολουθεί και να ελέγχει τα εξής συστήματα: Σύστημα επεξεργασίας λυμάτων / Έλεγχος φωτισμού ψηφιακού δικτύου / Σύστημα παρακολούθησης και ελέγχου ισχύος / Μέτρηση συλλέκτη ηλιακής ενέργειας / Μέτρηση της γεννήτριας ισχύος αιολικής ενέργειας / Σύστημα παρακολούθησης του μετεωρολογικού σταθμού / Σύστημα πλυσίματος παραθύρων / Αποκατάσταση νερού. Τα σημερινά σύγχρονα έξυπνα κτίρια είναι εξοπλισμένα με μια ποικιλία αισθητήρων αλλά και ελεγχόμενων συσκευών όπως για παράδειγμα συστήματα θέρμανσης, ψύξης, αερισμού όπως (λέβητες, ψύκτες, αντλίες θερμότητας, κυκλοφορητές, κλιματιστικές μονάδες, ανεμιστήρες, αντλιοστάσια) και συστήματα ασφαλείας (τηλεοράσεις κλειστού κυκλώματος και ανιχνευτές κίνησης), οι οποίες συσκευές και συστήματα ενσωματώνονται στο σύστημα BMS, οπότε ελέγχονται και παρακολουθούνται από απόσταση μέσω αυτού (Kučera & Pitner, 2018).

Οι επιδιωκόμενοι στόχοι με την εγκατάσταση ενός BMS είναι: η βέλτιστη λειτουργία των εγκαταστάσεων, η δημιουργία ιδανικών συνθηκών διαβίωσης, οι ευεργετικές συνέπειες στο περιβάλλον, η μείωση σπατάλης ενέργειας και η μείωση κόστους λειτουργίας ενός κτιρίου (Μαγκανιάρη, 2018). Επιπροσθέτως, το σύστημα BMS είναι υπεύθυνο να διαχειρίζεται τη θερμοκρασία στο εσωτερικό περιβάλλον του κτιρίου, το επίπεδο διοξειδίου του άνθρακα και την υγρασία ενός κτιρίου. Επίσης, ελέγχει τη στάθμη ανθρώπινης παραγωγής CO₂, αναμειγνύοντας τον εξωτερικό καθαρό αέρα με τον εσωτερικό του κτιρίου και ανεβάζοντας τη στάθμη του CO₂ χωρίς να υπάρχουν σοβαρές απώλειες θέρμανσης και ψύξης (πίνακας 2.1). Όλοι οι έλεγχοι και οι χειρισμοί δεν θα μπορούσαν να πραγματοποιηθούν χωρίς τη συμβολή των αισθητήρων που είναι τοποθετημένοι σε όλο το κτίριο (Μαγκανιάρη, 2018).

Τα συστήματα που συνδέονται με ένα BMS αντιπροσωπεύουν συνήθως το 40% της κατανάλωσης ενέργειας ενός κτιρίου, σε περίπτωση που περιλαμβάνεται και ο φωτισμός, τότε το ποσοστό προσεγγίζεται σε 70% με αποτέλεσμα το BMS να θεωρείται κρίσιμος παράγοντας για τη διαχείριση της ζήτησης ενέργειας (πίνακας 1) (Wikipedia, 2018).

Οι έλεγχοι και οι χειρισμοί δεν θα μπορούσαν να πραγματοποιηθούν χωρίς τη συμβολή των αισθητήρων	ΤΟ BMS ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΕΙ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΕΙ ΤΑ ΠΑΡΑΚΑΤΩ: (και όχι μόνο)	ΔΙΑΧΕΙΡΙΖΕΤΑΙ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΕΙ: (και όχι μόνο)	Παρακολουθεί και καταγράφει την ενεργειακή συμπεριφορά των συστημάτων που είναι εγκατεστημένα στο κτίριο
	Συστήματα ασφαλείας	Την θερμοκρασία στο εσωτερικό περιβάλλον του κτιρίου	
	Συστήματα (HVAC)	Το επίπεδο διοξειδίου του άνθρακα	
	Φωτισμό	Την υγρασία κτιρίου	
	Ανελκυστήρες	Ελέγχει τη στάθμη ανθρώπινης παραγωγής CO2	
	Συστήματα συναγερμού πυρκαγιάς	Κτίρια με Building Management System - BMS, συνήθως παρουσιάζουν 40% εξοικονόμηση ενέργειας και εφόσον συμπεριληφθεί και ο φωτισμός η εξοικονόμηση μπορεί να αγγίξει και το 70%.	
	Σύστημα πρόσβασης		
	Πίνακα ελέγχου		
	Σύστημα πυρόσβεσης		
	Ποιότητα αέρα		
	Ανοίγματα		
	Σκίαστρα		
	Σύστημα επεξεργασίας λυμάτων		
	Έλεγχος φωτισμού ψηφιακού δικτύου		
	Σύστημα παρακολούθησης και ελέγχου ισχύος		
	Μέτρηση συλλέκτη ηλιακής ενέργειας		
Μέτρηση της γεννήτριας ισχύος αιολικής ενέργειας			
Σύστημα παρακολούθησης του μετεωρολογικού σταθμού			
Σύστημα πλυσίματος παραθύρων			
Αποκατάσταση νερού			
Το BMS αποτελείται από Software και Hardware και χρησιμοποιεί ανοιχτά πρωτόκολλα			

Πίνακας 1. Χαρακτηριστικά BMS

Αρχιτεκτονική του συστήματος BMS:

Ένα BMS αποτελείται από **λογισμικό** και **υλικό**. Το πρόγραμμα **λογισμικού**, μπορεί να είναι ιδιόκτητο, χρησιμοποιώντας πρωτόκολλα επικοινωνίας όπως BACnet, Profibus, Instabus, Canbus, Modbus (Wikipedia, 2018). Πρωτόκολλο επικοινωνίας είναι η ψηφιακή γλώσσα, με την οποία «μιλάνε» οι συσκευές του BMS μεταξύ τους. Σε ένα σύστημα BMS μπορεί να συνυπάρχουν περισσότερα από ένα πρωτόκολλα επικοινωνίας. Οι προμηθευτές μπορούν να παράγουν ένα BMS, ενσωματώνοντας τη χρήση πρωτοκόλλων επικοινωνίας αλλά και ανοικτών προτύπων όπως DeviceNet, SOAP, XML και LonWorks (Wikipedia, 2018). Όσο αφορά το **υλικό** ενός συστήματος BMS, αποτελείται από ένα σύνολο εξαρτημάτων και καλωδίων, δηλαδή αποτελείται από τους **ψηφιακούς ελεγκτές** όπως είναι οι κεντρικές μονάδες που υλοποιούν και εκτελούν σενάρια και εντολές λειτουργίας, τις **εισόδους** (μετρητές, αισθητήρια) όπως π.χ. θερμομέτρα νερού ή αέρα, μετρητές κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, αισθητήρια κλπ, τις **εξόδους** όπως ενεργοποίηση ρελέ, τρίοδες, βάνες κλπ και το **ειδικό λογισμικό σε Η/Υ** το οποίο επιτυγχάνει την εποπτεία του συστήματος και της εγκατάστασης ρυθμίζοντας όλες τις παραμέτρους επηρεασμού (ΚΑΠΕ, 2018).

Δομή ή σύνθεση ενός τυπικού συστήματος BMS:

- Κεντρικό σταθμό παρακολούθησης και ελέγχου (ΚΣΕ), που αποτελείται από Η/Υ με κατάλληλα προγράμματα, μέσω του οποίου γίνεται η παρακολούθηση και ο έλεγχος από τους χειριστές, και συνήθως έναν εκτυπωτή,
- Απομακρυσμένες Μονάδες Ελέγχου (ΑΠΕ), που εμπεριέχουν μικροϋπολογιστή και επιτηρούν τη λειτουργία της εγκατάστασης,
- Περιφερειακές Μονάδες ελέγχου (ΠΜΕ), οι οποίες είναι προγραμματιζόμενες και αποτελούν τη διασύνδεση των αισθητηρίων (field elements) με τον κεντρικό Σταθμό Ελέγχου,
- Πρωτόκολλα Επικοινωνίας για την επικοινωνία των ΚΣΕ, ΑΠΕ και ΠΜΕ,
- Αισθητήρια, κινητήρες, όργανα μετρήσεων, κ.τ.λ.

Κεντρικός σταθμός παρακολούθησης και ελέγχου: Είναι ο εγκέφαλος ενός συστήματος BMS. Περιέχει το λογισμικό, καθώς και τα δεδομένα που σχετίζονται με τις λειτουργίες της εγκατάστασης, και αποτελεί το βασικό μέσο επικοινωνίας του

χειριστή με το σύστημα αυτοματισμού όπου ο χειριστής επαναπρογραμματίζει τα συστήματα αυτοματισμού, όταν οι απαιτούμενες συνθήκες αλλάζουν. Υπάρχει δυνατότητα πλήρους οπτικοποίησης των ελεγχόμενων εγκαταστάσεων. Ένας εξουσιοδοτημένος χειριστής, ο οποίος έχει εκπαιδευτεί να χειρίζεται το εγκατεστημένο λογισμικό, είναι σε θέση να παίρνει πληροφορίες για την κατάσταση των συστημάτων αυτοματισμού του κτιρίου, ανά πάσα στιγμή. Σε συνεργασία με τους τεχνικούς που έχουν εγκαταστήσει το σύστημα BMS και είναι υπεύθυνοι για την επίβλεψη και συντήρηση του, μπορεί να γίνει αναπροσαρμογή των συνθηκών που επιθυμούμε να επιτύχουμε. Το λογισμικό παρακολούθησης μπορεί να εγκατασταθεί και να προγραμματίζεται, από οποιονδήποτε τοπικό ή απομακρυσμένο υπολογιστή (Μαγκανιάρη, 2018), ο οποίος έχει μεγάλη επεξεργαστική ισχύ, που συνήθως λειτουργεί σε περιβάλλον Windows ή Unix, και επικοινωνεί με κατάλληλη προσαρμοστική διάταξη με τις περιφερειακές μονάδες ελέγχου μέσω δικτύου Ethernet με πρωτόκολλο επικοινωνίας TCP/IP. Ουσιαστικά ο κεντρικός έλεγχος περιορίζεται από την αδυναμία επέκτασης του δικτύου, όπου οι περιορισμοί αυτοί αντιμετωπίζονται με περισσότερο αποκεντρωμένα συστήματα ελέγχου με τα παρακάτω χαρακτηριστικά: όπως ανάμειξη διαφορετικών τηλεπικοινωνιακών μέσων (ραδιοσυχνότητες, υπέρυθρες, οπτικές ίνες, ομοαξονικά καλώδια κ.α.), με αποδοτικότερη και πιο αξιόπιστη λειτουργία, ελεύθερη τοπολογία, λογισμικό φιλικό προς το χρήστη και διαθεσιμότητα εργαλείων ανάπτυξης, μονάδες διασύνδεσης όπως θύρες, γέφυρες, routers κ.α. (Τσικαλάκης, 2018).

Οι βασικές λειτουργίες του κεντρικού σταθμού παρακολούθησης και ελέγχου είναι:

- Γραφική απεικόνιση των συνθηκών της εγκατάστασης.
- Γραφική απεικόνιση των παραμέτρων λειτουργίας.
- Συλλογή και επεξεργασία των τιμών των επιλεγμένων παραμέτρων.
- Διαμόρφωση των επιθυμητών συνθηκών.
- Παρακολούθηση τιμών, που βρίσκονται εκτός προκαθορισμένων ορίων.
- Προγραμματισμός χρονικής λειτουργίας του εξοπλισμού σε καθορισμένα ωράρια.
- Έναρξη και παύση λειτουργίας του εξοπλισμού για επίτευξη των επιθυμητών συνθηκών.
- Αυτόματη ή χειροκίνητη λειτουργία των εντολών.
- Απομακρυσμένος έλεγχος μέσω modem, ISDN, PSTN, Internet.

Απομακρυσμένες μονάδες ελέγχου: Είναι συνδεδεμένες μεταξύ τους, καθώς και με την κεντρική μονάδα. Περιέχουν ενσωματωμένο μικροϋπολογιστή και εφεδρική ηλεκτρική παροχή λειτουργώντας έτσι ανεξάρτητα από την κεντρική μονάδα, και επιτηρούν συνεχώς τις λειτουργίες της εγκατάστασης.

Περιφερειακές μονάδες ελέγχου: Έχουν σχεδιαστεί για να παρακολουθούν τις εγκαταστάσεις μέσω τεχνολογίας άμεσου ψηφιακού ελέγχου (Direct Digital Control). Αποτελούν τη διασύνδεση μεταξύ αισθητηρίων και κεντρικής μονάδας ελέγχου. Υποστηρίζουν όλα τα αναγνωρισμένα διεθνώς ανοικτά πρωτόκολλα επικοινωνίας, και είναι ελεύθερα προγραμματιζόμενες. Ανάλογα με τη γλώσσα προγραμματισμού που υποστηρίζουν παρέχουν έναν μεγάλο, αρκετά ικανοποιητικό αριθμό εντολών, όπως αλγόριθμους PID, μαθηματικές και λογικές συναρτήσεις. Γεγονός που επιτρέπει την παρακολούθηση και τον έλεγχο ενός μεγάλου εύρους μηχανημάτων που βρίσκονται εγκατεστημένα στο κτίριο. Διαθέτουν λειτουργικό σύστημα πραγματικού χρόνου, το οποίο εκτελεί τον αυτοέλεγχο της μονάδας και διαχειρίζονται τα εισερχόμενα σήματα. Η επικοινωνία με το τοπικό δίκτυο γίνεται με θύρες τύπου RS485. Οι περιφερειακές μονάδες παρέχουν τη δυνατότητα αποθήκευσης στοιχείων στη μνήμη flash EEPROM. Επιπλέον έχουν buffer για την αποθήκευση συναγεργμών, καταγραφή ιστορικών δεδομένων, κ.τ.λ. Κάθε μονάδα έχει συγκεκριμένο αριθμό αναλογικών και ψηφιακών εισόδων/εξόδων καναλιών.

Πρωτόκολλα επικοινωνίας συστημάτων BMS είναι τα εξής:

- Το BACnet, το οποίο είναι ένα ειδικά σχεδιασμένο πρωτόκολλο για τις ανάγκες επικοινωνίας και ελέγχου του εξοπλισμού κτιρίων,
- Το Profibus, το οποίο καθορίζει τα τεχνικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά ενός σειριακού fieldbus,
- Το Modbus, το οποίο είναι ένα πρωτόκολλο ανταλλαγής μηνυμάτων, που χρησιμοποιεί το μοντέλο επικοινωνίας master-slave/client-server,
- Το Canbus, το οποίο παρέχει γρήγορη μεταφορά δεδομένων, για μικρό μήκος διαύλων,
- Το Instabus, το οποίο είναι ένα συνεστραμμένο ζεύγος που τοποθετείται παράλληλα στο κεντρικό δίκτυο παροχής ηλεκτρικού ρεύματος.

Λόγω προόδου στους μικροϋπολογιστές και στις αυξανόμενες ανάγκες των τελικών χρηστών, εμφανίστηκε η ανάγκη για προχωρημένα συστήματα ελέγχου με κυριότερα χαρακτηριστικά: κατανεμημένη ευφυΐα χρησιμοποιώντας μικρό-ελεγκτές, λειτουργία σε πραγματικό χρόνο, μνήμη και λογισμικό σε επίπεδο τελικού χρήστη (Τσικαλάκης, 2018).

Αισθητήρες BMS (αισθητήρια, κινητήρες, όργανα μετρήσεως): Είναι τα μάτια και τα αυτιά του συστήματος. Οι αισθητήρες τοποθετούνται μετά από μελέτη, σε σημεία του κτιρίου, και μας δίνουν πληροφορίες σχετικά με τον έλεγχο που σκοπεύουμε να ασκήσουμε (Μαγκανιάρη, 2018). Στους αισθητήρες υπάγονται: **αισθητήρια θερμοκρασίας:** όπου οι μετρήσεις αφορούν τη θερμοκρασία αερίων ή υγρών που κυκλοφορούν στην ελεγχόμενη περιοχή, **αισθητήρια υγρασίας:** τα οποία μετρούν την σχετική υγρασία των ελεγχόμενων χώρων, **αισθητήρια διαφορικής πίεσης:** τα οποία καταγράφουν τη διαφορική πίεση μεταξύ δύο σημείων ενός αεραγωγού ή αγωγού ψυκτικού μέσου, **αισθητήρια πίεσης:** τα οποία μετρούν την στατική πίεση σε υγρά και αέρια μέσα, **αισθητήρια συγκέντρωσης CO₂:** τα οποία καταγράφουν την ποιότητα του αέρα στις ελεγχόμενες περιοχές, **αισθητήρια φωτεινότητας:** τα οποία καταγράφουν μετρήσεις που είναι απαραίτητες για τις εφαρμογές ελέγχου φωτισμού, **αισθητήρια παρουσίας:** που ανιχνεύουν την παρουσία συνήθως με τεχνολογία

υπέρυθρης ακτινοβολίας, **ρυθμιστικές βάνες και σερβοκινητήρες:** που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο και τη ρύθμιση του βαθμού αναμείξεως ή παροχής ενός υγρού, **διαφράγματα αέρα (Dampers):** τα οποία χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της παροχής αέρα σε αεραγωγούς, **ρυθμιστές έντασης φωτίου (Dimmers):** που χρησιμοποιούνται για τη ρύθμιση της φωτεινής ισχύος σε γραμμές ή αυτόνομες μονάδες φωτισμού και τα **όργανα μετρήσεων** (ενεργής και άνεργης ισχύος, τάσης, κυβικών υγρών, κ.τ.λ.). Γενικά όλα τα εξαρτήματα μας δίνουν μια πλήρη εικόνα για την ενεργειακή κατάσταση του κτιρίου και είναι προφανές ότι οι αισθητήρες ελέγχουν την κατάσταση των συνθηκών που επικρατούν στο κτίριο και δίνουν εντολή στον ελεγκτή του συστήματος να προβεί στις αντίστοιχες ενέργειες βελτιστοποίησης των συνθηκών (Μαγκανιάρη, 2018).

2 ΚΕΦΑΛΑΙΟ - ΔΟΜΙΚΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

2.1 Διαδίκτυο των πραγμάτων (Internet of Things - IoT)

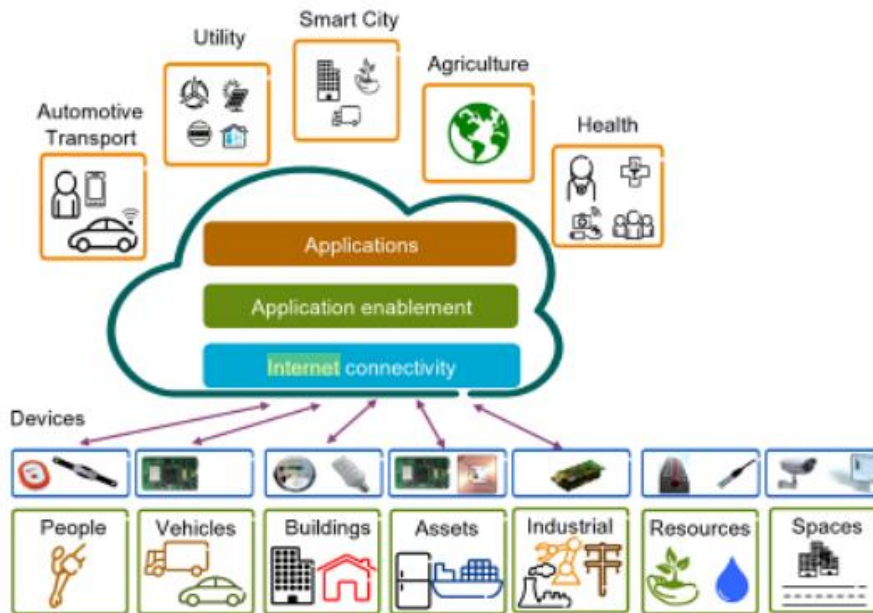
Το «Διαδίκτυο των πραγμάτων» ή όπως είναι ευρύτερα γνωστό ως Internet of Things (IoT) αποτελεί ένα δίκτυο επικοινωνίας διαφόρων είδη συσκευών, μάλιστα θα λέγαμε σε μία ευρεία ποικιλία συσκευών εντελώς διαφορετικών μεταξύ τους, όπως για παράδειγμα αισθητήρων, λογισμικών (ITU, 2014), οικιακών συσκευών, κλιματιστικών, φώτα, συστήματα ασφαλείας κ.α., τα οποία μπορούν να αποτελέσουν μέρος ενός έξυπνου σπιτιού, κτιρίου, εταιρειών ή χώρου εργασίας, μηχανήματος, αλλά και Smart sustainable cities, τα οποία είδη συσκευών συνδέονται μεταξύ τους μέσω του IoT (ITU, 2014). Επομένως βασικό χαρακτηριστικό όλων είναι η σύνδεση μεταξύ τους με απώτερο σκοπό την δυνατότητα του χρήστη να τα ελέγχει από έναν υπολογιστή ή κινητό.

Ο κύριος λόγος για τον οποίο οι άνθρωποι ενδιαφέρονται για την υπηρεσία αυτή είναι επειδή μπορεί να αποφέρει οικονομικά οφέλη, ευκολία, αυξημένη εσωτερική άνεση και ασφαλέστερο περιβάλλον. Με τη σύνδεση αισθητήρων, συσκευών και λογισμικών στο δίκτυο ο χρήστης λαμβάνει πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο σχετικά με την κατάσταση. Οι πληροφορίες χρησιμοποιούνται για έλεγχο, στατιστικές και παρακολούθηση, με αποτέλεσμα τη δυνατότητα βελτιστοποίησης.

Μακροπρόθεσμα, προβλέπεται ότι ένα οικοσύστημα (IoT) δεν θα διαφέρει από το σημερινό διαδίκτυο, επιτρέποντας στα πράγματα ή αντικείμενα του πραγματικού κόσμου να συνδέονται, να επικοινωνούν και να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, με τον ίδιο τρόπο που οι άνθρωποι κάνουν μέσω του διαδικτύου σήμερα (ITU, 2014).

Το διαδίκτυο δεν θα είναι πλέον μόνο για τους ανθρώπους, τα μέσα μαζικής ενημέρωσης, αλλά θα περιλαμβάνει όλα τα περιουσιακά στοιχεία του πραγματικού κόσμου ως έξυπνα πλάσματα που ανταλλάσσουν πληροφορίες, αλληλεπιδρούν με τους ανθρώπους, υποστηρίζουν επιχειρηματικές διαδικασίες των επιχειρήσεων και δημιουργούν γνώσεις (ITU, 2014).

Internet of Things



Σχήμα 1. Internet of Things (Holler, et al, 2006)

Θα μπορούσαμε να συνοψίσουμε αυτά τα στοιχεία στην ακόλουθη εξίσωση (ITU, 2014).

$$\begin{aligned} & \textit{Physical Object} \\ & + \\ & \textit{Controller, Sensor, and Actuators} \\ & + \\ & \textit{Internet} \\ & = \\ & \textit{Internet of Things} \end{aligned}$$

An equation for the Internet of Things

Σχήμα 2. Εξίσωση για το IoT (McEwen & Cassimaly, 2004)

Η πρώτη άμεση συνέπεια του (IoT) είναι η δημιουργία τεράστιων ποσοτήτων δεδομένων που παράγουν οι συσκευές λόγω συνεχούς επικοινωνίας με το διαδίκτυο, όπου κάθε φυσικό ή εικονικό αντικείμενο που συνδέεται σε αυτό, μπορεί να έχει ψηφιακό δίδυμο στο "σύννεφο", το οποίο θα μπορούσε να παράγει τακτικές ενημερώσεις. Ως αποτέλεσμα, οι όγκοι μηνυμάτων που σχετίζονται με το (IoT) των

καταναλωτών θα μπορούσαν να φτάσουν εύκολα σε υψηλό αριθμό ανά άτομο την ημέρα (ITU, 2014). Η συμβολή του (IoT) είναι η αυξημένη αξία των πληροφοριών που δημιουργούνται από τον αριθμό των διασυνδέσεων μεταξύ των πραγμάτων και η μετατροπή των επεξεργασμένων πληροφοριών σε γνώση προς όφελος της ανθρωπότητας και της κοινωνίας (ITU, 2014). Μία όμως άλλη πρόκληση είναι η αποθήκευση των τεράστιων παραγόμενων ποσοτήτων δεδομένων.

2.2 Cloud computing (υπολογιστικό νέφος)

Το υπολογιστικό νέφος ή αλλιώς cloud computing αφορά την αποθήκευση, την επεξεργασία, την χρήση δεδομένων (European Commission, 2012), λογισμικού και υπηρεσιών από απομακρυσμένους υπολογιστές, στους οποίους εξασφαλίζεται πρόσβαση μέσω του διαδικτύου (ΕΠΣΕΤ, 2018) με αποτέλεσμα να παρέχεται υψηλή αξιοπιστία, ασφάλεια, χαμηλό κόστος και υψηλή διαθεσιμότητα. Στις μέρες μας αρκετοί άνθρωποι κάνουν χρήση του cloud computing χωρίς να το συνειδητοποιούν. Και τι σημαίνει αυτό; υπηρεσίες όπως η κατ' αίτηση παροχή εικονικών μηχανών (ΕΠΣΕΤ, 2018), το διαδικτυακό ηλεκτρονικό ταχυδρομείο ή τα κοινωνικά μέσα δικτύωσης συχνά βασίζονται στην συγκεκριμένη τεχνολογία (European Commission, 2012).

Όσο αφορά τους επαγγελματίες χρήστες της τεχνολογίας, η χρήση αυτού σημαίνει μεγάλη ευελιξία σε ανάγκες υπολογιστικής ισχύος και ένα παράδειγμα αφορά την αυξημένη χρήση μιας υπηρεσίας όταν αντιλαμβανόμαστε ότι συμβαίνει, οπότε με την χρήση του υπολογιστικού νέφους είναι πολύ απλό να προστεθεί επιπλέον δυναμικό σε αυτή, κάτι για το οποίο θα απαιτείτο πολύ περισσότερος χρόνος εάν μια εταιρία υποχρεωνόταν να εγκαταστήσει νέες μηχανές στο δικό της κέντρο δεδομένων (European Commission, 2012).

Η (ITU, 2014) εκτιμά ότι το cloud computing πρέπει να το εξετάσουν οι Smart Sustainable Cities, διότι είναι μια εναλλακτική λύση σύμφωνα με τις πολιτικές των πράσινων τεχνολογιών που πρέπει να υιοθετηθούν και αποτελεί μία από τις βασικές μορφές της Green IT που αναφέρεται στην αποτελεσματική χρήση των πόρων πληροφορικής, ελαχιστοποιώντας με αυτό τον τρόπο τις επιπτώσεις του

περιβάλλοντος και συμβάλλοντας ταυτόχρονα και στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας ή των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Το Εθνικό Ινστιτούτο Προτύπων και Τεχνολογίας -NIST κάνει αναφορά στον ορισμό του cloud computing, ο οποίος είναι: Υπολογιστικό νέφος ονομάζεται η κατ' αίτηση διαδικτυακή κεντρική διάθεση υπολογιστικών πόρων (όπως δίκτυο, εξυπηρετητές, εφαρμογές και υπηρεσίες) με υψηλή ευελιξία, ελάχιστη προσπάθεια από τον χρήστη και υψηλή αυτοματοποίηση (NIST, 2014).

2.3 Μεγάλα δεδομένα (Big Data)

Τα μεγάλα δεδομένα αποτελούν μια αποτελεσματική διαχείριση (συλλογή - αποθήκευση) μεγάλου όγκου δεδομένων - πληροφοριών και λειτουργιών από διαφορετικούς φορείς. Χάρη στο Σύστημα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων (DBMS), είναι δυνατό να διαχειρίζεται αποτελεσματικά ένα μεγάλο σύνολο ή όγκο δεδομένων και να εκτελεί εργασίες που ζητούν πολλοί χρήστες. Η χρήση τους καθίσταται όλο και πιο αποτελεσματική όταν συνδυάζεται με δίκτυα αισθητήρων (Pervoli et al., 2014).

2.4 Αισθητήρες (sensors)

Οι αισθητήρες αποτελούν ένα νέο καινοτόμο σύστημα μέσω του οποίου γίνονται μετρήσεις της υγρασίας, του θορύβου, της θερμοκρασίας, των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, της ροής ανθρώπων και αυτοκινήτων κ.α. Είναι μια καινοτόμα τεχνολογία που δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες να ενημερώνονται (Pervoli et al., 2014).

Η ITU (2014) αναφέρει ότι οι αισθητήρες είναι ένας από τους πιο σημαντικούς τύπους τερματικών και μπορεί να είναι αισθητήρες ασφάλειας, φωτισμού, παρουσίας, καιρού, μεταφοράς, κίνησης ή θέσης, εγκατεστημένα στην φυσική υποδομή μιας Smart Sustainable City. Επίσης οι παραπάνω συσκευές καθιστούν δυνατή την κάλυψη αλλά και τη μελέτη φαινομένων δημοσίου και ιδιωτικού ενδιαφέροντος όπως για παράδειγμα την ατμοσφαιρική ρύπανση, το κλίμα, την κυκλοφοριακή

συμφόρηση, την συμπεριφορά των εγκληματιών ή όσων παρακολουθούν αθλητικές και πολιτιστικές εκδηλώσεις κ.α. ITU (2014).

2.5 Grid και meters (δίκτυα και μετρητές)

Το έξυπνο δίκτυο είναι είδος δικτύου και συμπεριλαμβάνεται στον τομέα της ενέργειας, καθώς αποτελεί ένα μοντέρνο ηλεκτρικό δίκτυο που χρησιμοποιεί τις τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνίας, που έχουν να κάνουν με την συμπεριφορά των παρόχων και των καταναλωτών ηλεκτρικής ενέργειας, με σκοπό τη βελτίωση της αποδοτικότητας, της αξιοπιστίας, της οικονομίας, της βιωσιμότητας της παραγωγής και της διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά και τη βελτίωση εξοικονόμησης ενέργειας και αποτελεσματικότητας. Τα έξυπνα δίκτυα δίνουν τη δυνατότητα της σωστής συνεργασίας και συγχρονισμού μεταξύ των φορέων εκμετάλλευσης και των χρηστών (Pervoli et al., 2014). Ουσιαστικά το

έξυπνο δίκτυο είναι ένα εκσυγχρονισμένο και πλήρες σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας το οποίο παρακολουθεί και βελτιστοποιεί σε πραγματικό χρόνο τη λειτουργία όλων των διασυνδεδεμένων, σε αυτό, στοιχείων. Δηλαδή όλων των συσκευών που εξυπηρετούν παραγωγούς, καταναλωτές και προμηθευτές που είναι συνδεδεμένοι με αυτό.

Προκειμένου να λειτουργήσει ένα έξυπνο δίκτυο χρειάζονται έξυπνα συστήματα καταμέτρησης (Smart Metering) ή αλλιώς έξυπνοι μετρητές ή μετρητές οι οποίοι αποτελούν βασική παράμετρο για την ανάπτυξη και την λειτουργία των έξυπνων δικτύων. Ένας έξυπνος μετρητής επιτρέπει στον καταναλωτή να αλληλεπιδρά με το δίκτυο και κατά συνέπεια να συμμετέχει στην εξοικονόμηση ενέργειας της πόλης.

Τα οφέλη που σχετίζονται με το έξυπνο δίκτυο περιλαμβάνουν (SmartGrid.gov, 2018):

- Πιο αποτελεσματική μετάδοση ηλεκτρικής ενέργειας
- Ταχύτερη αποκατάσταση της ηλεκτρικής ενέργειας μετά από διαταραχές της ηλεκτρικής ενέργειας

- Μειωμένες λειτουργίες και κόστος διαχείρισης για επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας και τελικά χαμηλότερο κόστος ενέργειας για τους καταναλωτές
- Μειωμένη ζήτηση αιχμής, η οποία θα συμβάλει επίσης στη μείωση των ποσοστών ηλεκτρικής ενέργειας
- Αυξημένη ενοποίηση συστημάτων μεγάλης κλίμακας ανανεώσιμων πηγών ενέργειας
- Καλύτερη ενσωμάτωση των συστημάτων παραγωγής ενέργειας από τους ιδιοκτήτες πελατών, συμπεριλαμβανομένων των συστημάτων ΑΠΕ
- Βελτιωμένη ασφάλεια

2.6 Πρότυπα συστημάτων αυτοματισμού και ελέγχου κτιρίων

Η αύξηση της ενεργειακής αποδοτικότητας αποτελεί σημαντικό τμήμα των πολιτικών και των μέτρων που απαιτούνται σύμφωνα με το Πρωτόκολλο του Κιότο που πρέπει να περιλαμβάνεται σε κάθε σύνολο δράσεων που θα ληφθούν για την κάλυψη των επερχόμενων υποχρεώσεων (Siemens, 2012). Για το λόγο αυτό η Ευρωπαϊκή Ένωση εξέδωσε την Οδηγία για την ενεργειακή αποδοτικότητα των κτιρίων (EPBD), η οποία ουσιαστικά προωθεί την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές κλιματολογικές και τις τοπικές συνθήκες, καθώς και τις κλιματικές απαιτήσεις των εσωτερικών χώρων και τη σχέση κόστους και οφέλους (Siemens, 2012).

Τι σημαίνει ενεργειακή αποδοτικότητα ενός κτιρίου; η πραγματική κατανάλωση ή οι υπολογιζόμενες ή εκτιμώμενες τιμές ενέργειας που δαπανούνται για την κάλυψη των διαφόρων απαιτήσεων, και οι οποίες σχετίζονται με τη συνήθη χρήση ενός κτιρίου (Siemens, 2012). Σύμφωνα με την Οδηγία EPBD, κατά τον προσδιορισμό του βαθμού ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου λαμβάνονται υπόψη οι εξής πηγές ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας (Siemens, 2012):

Πηγές και σχετικά πρότυπα:

- Θέρμανση, (πρότυπα EN 15316-1 και EN 15316-4)
- Ψύξη, (πρότυπο EN 15243)
- Ζεστό νερό χρήσης, (πρότυπο EN 15316-3)

- Αερισμό, (πρότυπο EN 15241)
- Φωτισμό, (πρότυπο EN 15193)
- Βοηθητική παροχή ενέργειας

Η Οδηγία EPBD δεν προδιαγράφει κάποια αναλυτική μεθοδολογία για τους αυτοματισμούς κτιρίων. Λόγω αυτού, η βιομηχανία αυτοματισμών κτιρίων αιτήθηκε στις αρμόδιες επιτροπές της ΕΕ και της CEN να συμπεριλάβουν στη μεθοδολογία υπολογισμού και τις λειτουργίες αυτοματισμού.

Εφόσον η CEN/TC247 ανταποκρίθηκε στο αίτημα (τυποποίηση αυτοματισμού και διαχείρισης κτιρίων σε κτίρια κατοικίας και άλλων χρήσεων), συνέταξε το παρακάτω πρότυπο για τον υπολογισμό της επίδρασης των λειτουργιών αυτοματισμού στα κτίρια, συμπληρώνοντας τα πρότυπα του δομικού κελύφους και των μεμονωμένων εγκαταστάσεων (Siemens, 2012):

Σχετικό πρότυπο:

- Αυτοματισμός κτιρίων EN 15232 (Ενεργειακή απόδοση κτιρίων - Επίδραση των αυτοματισμών κτιρίων και των λειτουργιών ελέγχου και διαχείρισης κτιρίων.

Επίσης η CEN/TC247 αναπτύσσει ευρωπαϊκά και διεθνή πρότυπα στον τομέα των αυτοματισμών κτιρίων και λειτουργιών ελέγχου και διαχείρισης κτιρίων (BACS), όπως (Siemens, 2012):

Σχετικά πρότυπα:

- Πρότυπα προϊόντων για τον ηλεκτρονικό εξοπλισμό ελέγχου σε εφαρμογές θέρμανσης - ψύξης - αερισμού - κλιματισμού (HVAC) (π.χ. EN 15500)
- Τυποποίηση λειτουργιών BACS (EN ISO 16484-3)
- Ανοικτά πρωτόκολλα επικοινωνίας για λειτουργίες BACS (π.χ. EN ISO 16484-5)
- Απαιτήσεις προδιαγραφής για ολοκληρωμένα συστήματα (EN ISO 16484-7)
- Ενεργειακές επιδόσεις των λειτουργιών BAC (EN 15232)

HCEN/ TC247ετοίμασε και ενέκρινε τα παρακάτω:

Σχετικά πρότυπα:

- EN 15232 (Επίδραση των λειτουργιών BACS στην ενεργειακή αποδοτικότητα),
- Πρότυπα προϊόντων με κριτήρια ενεργειακών αποδόσεων (π.χ. EN 15500)

και ο Ευρωπαϊκός σύνδεσμος αυτοματισμών κτιρίων και λειτουργιών ελέγχου European Building Automation Controls Association (**eu.bac**), ετοίμασε τη διαδικασία πιστοποίησης και τη μεθοδολογία δοκιμών και την πρότεινε στην ΕΕ.

2.7 Η διαδικτυακή πλατφόρμα Synco IC

Γενικά στα κτίρια η λειτουργία έναρξης και στάσης των εγκαταστάσεων θέρμανσης, ψύξης, κλιματισμού & αερισμού - HVAC εκτελείται ως επί το πλείστον με τη χρήση χρονοπρογράμματος λειτουργίας, σε συνάρτηση ορισμένες φορές και με την εξωτερική θερμοκρασία (Siemens, 2018). Ωστόσο, υπάρχουν επιπλέον δυνατότητες για εξοικονόμηση ενέργειας. Συνήθως οι αλλαγές στις ρυθμίσεις των εγκαταστάσεων HVAC, γίνεται από το κατάλληλο τεχνικό προσωπικό, μόνο που πολλές φορές δεν είναι εφικτό λόγω του ότι πιθανά αδυνατεί να μεταβεί άμεσα και ταυτόχρονα σε όλα τα κτίρια και εφόσον μεταβεί και γίνουν αλλαγές συνήθως το τεχνικό προσωπικό προγραμματίζει τη λειτουργία των εγκαταστάσεων αφήνοντας τη θέρμανση ή τον αερισμό μόνιμα στην κατάσταση άνεσης, ώστε να αποφύγει τυχόν παράπονα και πρόσθετα δρομολόγια, αυτό σημαίνει κατανάλωση ενέργειας (Siemens, 2018).

Αν όμως οι αλλαγές / ρυθμίσεις σε κάθε παράμετρο των εγκαταστάσεων HVAC μπορούσαν να γίνουν εύκολα απομακρυσμένα, τότε αξιοποιούνται οι τόσο σημαντικές δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας. Για να ικανοποιηθεί η ανάγκη αυτή και προκειμένου να παρέχεται απλή, και αποτελεσματική απομακρυσμένη πρόσβαση χωρίς να απαιτείται η φυσική παρουσία του τεχνικού προσωπικού, η Siemens προσφέρει τη διαδικτυακή πλατφόρμα Synco IC για να μπορεί να διαχειρίζεται τις εφαρμογές HVAC στα κτίρια (Siemens, 2018).

Η διαδικτυακή πλατφόρμα Synco IC είναι ένα σύστημα για την απομακρυσμένη παρακολούθηση και τον έλεγχο της εγκατάστασης. Επιτρέπει τον έλεγχο και την απομακρυσμένη σύνδεση με εγκατεστημένους ελεγκτές της σειράς Synco700 (έλεγχος θέρμανσης, κλιματισμού και αερισμού) ή Sygmagyr (έλεγχος θέρμανσης), καθώς και σε άλλες συσκευές οι οποίες χρησιμοποιούν πρωτόκολλο επικοινωνίας KNX. Δεν απαιτείται η εγκατάσταση κάποιου ειδικού λογισμικού, ενώ οι χρήστες

μπορούν εύκολα να συνδεθούν από το PC, tablet ή Smartphone μέσω ενός προγράμματος περιήγησης διαδικτύου (web-browser) (Siemens, 2018).

Στην πλατφόρμα αυτή μπορούν να διαμορφωθούν προφίλ για διαφορετικούς χρήστες, με διαβαθμισμένες δυνατότητες πρόσβασης στο σύστημα. Δηλαδή ανάλογα με την ιδιότητα (π.χ. τελικός χρήστης ή τεχνικός συντήρησης), οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να επιβλέπουν και να προβαίνουν σε διαφορετικούς χειρισμούς (Siemens, 2018).

Παράλληλα, μπορεί να υπάρχει μια πολύ απλή απεικόνιση για τον τελικό χρήστη (π.χ. επιστάτης σχολείου ή διευθυντής), που του επιτρέπει να αλλάξει εύκολα το σημείο ρύθμισης επιθυμητής θερμοκρασίας ή το χρονοπρόγραμμα λειτουργίας.

Ακόμα μία δυνατότητα που προσφέρει η πλατφόρμα Synco IC είναι ο γρήγορος και αποτελεσματικός εντοπισμός σφαλμάτων ή λανθασμένων ρυθμίσεων μέσω της εφαρμογής Siemens Home Control, για Smart phones ή tablets. Το προσωπικό συντήρησης ενημερώνεται με μηνύματα για βλάβες ή συναγερμούς στην εγκατάσταση. Με τον τρόπο αυτό δεν είναι απαραίτητη η συνεχής απασχόληση του τεχνικού προσωπικού σε κάποιο σταθμό διαχείρισης, ενώ παράλληλα υπάρχει η άμεση ενημέρωση και δυνατότητα επέμβασης για την αποκατάσταση των βλαβών (Siemens, 2018).

3 ΚΕΦΑΛΑΙΟ - ΈΞΥΠΝΟ ΚΤΙΡΙΟ ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

3.1 Παθητικό κτίριο

Η επίδοση των εν λόγω έξυπνων και πράσινων κτιρίων, καταγράφεται και παρακολουθείται από το σύστημα BMS, όμως στην πραγματικότητα η ουσιαστική ενεργειακή επίδοση/απόδοση των κτιρίων βελτιώνεται μόνο με προσεγγίσεις παθητικού κτιρίου. Επομένως θα παρουσιάσουμε τι αφορά ένα παθητικό κτίριο και με αυτό το τρόπο θα κατανοήσουμε τι διαφορά υπάρχει μεταξύ πράσινων και έξυπνων κτιρίων σε σχέση με το παθητικό κτίριο.

Το παθητικό κτίριο προσφέρει ταυτόχρονα υψηλή ενεργειακή απόδοση, άνεση, οικονομία και είναι φιλικό προς το περιβάλλον και βασίζεται αποκλειστικά στις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού, αρχών της φυσικής και της ενεργειακής αποδοτικότητας του κτιρίου (Ε.Ι.ΠΑ.Κ, 2018). Το παθητικό κτίριο δίνει έμφαση σε παθητικές τεχνολογίες, με υψηλά επίπεδα θερμομόνωσης στην εξωτερική τοιχοποιία, στα παράθυρα και σε πόρτες υψηλών θερμομονωτικών προδιαγραφών με την εξασφάλιση ενός αεροστεγούς εσωτερικού του κτιρίου.

Ανεξάρτητα από το κλίμα ή την περιοχή, αυτά τα κτίρια διατηρούν όλο το χρόνο μια άνετη και ευχάριστη θερμοκρασία με ελάχιστες ενεργειακές απαιτήσεις. Τα κτίρια θερμαίνονται παθητικά, δηλαδή κάνουν αποτελεσματική χρήση του ήλιου, των εσωτερικών πηγών θερμότητας και της ανάκτησης θερμότητας, με αποτέλεσμα τα συμβατικά συστήματα θέρμανσης να μην είναι απαραίτητα ακόμη και τις πιο κρύες ημέρες του χειμώνα. Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, το παθητικό κτίριο χρησιμοποιεί παθητικές τεχνικές ψύξης, όπως είναι ο σωστός σχεδιασμός σκίασης και νυκτερινού φυσικού αερισμού, προκειμένου να διατηρείται δροσερό. Σε κάθε περίπτωση, τα εξαιρετικής ποιότητας και τεχνολογίας υλικά και ο προσεκτικός σχεδιασμός εγγυώνται ότι οι θερμοκρασίες παραμένουν όλο το χρόνο, σε σταθερά και ευχάριστα για τους ενοίκους / χρήστες επίπεδα (Ε.Ι.ΠΑ.Κ, 2018).

Οι πέντε βασικές αρχές κατασκευής και μελέτης ενός παθητικού κτιρίου είναι (Ε.Ι.ΠΑ.Κ, 2018):

1) **Μόνωση - θερμομόνωση:** Ένα σωστά μονωμένο κτίριο, κατά τη διάρκεια του χειμώνα, διατηρεί τη ζέστη μέσα στο κτίριο, ενώ το καλοκαίρι την εμποδίζει να εισέλθει μέσα σε αυτό.

2) **Παράθυρα - κουφώματα:** Τα σωστά σχεδιασμένα, μονωμένα και τοποθετημένα κουφώματα συμμετέχουν στη βέλτιστη αξιοποίηση των ηλιακών κερδών.

3) **Αερισμός με ανάκτηση ενέργειας:** Τα συστήματα αερισμού παρέχουν καθαρό αέρα, απαλλαγμένο από γύρη και σκόνη, με μέγιστη ενεργειακή απόδοση μέσω της ανάκτησης θερμότητας και με έλεγχο της υγρασίας.

4) **Αεροστεγανότητα:** Είναι έτσι σχεδιασμένα ώστε να αποφεύγονται οι διαρροές αέρα στο κτιριακό κέλυφος με αποτέλεσμα να αυξάνεται η ενεργειακή απόδοση και να εμποδίζεται η εμφάνιση ρευμάτων αέρα και φθορών από την υγρασία.

5) **Θερμογέφυρες - απουσία θερμογεφυρών:** Η ελαχιστοποίηση θερμογεφυρών και ασθενών σημείων στο κτιριακό κέλυφος, συνεισφέρει στη δημιουργία ευχάριστης και σταθερής θερμοκρασίας, ενώ εξαλείφει τις φθορές από την υγρασία, ενώ αυξάνει την ενεργειακή απόδοση.

Με λίγα λόγια λειτουργεί σαν ένας θερμός που διατηρεί παθητικά το περιεχόμενό του στη σωστή θερμοκρασία, χωρίς τη χρήση ενεργητικής ψύξης ή θέρμανσης και στοχεύει στην ελαχιστοποίηση απωλειών θερμότητας και τη μεγιστοποίηση των θερμικών κερδών.

Τέλος θα πρέπει να αναφερθεί ότι ως βιοκλιματικός σχεδιασμός, ορίζεται ο σχεδιασμός κτιρίων και χώρων (εσωτερικών και εξωτερικών) με βάση το τοπικό κλίμα, την ηλιακή ενέργεια και άλλες ανανεώσιμες πηγές, με σκοπό την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης με τη όσο το δυνατόν πιο εκτεταμένη χρήση παθητικών συστημάτων δροσισμού & θέρμανσης, και ενσωματώνοντας τις ιδιότητες υλικών δόμησης και αρχιτεκτονικών στοιχείων, προκειμένου να γίνει η καλύτερη δυνατή χρήση όλων των διαθέσιμων περιβαλλοντικών πόρων (ήλιος, άνεμος, νερό, βλάστηση, έδαφος) για τη θέρμανση, ψύξη και φωτισμό. Σημαντική είναι η χρήση των φιλικών προς το περιβάλλον δομικών υλικών, καθώς και ανακυκλωμένων ή ανακυκλώσιμων υλικών.

3.2 Κτίρια και εξοικονόμηση ενέργειας

Σύμφωνα με το Εθνικό πλαίσιο, η μετάβαση σε μια εποχή εξοικονόμησης ενέργειας στον κτιριακό τομέα την έχουν αναλάβει κτίρια νέας γενιάς χαμηλών ή και μηδενικών ενεργειακών απαιτήσεων, αλλά και η μετατροπή υφιστάμενων κτιρίων σε χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης.

Αρχικά γνωρίζαμε για τα παθητικά κτίρια για τα οποία η κεντρική ιδέα τους ήταν να μειωθεί η ενεργειακή κατανάλωση στο σύνολο ενός κτιρίου, ανακαινίζοντας το κέλυφος του κτιρίου με τις κατάλληλες μεταβολές στην μόνωση του. Αμέσως μετά γνωρίσαμε για τα κτίρια με σχεδόν μηδενική ενεργειακή κατανάλωση (Nearly zero energy buildings).

Στο άρθρο 2 της Οδηγίας 2010/31/ΕΕ αναφέρεται ο ορισμός του κτιρίου με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας δηλαδή: (**NZEB**) είναι το κτίριο με πολύ υψηλή ενεργειακή απόδοση, προσδιοριζόμενη σύμφωνα με το παράρτημα I. Η σχεδόν μηδενική ή πολύ χαμηλή ποσότητα ενέργειας που απαιτείται θα πρέπει να συνίσταται σε πολύ μεγάλο βαθμό σε ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές, περιλαμβανομένης της παραγομένης επιτόπου ή πλησίον του κτιρίου.

Όσο αφορά τα κτίρια με μηδενική κατανάλωση ενέργειας (**Zero Energy Buildings-ZEB**), υπάρχουν πολλές διαφορετικές εκδοχές για το πώς πρέπει να είναι ένα κτίριο, όμως η κεντρική ιδέα είναι η ίδια. Αναλόγως με τον τρόπο που είναι χτισμένο το κτίριο καθώς και, ανάλογα με τις τοπικές κλιματολογικές συνθήκες επιλέγεται η πηγή ενέργειας από ΑΠΕ. Το πρωτεύον ζήτημα όμως είναι να μειωθούν αρχικά οι απαιτήσεις για ενέργεια και μετά αυτή να παραχθεί.

Επίσης τα κτίρια μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης περιγράφονται ως κτίρια που έχουν μηδενικές εκπομπές άνθρακα σε ετήσια βάση (Kylili & Fokaides, 2015). Οι Kylili & Fokaides (2015) εκτιμούν ότι, στην πράξη αυτό επιτυγχάνεται μειώνοντας την ενεργειακή ζήτηση του κτιρίου και εκμεταλλευόμενοι τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας χρησιμοποιώντας τις κατάλληλες τεχνολογίες για την ικανοποίηση των μειωμένων ενεργειακών απαιτήσεων.

Υπάρχουν διάφοροι ορισμοί για το τι σημαίνει κτίριο μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης στην πράξη (Zero Energy Buildings, 2018):

- **Net zero site energy use building:** η ποσότητα ενέργειας που παρέχεται από επιτόπιες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ισούται με την ποσότητα ενέργειας που χρησιμοποιείται από το κτίριο.
- **Net zero source energy use building:** παράγει την ίδια ποσότητα ενέργειας όπως και η ενέργεια που χρησιμοποιείται για τη μεταφορά της ενέργειας στο κτίριο.
- **Net zero energy emissions building:** ορίζεται γενικά ως ένα κτίριο με μηδενικές καθαρές εκπομπές ενέργειας, γνωστό και ως κτίριο μηδενικού άνθρακα ή δημιουργία μηδενικών εκπομπών.
- **Net zero cost building:** το κόστος αγοράς ενέργειας εξισορροπείται από το εισόδημα από πωλήσεις ηλεκτρικής ενέργειας στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται επί τόπου.
- **Net off-site zero energy use building:** μπορεί να θεωρηθεί (ZEB) εάν το 100% της ενέργειας που αγοράζει προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, ακόμη και αν η ενέργεια παράγεται εκτός του χώρου.
- **Off the grid building:** είναι αυτόνομο ZEB που δεν είναι συνδεδεμένο με μια εγκατάσταση ενέργειας εκτός δικτύου.

Ένα κτίριο μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης είναι αυτό που δημιουργεί περισσότερη ενέργεια από όση καταναλώνει και θεωρείται πως έχει αυτοτελή ενέργεια μέσω της χρήσης επιτόπιων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, ενισχυμένων με ενεργειακά αποδοτικές οικιακές τεχνολογίες (Zero Energy Buildings, 2018).

Τα (ZEB) έχουν αποδειχθεί ότι λειτουργούν ως βασικοί συντελεστές στην ανάπτυξη έξυπνων πόλεων, δεδομένου ότι αναμένεται να συμβάλουν σημαντικά στην ενεργειακή πλευρά των έξυπνων πόλεων, αντιμετωπίζοντας πρωτίστως τις προκλήσεις όσον αφορά την ενεργειακή απόδοση, την παραγωγή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και τη διαχείριση της ενέργειας. Η δυναμική συμβολή τους σε αυτές τις πτυχές, έχει επισημανθεί απερίφραστα στη βιβλιογραφία.

Πλεονεκτήματα τους:

Η αύξηση της ενεργειακής αποδοτικότητας στα υφιστάμενα κτίρια, αλλά και η κατασκευή νέων με υψηλής απαίτησης ενεργειακή απόδοση, έχει ως αποτέλεσμα (Τζανακάκη, 2006)

- Την βελτίωση της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού λόγω της απεξάρτησης από εισαγωγές καυσίμων.
- Την μείωση των εκπομπών διοξειδίων του άνθρακα, καθώς και άλλων ρύπων και αερίων του θερμοκηπίου.
- Την βελτίωση των συνθηκών άνεσης στους χώρους εργασίας και κατοικίας με άμεσο επακόλουθο να προάγει το επίπεδο διαβίωσης μεγάλου μεριδίου ανθρώπων.
- Την δημιουργία νέων θέσεων εργασίας στους τομείς που προάγουν την ενεργειακή αποδοτικότητα των κτιρίων (μελέτη, πιστοποίηση, κατασκευή, χρήση κτλ).

Μειονεκτήματα τους:

Στον αντίποδα, εκτός της μεγάλης τεχνολογικής, ενεργειακής και κοινωνικής ωφέλειας που επισύρουν οι αλλαγές και η κατεύθυνση προς αυτό τον νέο τρόπο δόμησης των κτιρίων μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης, υπάρχουν και κάποιες τεχνικές - οικονομικές δυσκολίες που εμφανίζονται παροδικά ως μειονεκτήματα τα οποία συνοψίζονται στα εξής:

- Στον προβληματισμό των μελετητών ως προς τα: «ποιο υλικό», «πόσο κοστίζει», «πόσο αξιόπιστο είναι», «τι χρόνο ζωής έχει», έρχεται να προστεθεί και ένας νέος, «ποιές είναι οι περιβαλλοντικές συνέπειες από την εφαρμογή και τη χρήση του» (Αξάρλη, 2009).
- Η πρόκληση για βελτιστοποίηση του ενεργειακού σχεδιασμού, και η αξιοποίηση του κλίματος του περιβάλλοντα χώρου του εκάστοτε κτιρίου.
- Η μεγάλη οικονομική επιβάρυνση για την εγκατάσταση νέων τεχνολογιών στα κτίρια.

Ο μεγάλος χρόνος οικονομικής απόσβεσης που μπορεί να αποτελέσει τροχοπέδη στην εφαρμογή και χρήση νέων αιεφόρων τεχνολογιών.

Ποιας είναι όμως ο ρόλος των κτιρίων στις έξυπνες και βιώσιμες πόλεις; Η ανάπτυξη μιας πόλης δε μπορεί να βασιστεί αποκλειστικά και μόνο σε μια διάσταση ή ακόμα και σε ορισμένα μόνο χαρακτηριστικά αλλά σε ένα ευρύ φάσμα χαρακτηριστικών και δραστηριοτήτων (Giffinger et al., 2007). Οι Pervoli et al. (2014) εκτιμούν ότι ένα από τα βασικότερα πεδία δραστηριοτήτων που αφορούν τις έξυπνες πόλεις είναι τα κτίρια. Η μείωση ενεργειακής κατανάλωσης και η ελαχιστοποίηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων μπορούν να επιτευχθούν εφόσον αναπτυχθεί ένα δίκτυο έξυπνων κτιρίων -και όχι μόνο-, τα οποία παράλληλα θα κάνουν χρήση αυτοματισμών και ασφάλειας.

Μάλιστα πρόσφατες έρευνες έδειξαν ότι η ενεργειακή συμπεριφορά των κτιρίων επηρεάζει το 80% της συνολικής ενεργειακής συμπεριφοράς μιας πόλης επομένως τα κτίρια είναι σημαντικό δομικό στοιχείο των πόλεων, των οποίων η συμπεριφορά τους (ενεργειακή, αυτοματισμού, γεινίασης, διάθεσης ελεύθερου χώρου κ.α.) καθορίζουν την επίδοση των πόλεων. Και όπως αναφέρει ο Delgado (2014) στα συμπεράσματά του, ο κατασκευαστικός κλάδος διαδραματίζει ουσιαστικό ρόλο για ένα πιο πράσινο και βιώσιμο μέλλον.

Αξίζει να αναφέρουμε ότι στην Ελλάδα, ο κτιριακός τομέας καταναλώνει το 1/3 περίπου της παραγόμενης ενέργειας και το κτιριακό απόθεμα είναι από τα πιο ενεργειακά σπάταλα στην Ευρώπη, ενώ οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα που προκαλούνται από τον τομέα των κτιρίων αυξάνονται ετήσια με ρυθμό περί το 4% ενώ παράλληλα, η ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων διογκώνεται συνεχώς (ΥΠΕΚΑ 2, 2018). Η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας σε ένα κτίριο μπορεί επίσης να μειώσει τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου και το οικολογικό αποτύπωμα του, γεγονός που μπορεί να βοηθήσει στην καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής και στην επίτευξη οικονομίας χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Το γεγονός αυτό αποδεικνύει αφενός την σπουδαιότητα του κτιριακού τομέα στο όλο ενεργειακό ισοζύγιο και αφετέρου το τεράστιο δυναμικό (περιθώριο) μείωσης της ενεργειακής κατανάλωσης τους και βελτίωσης των ενεργειακών τους επιδόσεων. Ο στόχος εξάλλου, όπως εκφράζεται από τη νέα Ευρωπαϊκή Οδηγία για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων (Οδηγία 2010/31/ΕΕ) είναι ότι, έως τις 31.12.2020 όλα τα νέα κτίρια να αποτελούν κτίρια με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας (ΥΠΕΚΑ 2, 2018).

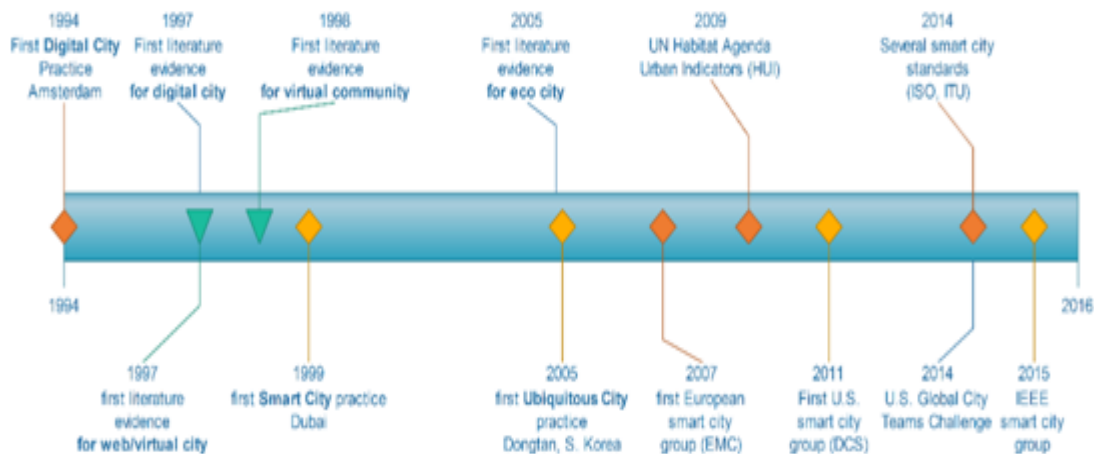
Όμως δεν μπορούμε να παραλείψουμε την ανάγκη για συνεχή βελτίωση του τρόπου ζωής μας, δηλαδή την ανάγκη για ευκολίες στην καθημερινότητα και στην εργασία, την συνεχή πρόοδο του σύγχρονου ανθρώπου, καθώς και την απαίτηση του για όλο και περισσότερο χρόνο διαβίωσης σε ιδανικές συνθήκες, σε συνθήκες ασφάλειας και υγιεινής κλπ, τα οποία οδηγούν σε αυξημένη κατανάλωση ενέργειας, δηλαδή οι ενεργειακές ανάγκες των πόλεων - μεγαλουπόλεων αυξάνονται και έτσι μεγαλώνει και η απαίτηση για εξυπνότερη διαχείριση των πόρων και της ενέργειας. Μια έξυπνη και βιώσιμη πόλη λειτουργεί ακριβώς έτσι, έχοντας σκοπό τη δημιουργία του ιδανικότερου περιβάλλοντος για τον άνθρωπο.

Από τη στιγμή όμως, που η αποκέντρωση δεν συνιστά μια ρεαλιστικά εφαρμόσιμη λύση, οφείλουμε να αναλογιστούμε τις επιπτώσεις της ανθρώπινης δραστηριότητας στο περιβάλλον και να βρούμε τρόπους μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας και πόρων, εξοικονομώντας παράλληλα χρόνο και χρήμα.

Στην προσπάθεια να δοθούν λύσεις, αυτές θα πρέπει να συνδυαστούν μεταξύ τους, να αλληλεπιδρούν με την πόλη, να προσφέρουν στους κατοίκους διασυνδέσεις με την πόλη, να είναι επικεντρωμένες στο ολοκληρωμένο κτιριακό περιβάλλον, αλλά και να περιλαμβάνουν όλα τα πεδία που επηρεάζουν τη διαβίωση.

3.3 Έξυπνη πόλη

Τα έτη 1996-1997 συναντάται για πρώτη φορά στη βιβλιογραφία ο όρος **έξυπνη πόλη**. Η έξυπνη πόλη έχει εξελιχθεί (Σχήμα 5) από την αρχική της εμφάνιση σε μια αναδυόμενη αγορά και σε ένα πολυεπιστημονικό πεδίο εκτιμούν οι Anthopoulos & Giannakidis (2017). Ουσιαστικά οι έξυπνες και βιώσιμες πόλεις εξελίσσονται διεθνώς σε περιβάλλοντα, βιομηχανικές λύσεις, πεδία επιλογής πολιτικών και επιστημονικά πεδία που επιχειρούν να αποκριθούν σε κρίσιμες προκλήσεις, ορισμένες εκ των οποίων ορίζονται στο Θεματολόγιο του Ο.Η.Ε. 2030.



Σχήμα 1. Χρονοσειρά εξέλιξης της έξυπνης πόλης με σημαντικά γεγονότα (Anthopoulos, 2017)

Στις πρώτες αναφορές, η έννοια της έξυπνης πόλης συνδεόταν άμεσα με τις τηλεπικοινωνίες και την πληροφορική, ενώ γινόταν λόγος για προσομοίωση μιας πόλης, για χρήση τηλεπικοινωνιών στο εύρος της πόλης, έως και για αλληλεπίδραση του πραγματικού με τον εικονικό κόσμο (Ecopress.gr, 2017).

Πόλεις όπως τα Τρίκαλα, το Ηράκλειο της Κρήτης κ.α., αλλά και πλήθος επιστημόνων- ερευνητών, σύνολο βιομηχανιών, διεθνής οργανισμοί και κυβερνήσεις, παρουσιάζουν δείγματα ενδιαφέροντος όπως αναφέρεται στην Ecopress.gr (2017). Η έξυπνη πόλη, έχει οριστεί πρόσφατα ως καινοτομία -όχι απαραίτητα, αλλά κυρίως βασισμένη στις τεχνολογίες της πληροφορίας, η οποία στοχεύει στην ενίσχυση της αστικής ζωής όσον αφορά τους ανθρώπους, τη διακυβέρνηση, την οικονομία, την κινητικότητα, το περιβάλλον και τη ζωή/διαβίωση αναφέρουν οι Anthopoulos & Giannakidis (2017) και τα οποία σύμφωνα με τους Giffinger et al. (2007) είναι τα έξι χαρακτηριστικά για την περαιτέρω ανάπτυξη των έξυπνων πόλεων, τα οποία θα αναλύσουμε στην αμέσως επόμενη υποενότητα.

Από την άλλη πλευρά η ενεργειακή επίδοση της πόλης, εξαρτάται από βελτιωμένα υλικά στα κτίρια (άρα και η κατασκευαστική βιομηχανία ενδιαφέρεται), επίσης εξαρτάται από LED στον αστικό φωτισμό (άρα και η βιομηχανία ηλεκτρονικών ενδιαφέρεται) κ.τ.λ. Επομένως, προκύπτει ότι η βιομηχανία των έξυπνων πόλεων εμπλέκει σταδιακά το σύνολο των βιομηχανιών και σύντομα πρόκειται να συνιστά τη μεγαλύτερη βιομηχανία διεθνώς (ακόμη και μεγαλύτερη του πετρελαίου), που

εκτιμάται να προσεγγίσει το \$1 τρις το 2025 (Ecopress.gr, 2017). Η αξία αυτή προκύπτει από το σύνολο των σχετικών προϊόντων και υπηρεσιών, αλλά και από τη βελτίωση της επίδοσης των υπηρεσιών σε μια πόλη (πχ. την επίδοση των κυβερνητικών υπηρεσιών, των μεταφορών κλπ.) (Ecopress.gr, 2017).

Είναι προφανές πως μια έξυπνη πόλη συνιστά μια μοναδική ευκαιρία για τις πόλεις, να βελτιώσουν τον τρόπο λειτουργίας τους, να εκσυγχρονίσουν τις υπηρεσίες τους, να ικανοποιήσουν τους πολίτες τους για να μπορούν να κοιτάξουν με αισιοδοξία το μέλλον που προδιαγράφεται από αρνητικές προκλήσεις, όπως η κλιματική αλλαγή, η αντιμετώπιση κρίσεων που μπορεί να κλονίσουν την οικονομία και τη συνοχή των ανθρώπινων κοινοτήτων που ζουν στις πόλεις (Ecopress.gr, 2017).

Στο παράρτημα Α, στο Πλαίσιο Λειτουργίας ΕΛΟΤ/ΤΕΤ 16/ΟΕ 5 «Βιώσιμες και Έξυπνες Πόλεις», αναφέρεται πως μία έξυπνη πόλη είναι αυτή που κυμαίνεται ως πρόσφατα στην αστική καινοτομία -κυρίως αλλά όχι απαραίτητα- βασισμένη στις ΤΠΕ, αλλά και γενικά κατά την αναζήτηση του ορισμού της έξυπνης πόλης στην βιβλιογραφία, προέκυψε ότι δεν υπάρχει σαφής και κοινώς αποδεκτός ορισμός, όμως έχουν υπάρξει πολλές διαφορετικές προσεγγίσεις με κοινό παρονομαστή την χρήση τεχνολογιών πληροφοριών και επικοινωνιών (ΤΠΕ). Επίσης αναφέρεται πως διάφοροι standardization bodies (οργανισμοί τυποποίησης) μας δίνουν διαφορετικούς ορισμούς για την έξυπνη πόλη, δίνοντας όμως έμφαση στη βιωσιμότητα: νέα προσέγγιση και νέο μοντέλο, που εφαρμόζει τις νέες τεχνολογίες πληροφορικής όπως: (IoT) - Internet of Things (Διαδίκτυο των πραγμάτων), cloud computing (υπολογιστικό νέφος), μεγάλα δεδομένα (Big Data) κλπ, για το σχεδιασμό, την παραγωγή και την διοίκηση έξυπνων υπηρεσιών στην πόλη. Συμπληρωματικά αναφέρει επίσης πως έξυπνη πόλη είναι η πόλη η οποία αναπτύσσει και εφαρμόζει προηγμένες τεχνολογικές λύσεις για να βελτιωθεί η ποιότητα ζωής των πολιτών συνεισφέροντας παράλληλα και στη βιώσιμη ανάπτυξη, στην προσβασιμότητα χωρίς αποκλεισμούς αλλά και στην ανθεκτικότητά της σε κοινωνικούς, οικονομικούς και περιβαλλοντικούς όρους και τέλος ολοκληρώνει με το ότι, μια έξυπνη πόλη αφορά την αποτελεσματική ολοκλήρωση ψηφιακών, φυσικών και ανθρώπινων συστημάτων

για την διαμόρφωση ενός περιβάλλοντος που εξασφαλίζει αειφορία, αλλά και μέλλον χωρίς αποκλεισμούς για τους πολίτες.

Ποιοί είναι αυτοί οι διαφορετικοί ορισμοί που μας δίνουν οι διάφοροι Standardization Bodies;

- Η Διεθνής Ένωση Τηλεπικοινωνιών (ITU) δίνει έμφαση στις τεχνολογίες των πληροφοριών και των επικοινωνιών (ΤΠΕ) και θεωρεί μια έξυπνη αειφόρο πόλη ως καινοτόμο πόλη η οποία χρησιμοποιεί τις ΤΠΕ και άλλα μέσα, για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής, την αποτελεσματικότητα της αστικής εκμετάλλευσης και υπηρεσιών και την ανταγωνιστικότητα, εξασφαλίζοντας παράλληλα ότι ανταποκρίνεται στις ανάγκες των σημερινών και των μελλοντικών γενεών όσον αφορά τις οικονομικές, κοινωνικές και περιβαλλοντικές πτυχές (Anthopoulos & Giannakidis, 2017).
- Ο Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης (ISO) αναγνωρίζει την έξυπνη πόλη ως μια νέα αντίληψη και ένα νέο μοντέλο, που εφαρμόζει τη νέα γενιά τεχνολογιών της πληροφορίας, όπως το IoT (διαδίκτυο των πραγμάτων), το cloud computing, τα μεγάλα δεδομένα κ.α., να διευκολύνει τον προγραμματισμό, την κατασκευή, τη διαχείριση και τις έξυπνες υπηρεσίες των πόλεων (Anthopoulos & Giannakidis, 2017).
- Βρετανικά πρότυπα αναφέρουν ότι μια έξυπνη πόλη είναι η αποτελεσματική ενσωμάτωση των φυσικών, ψηφιακών και ανθρώπινων συστημάτων στο δομημένο περιβάλλον για την επίτευξη ενός βιώσιμου, εφήμερου και χωρίς αποκλεισμούς μέλλον για τους πολίτες της (Anthopoulos & Giannakidis, 2017).
- Τέλος, η Διεθνής Ηλεκτροτεχνική Επιτροπή (IEC) ορίζει την έξυπνη πόλη ως ένα σύστημα που αποτελείται από διάφορα συστήματα, και το οποίο επιτρέπει κάθετη ολοκλήρωση από αισθητήρες, επικοινωνία χαμηλού κόστους, ανάλυση και έλεγχο σε πραγματικό χρόνο αλλά και οριζόντια ενσωμάτωση απομονωμένων συστημάτων μέχρι υπηρεσίες, με βάση τον πολίτη (Anthopoulos & Giannakidis, 2017).

Η ποικιλομορφία αυτή του ορισμού - ακόμη και σε επίπεδο τυποποίησης - δείχνει ότι η έξυπνη πόλη παραμένει ένας διαφορούμενος όρος, ο οποίος ωστόσο δίνει έμφαση

στην καινοτομία των ΤΠΕ σε αστικό επίπεδο (Anthopoulos & Giannakidis, 2017), ενώ οι Albino, Berardi & Dangelico (2015) αναφέρουν ότι η

έννοια της έξυπνης πόλης είναι ασαφής και χρησιμοποιείται με τρόπους που δεν είναι πάντα συνεπείς, και πως δεν υπάρχει ούτε ένα ενιαίο πρότυπο πλαισίωσης έξυπνων πόλεων ούτε ένας ενιαίος ορισμός για την έξυπνη πόλη.

Ο Anthopoulos (2017) εκτιμά ότι η έξυπνη πόλη αποτελεί μια νέα έννοια, η οποία εφαρμόζοντας νέες τεχνολογίες διευκολύνει τον προγραμματισμό, τις κατασκευές, τη διαχείριση και τις υπηρεσίες των πόλεων καθώς επίσης στοχεύει και στη βελτίωση της ποιότητας ζωής των πολιτών, της αποτελεσματικότητας και της ποιότητας των υπηρεσιών που παρέχονται από τους φορείς και τις επιχειρήσεις, εξασφαλίζοντας παράλληλα τις ανάγκες των σημερινών και μελλοντικών γενεών, ενώ η Angelidou (2014) επισημαίνει πως η έξυπνη πόλη είναι ένα νέο μοντέλο αστικής ανάπτυξης, το οποίο στηρίζεται στη συνεργασία του ανθρώπινου, συλλογικού και τεχνολογικού τομέα με απώτερο στόχο την ευημερία, με αρκετά ανεξερεύνητα πεδία και αντικρουόμενα συμφέροντα.

Η συμβολή των έξυπνων πόλεων στην καθημερινή ζωή διαφαίνεται μέσα από τρεις μορφές ευφυΐας που διασυνδέονται και αλληλοεπηρεάζονται. Αυτές είναι: η σύμπραξη θεσμών καινοτομίας, η ανθρώπινη παρουσία που διαβιεί στις πόλεις και η τεχνητή υποδομή δικτύων και εφαρμογών (Κομνηνός, 2006). Η έννοια της έξυπνης πόλης λοιπόν χαρακτηρίζει μια κοινότητα, η οποία διακατέχεται από αναπτυγμένες δραστηριότητες έντασης - γνώσεων σε σχέση με τις οποίες αυτή μεταβάλλεται, προσαρμόζεται και εξελίσσεται, από συλλογικούς θεσμούς με σκοπό την απόκτηση, προσαρμογή και ανάπτυξη γνώσεων - τεχνογνωσίας, και από ένα εξελιγμένο σύστημα επικοινωνίας και διαχείρισης γνώσεων καθώς και από μια αποδεδειγμένη ικανότητα καινοτομίας, σύμφωνα με την οποία διαχειρίζονται άμεσα τυχόν επιπλοκές (Κομνηνός, 2006).

Μια έξυπνη πόλη εφαρμόζει έξυπνα νέες τεχνολογίες, έτσι ώστε να παρέχουν αποτελεσματικές, ασφαλείς, αλλά και βιώσιμες καθημερινές δραστηριότητες και υπηρεσίες. Κάποιες από τις σημαντικότερες τεχνολογίες έχουν ήδη επεξηγηθεί παραπάνω και είναι οι εξής (Pervoli et al., 2014):

- Cloud computing (υπολογιστικό νέφος)
- Μεγάλα δεδομένα (Big Data)
- Τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνιών - (ΤΠΕ)
- Έξυπνες φορητές συσκευές
- Αισθητήρες (sensors)
- Έξυπνο δίκτυο (Smart Grid)
- Συστήματα Υποστήριξης αποφάσεων

Μία άλλη εκδοχή κατά Giffinger et al. (2007), για τον όρο έξυπνη πόλη, είναι ότι χρησιμοποιείται για να περιγράψει την εκπαίδευση των κατοίκων μιας πόλης με βάση το μορφωτικό τους επίπεδο. Μια άλλη προοπτική της έξυπνης πόλης αναφέρεται στη σχέση ανάμεσα στην κυβέρνηση και τη διοίκηση μιας πόλης με τους πολίτες της. Η χρήση, λοιπόν, νέων διαύλων επικοινωνίας όπως η «ηλεκτρονική διακυβέρνηση» ή η «ηλεκτρονική δημοκρατία» αποτελεί μια ακόμη πτυχή έξυπνης διαχείρισης (Giffinger et al., 2007). Η χρήση της σύγχρονης τεχνολογίας που έχει εισχωρήσει στην καθημερινή ζωή της πόλης αποτελεί μια ακόμα έξυπνη διοίκηση, καθώς εκτός από τις τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνιών περιλαμβάνει και έξυπνα συστήματα μεταφορών που βελτιώνουν την κινητικότητα των ανθρώπων. Οι επιπλέον διάφορες διαστάσεις που αφορούν στη ζωή μιας πόλης έχουν σχέση με το περιβάλλον και την αειφόρο ανάπτυξη του (Giffinger et al., 2007).

Να επισημάνουμε ότι η ταχεία αύξηση του πληθυσμού αλλά και η αστικοποίηση, έχουν δημιουργήσει ανάγκες σε πολλούς τομείς, όμως σαφέστατα έχουν προκαλέσει και κοινωνικά / πολιτισμικά, οικονομικά - οργανωτικά - περιβαλλοντικά - τεχνικά προβλήματα που θέτουν σε κίνδυνο την βιωσιμότητα των πόλεων.

Η πόλη αποτελεί πλέον τον πιο διαδεδομένο τρόπο συλλογικής διαβίωσης των ανθρώπινων κοινοτήτων καθώς σύμφωνα με μελέτες στο τέλος της πρώτης δεκαετίας του 21ου αιώνα, ο αστικός πληθυσμός ξεπέρασε το 50% του παγκόσμιου πληθυσμού με τάση να φτάσει στο 70% στα μέσα του αιώνα.

Επομένως η διακυβέρνηση και οι υπηρεσίες μιας πόλης θα αδυνατούν να παράσχουν υπηρεσίες αξίας ως προς τους πολίτες τους. Οπότε με την εν λόγω εξέλιξη, η μετατροπή της πόλης σε μια έξυπνη πόλη, η οποία θα χρησιμοποιεί καινοτόμες εφαρμογές της τεχνολογίας (εφαρμογές που αφορούν τον τομέα του περιβάλλοντος και την προσπάθεια για μείωση των ενεργειακών αναγκών μιας πόλης και όχι μόνο) με απώτερο σκοπό την διευκόλυνση της ζωής των κατοίκων της και την πιο εύρυθμη λειτουργία της είναι πλέον επιτακτική ανάγκη, γιατί όσο περισσότερο αυξάνεται ο αστικός πληθυσμός, τόσο εξυπνότερες πρέπει να γίνονται οι πόλεις που τον υποδέχονται.

Το νέο αυτό πρότυπο της αστικής ζωής του μέλλοντος θεωρείται από κάποιους μια αστική ουτοπία (Vanolo, 2016). Παρά την επικρατούσα παραδοχή ότι η έξυπνη πόλη επωφελείται μέσα από τις καινοτόμες αλλαγές και τις τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνίας (Angelidou, 2014), και έχει ως στρατηγικό στόχο τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των πολιτών και της περιβαλλοντικής αλλαγής, πάντα θα υπάρχει το ενδεχόμενο πρόκλησης περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Συγκεκριμένα, λόγω της ολοένα αυξανόμενης αστικοποίησης στις μεγαλουπόλεις είναι λογικό να αυξηθούν τα επίπεδα κατανάλωσης ενέργειας, με αποτέλεσμα να επιβαρύνεται ακόμη περισσότερο το περιβάλλον (Vanolo, 2016).

Επιπλέον χαρακτηριστικές προσπάθειες του ορισμού της έξυπνης πόλης είναι οι εξής:

«Έξυπνες πόλεις χαρακτηρίζονται οι περιοχές (πόλεις, περιφέρειες, συνοικίες πόλεων, clusters) στις οποίες το τοπικό σύστημα καινοτομίας υποστηρίζεται και αναβαθμίζεται μέσω ψηφιακών δικτύων και εφαρμογών. Με τη χρήση τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνίας το σύστημα καινοτομίας αποκτά μεγαλύτερο βάθος και εμβέλεια, ενώ οι λειτουργίες του γίνονται περισσότερο διαφανείς και αποτελεσματικές. Η πόλη κερδίζει σε ικανότητα καινοτομίας, που μεταφράζεται σε ανταγωνιστικότητα και ευημερία» (Κομνηνός, 2006).

«Η έξυπνη πόλη είναι ο τόπος - κοινότητα που αξιοποιεί γνώση, τεχνολογία και καινοτομία για τη βιώσιμη ανάπτυξη στα διοικητικά της όρια· ευνοώντας την ποιότητα σε όλες τις ανθρώπινες δραστηριότητες, προϊόντα και υπηρεσίες, με σεβασμό στην περιβαλλοντική και πολιτιστική κληρονομιά» όπως αναφέρεται στο Πλαίσιο λειτουργίας ΕΛΟΤ/ΤΕΤ 16/ ΟΕ 5.

Τέλος ο Δήμος Ηρακλείου (2016), αναφέρει ότι η έξυπνη πόλη ορίζεται ως μια πόλη η οποία έχει υιοθετήσει τουλάχιστον μία πρωτοβουλία στο πλαίσιο της έξυπνης διακυβέρνησης, των έξυπνων πολιτών, της έξυπνης διαβίωσης, της έξυπνης κινητικότητας, της έξυπνης οικονομίας και του έξυπνου περιβάλλοντος και πως οι τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνιών ενώνουν και ενδυναμώνουν τα δίκτυα των ανθρώπων, τις εταιρείες, τις υποδομές, τους πόρους, και την ενέργεια, προσφέροντας έξυπνα διαχειριστικά εργαλεία. Συνεπώς, έξυπνη πόλη είναι αυτή η πόλη που προσπαθεί να αντιμετωπίσει δημόσια ζητήματα με τη βοήθεια των τεχνολογιών πληροφορίας και επικοινωνιών, στη βάση μιας συμμετοχικής διαδικασίας μεταξύ πολλαπλών εμπλεκομένων (Δήμος Ηρακλείου, 2016). Έτσι, οι έξυπνες πόλεις εξασφαλίζουν μια δικτυωμένη αστική κοινωνία, η οποία απολαμβάνει τα οφέλη της έξυπνης διαχείρισης των θεμάτων της πόλης (Δήμος Ηρακλείου, 2016).

Λόγω της διαρκούς εξέλιξης των έξυπνων πόλεων, ακόμη και τα πρότυπα που τις αφορούν βρίσκονται σε φάση διαμόρφωσης και προσδιορισμού, ενώ έχουν προσδιοριστεί σε διεθνές επίπεδο τουλάχιστον σε επίπεδο δεικτών μέτρησης της επίδοσης των πόλεων. Οι Anthopoulos & Giannakidis (2017) αναφέρουν ότι πολύ πρόσφατα οι περισσότεροι οργανισμοί τυποποίησης, έχουν εισαγάγει σε μεγάλο βαθμό ανταγωνιστικά πρότυπα, τα οποία ορίζουν το αναπτυξιακό πλαίσιο μιας έξυπνης πόλης, την αρχιτεκτονική της αλλά και τα στοιχεία ή τους βασικούς δείκτες απόδοσης της πόλης. Ωστόσο, υπάρχει έλλειψη τυποποίησης η οποία οφείλεται κυρίως στο ευρύ πλαίσιο της χάραξης πολιτικής για την πόλη και στο εκτεταμένο πεδίο των έξυπνων υπηρεσιών.

Οι έξυπνες πόλεις και τα αντίστοιχα πρότυπα για αυτές εξελίσσονται συνεχώς, ενώ παράλληλα πολλές λύσεις ενεργειακής απόδοσης φαίνεται να αντιμετωπίζουν τη βιωσιμότητα της πόλης. Επομένως, είναι σημαντικό τα πρότυπα να καλύπτουν

σημαντικά ζητήματα έξυπνης πόλης που δεν έχουν ακόμη αντιμετωπιστεί, ενώ μελέτες έχουν δείξει πως το αστικό σύστημα είναι τόσο περίπλοκο ώστε οι υφιστάμενες φιλικές προς το περιβάλλον λύσεις να μπορούν να επιτύχουν μόνο προσωρινά τους στόχους τους και από την άποψη αυτή πρέπει να διεξαχθεί μια μακροπρόθεσμη και τυποποιημένη χάραξη πολιτικής (Anthopoulos & Giannakidis, 2017).

Από τα παραπάνω σχόλια της ενότητας αυτής προκύπτει ότι μια έξυπνη πόλη βασίζεται σε κάθε είδους καινοτομία (κύρια ωστόσο βασισμένη στην πληροφορική), όμως είναι και η ίδια ένα καινοτόμο προϊόν και μια νέα αγορά. Συνεπώς η αγορά της έξυπνης πόλης υποδέχεται νέα προϊόντα και υπηρεσίες τα οποία παράγονται από την βιομηχανία, συναγωνίζονται μεταξύ τους και έρχεται τελικά η **προτυποποίηση** ή **τυποποίηση (standardization)** για να καθορίσει την περαιτέρω εξέλιξη των προϊόντων που "άντεξαν" σε αυτό τον ανταγωνισμό (Ecopress.gr, 2017).

Η ανάπτυξη μιας πόλης δε μπορεί να βασιστεί αποκλειστικά και μόνο σε μια διάσταση, αλλά σε ένα ευρύ φάσμα χαρακτηριστικών της με βάση ένα συνδυασμό των τοπικών συνθηκών, των δραστηριοτήτων που διεξάγονται, την πολιτική, τις επιχειρήσεις και τους κατοίκους (Giffinger et al., 2007). Η προσέγγιση της εξέλιξης αυτής προς το μέλλον, είναι απαραίτητο να εξετάσει θέματα που αφορούν την ευαισθητοποίηση, την ευελιξία, τον μετασχηματισμό, την συνέργεια, την ατομικότητα, τη λήψη αποφάσεων και τη χρήση στρατηγικής συμπεριφοράς (Giffinger et al., 2007). Η ευαισθητοποίηση αποτελεί σημαντικό παράγοντα καθώς μόνο με την κινητοποίηση των πολιτών, δεν θα επιτευχθεί προσπάθεια για ανάπτυξη (Giffinger et al., 2007).

Η μεθοδολογία του Giffinger και των συναδέλφων του (2007) προσπάθησε να αποτυπώσει την έξυπνη πόλη με ένα ευρύ φάσμα χαρακτηριστικών και τα οποία χρησιμοποιήθηκαν σαν βάση για την παρούσα εργασία και την εύρεση δεικτών αναφορικά με τα κτίρια. Για να περιγραφεί μια έξυπνη πόλη προσδιορίζονται συγκεκριμένοι τομείς και χαρακτηριστικά (Σχήμα 6), ενώ κάθε χαρακτηριστικό περιγράφεται από έναν αριθμό παραγόντων (factors) (Σχήμα 7) και κάθε παράγοντας προσδιορίζεται από έναν αριθμό δεικτών (indicators). Στο πλαίσιο της εργασίας για την εύρεση δεικτών που μπορούν να αφορούν τα κτίρια προστέθηκαν δείκτες

προκειμένου να συμπεριληφθούν οι καλές πρακτικές «έξυπνων κτιρίων» που έχουν ήδη υλοποιήσει διεθνής και ελληνικές πόλεις, ενώ αφαιρέθηκαν ορισμένοι δείκτες για τους οποίους δεν ήταν δυνατό να συλλεχθούν σχετικά και αξιόπιστα στοιχεία.

Τα έξι χαρακτηριστικά για την περαιτέρω ανάπτυξη των έξυπνων πόλεων, που θα πρέπει να ενσωματώνουν τα πορίσματα αλλά και να επιτρέπουν την ένταξη πρόσθετων παραγόντων είναι τα εξής (Giffinger et al., 2007):

Έξυπνη οικονομία: Η έξυπνη οικονομία περιλαμβάνει παράγοντες γύρω από την οικονομική ανταγωνιστικότητα, όπως η καινοτομία, η επιχειρηματικότητα, τα εμπορικά σήματα, την παραγωγικότητα και την ευελιξία στην αγορά εργασίας, την ενσωμάτωση στην (εσωτερική) εθνική αγορά, καθώς και την ικανότητα μετασχηματισμού.

Έξυπνοι άνθρωποι: Οι έξυπνοι άνθρωποι σχετίζονται με το ανθρώπινο και το κοινωνικό κεφάλαιο και εξετάζουν τα χαρακτηριστικά της κοινωνίας όπως η ηλικία, η εκπαίδευση, η δημιουργικότητα και η ανοιχτή σκέψη. Οι έξυπνοι άνθρωποι δεν περιγράφονται μόνο από τα προσόντα και την εκπαίδευσή τους, αλλά και από την ποιότητα των κοινωνικών αλληλεπιδράσεων όσον αφορά την ένταξη τους στη δημόσια ζωή.

Έξυπνη διακυβέρνηση: Η έξυπνη διακυβέρνηση περιλαμβάνει πολιτικές πτυχές όπως τη συμμετοχή των πολιτών στη λήψη αποφάσεων, δημόσιες και κοινωνικές υπηρεσίες για τους πολίτες καθώς και τη λειτουργία της διοίκησης. Οι κυβερνήσεις μπορούν να έχουν έναν ρόλο διευκόλυνσης ή να αναζητούν ενεργά τη συμβολή των πολιτών και των επιχειρήσεων και έτσι να επικοινωνούν προς το κοινό. Η έξυπνη διακυβέρνηση μπορεί να επιφέρει αλλαγές στους κανόνες και τις αξίες προς τις έξυπνες εφαρμογές πόλης.

Έξυπνη κινητικότητα: Η έξυπνη κινητικότητα περιγράφεται από τους εξής παράγοντες: τοπική / διεθνή / εθνική προσβασιμότητα, διαθεσιμότητα υποδομής των (ΤΠΕ), βιώσιμα/καινοτόμα/ασφαλή συστήματα μεταφορών, επίσης περιλαμβάνει την αποτελεσματική διαχείριση της κυκλοφορίας μέσα από IoT πλατφόρμες και μετρήσεις των εκπομπών CO₂, τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών (Geographical Information Systems) για τη βελτίωση του σχεδιασμού των ταξιδιών και τον σχεδιασμό κινητών διαδρομών από και προς τα σημεία ενδιαφέροντος των επισκεπτών (Giffinger et al., 2007).

Έξυπνο περιβάλλον: Το έξυπνο περιβάλλον περιγράφεται από ελκυστικές φυσικές συνθήκες (κλίμα, πράσινοι χώροι κ.λπ.), ρύπανση, διαχείριση των πόρων (βιώσιμη διαχείριση) και επίσης από προσπάθειες για την προστασία του περιβάλλοντος (Giffinger et al., 2007). Το πιο δημοφιλή χαρακτηριστικό έξυπνων πόλεων είναι αυτό του έξυπνου περιβάλλοντος, όπου εμφανίζεται ο μεγαλύτερος αριθμός πρωτοβουλιών για τη βελτίωσή του. Στην έννοια του έξυπνου περιβάλλοντος περιλαμβάνεται η έξυπνη ενέργεια, συμπεριλαμβάνοντας και τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, τα ενεργειακά δίκτυα μέσω (ΤΠΕ), ο έλεγχος - παρακολούθηση της ρύπανσης, τα έξυπνα κτίρια και οι υποδομές, η πράσινη αστική ανάπτυξη και ο σχεδιασμός της, η αποδοτική χρήση των πόρων, η ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση υλικών. Επίσης περιλαμβάνονται αστικές υπηρεσίες όπως ο φωτισμός δημόσιων χώρων, η διαχείριση απορριμμάτων και η διαχείριση των υδάτινων πόρων.

Έξυπνη διαβίωση: Η έξυπνη διαβίωση αναφέρεται στην κοινωνική πλευρά των έξυπνων πόλεων όσον αφορά την ποιότητα ζωής. Η έξυπνη διαβίωση περιλαμβάνει διάφορες πτυχές της ποιότητας ζωής όπως τον πολιτισμό, την υγεία, την ασφάλεια, τον τουρισμό, την εκπαίδευση και την κοινωνική συνοχή.



Σχήμα 2. Χαρακτηριστικά Έξυπνης πόλης (Giffinger et al., 2007)

Ενώ οι παράγοντες που τα αποτελούν είναι:

<p>SMART ECONOMY (Competitiveness)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Innovative spirit ▪ Entrepreneurship ▪ Economic image & trademarks ▪ Productivity ▪ Flexibility of labour market ▪ International embeddedness ▪ <i>Ability to transform</i> 	<p>SMART PEOPLE (Social and Human Capital)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Level of qualification ▪ Affinity to life long learning ▪ Social and ethnic plurality ▪ Flexibility ▪ Creativity ▪ Cosmopolitanism/Open-mindedness ▪ Participation in public life
<p>SMART GOVERNANCE (Participation)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Participation in decision-making ▪ Public and social services ▪ Transparent governance ▪ <i>Political strategies & perspectives</i> 	<p>SMART MOBILITY (Transport and ICT)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Local accessibility ▪ (Inter-)national accessibility ▪ Availability of ICT-infrastructure ▪ Sustainable, innovative and safe transport systems
<p>SMART ENVIRONMENT (Natural resources)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Attractivity of natural conditions ▪ Pollution ▪ Environmental protection ▪ Sustainable resource management 	<p>SMART LIVING (Quality of life)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cultural facilities ▪ Health conditions ▪ Individual safety ▪ Housing quality ▪ Education facilities ▪ Touristic attractivity ▪ Social cohesion

Σχήμα 3. Χαρακτηριστικά και παράγοντες μιας έξυπνης πόλης (Giffinger et al., 2007)

Όπως αναφέραμε παραπάνω η ανάπτυξη μιας πόλης δε μπορεί να βασιστεί αποκλειστικά και μόνο σε μια διάσταση ή ακόμα και σε κάποια χαρακτηριστικά αλλά σε ένα ευρύ φάσμα χαρακτηριστικών/δραστηριοτήτων κτλ. Τα 8 βασικότερα πεδία δραστηριοτήτων που αφορούν τις έξυπνες πόλεις είναι (Pervoli et al., 2014):

- **Νερό:** Λόγω της ραγδαίας πληθυσμιακής αύξησης στις πόλεις, είναι απαραίτητο να αναβαθμιστούν τα συστήματα διαχείρισης, συλλογής και διανομής νερού. Ιδανικά η χρήση των υδάτινων πόρων και η μείωση κατανάλωσης του νερού θα ήταν μια αποτελεσματική λύση.
- **Ηλεκτρονική διακυβέρνηση:** Έπειτα από τη ραγδαία τεχνολογική ανάπτυξη της εποχής η χρήση των (ΤΠΕ) αποτελεί ένα στόχο για τη διευκόλυνση της

επικοινωνίας και της διαχείρισης των κυβερνήσεων, των κατοίκων και των επιχειρήσεων μιας πόλης.

- **Κτίρια:** Προκειμένου να επιτευχθεί τόσο μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης, όσο και ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, έχει αναπτυχθεί ένα δίκτυο έξυπνων κτιρίων, τα οποία κάνουν χρήση αυτοματισμών και ασφάλειας.
- **Εκπομπές CO₂:** Επειδή το μεγαλύτερο ποσοστό εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα προέρχεται από τις αστικές μετακινήσεις, με τη χρήση των νέων ΤΠΕ, παρέχεται η δυνατότητα στις έξυπνες πόλεις να μειώσουν τις εκπομπές τόσο του CO₂, όσο και των άλλων αερίων του θερμοκηπίου, εξοικονομώντας πόρους.
- **Ενέργεια:** Η αειφόρος ανάπτυξη αποτελεί μια πτυχή της έξυπνης πόλης, η οποία προϋποθέτει τη χρήση νέων, αποτελεσματικών και φιλικών τεχνολογιών προς το περιβάλλον. Ειδικότερα, αυτό επιτυγχάνεται με την ανάπτυξη εναλλακτικών μορφών καυσίμου και πηγών ενέργειας, δημιουργώντας ένα έξυπνο ενεργειακό δίκτυο.
- **Ασφάλεια:** Μέσα από τη χρήση των νέων τεχνολογιών επιτυγχάνεται η βελτίωση της ασφάλειας μιας πόλης, καθώς και των κατοίκων που την εμπεριέχουν.
- **Κοινωνική καινοτομία:** Μέσα από την ανάπτυξη καινοτόμων πρακτικών και δραστηριοτήτων, αυξάνεται το βιοτικό επίπεδο μιας πόλης και επομένως βελτιώνεται η ζωή των πολιτών της.
- **Μεταφορές:** Οι αστικές μεταφορές συμβάλουν στην αύξηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, ρυπαίνουν την ατμόσφαιρα και προκαλούν θόρυβο. Η ανάπτυξη ευφυών συστημάτων μεταφοράς και υπηρεσιών αποτελεί μια βέλτιστη λύση ελαχιστοποίησης των παραπάνω προβλημάτων.

3.4 Περιπτώσεις έξυπνων πόλεων με έξυπνα κτίρια

Η Bélissent (2010), αναφέρει πως η Songdo IBD in South Korea, η Lavasa in India, Hwaseong Dongtan in South Korea, Meixi District in China, Skolkovo Technopolis in Russia είναι είδη νέων πόλεων (χτισμένα από την αρχή), και παρατηρούμε ότι κατευθύνονται προς την δημιουργία έξυπνων κτιρίων. Συγκεκριμένα αναφέρει για κάθε μία από τις νέες πόλεις σε τι είδος "έξυπνης" ανάπτυξης έχει κατευθυνθεί, δηλαδή:

- Songdo IBD in South Korea:

- Global business district,
- Renewable energy,
- Smart transportation,
- Smart buildings,
- Smart city operations

-Lavasa in India:

- New urbanism,
- Eco-friendly planning,
- Smart buildings,
- Smart transportation,
- e-Government

-Hwaseong Dongtan in South Korea:

- Business district,
- Smart traffic and transportation,
- Smart buildings,
- U-city framework

-Meixi District in China:

- Business district,
- Renewable energy,
- Smart transportation,
- Smart buildings,
- Smart city operations

-Skolkovo Technopolis in Russia:

- Smart buildings,
- Smart transportation,
- R&D center

3.4.1 Songdo IBD στην Νότια Κορέα

Σύμφωνα με την Bélissent (2010) η Songdo IBD στην South Korea, είναι είδος νέας πόλης και έχει κατευθυνθεί και στην δημιουργία έξυπνων κτιρίων. Η Songdo IBD είναι μια νέα έξυπνη πόλη που χτίστηκε από την αρχή, αναπτύχθηκε σε μια έκταση 1500 στρεμμάτων, κατά μήκος της προκυμαίας του Incheon, στην καρδιά της τρίτης μεγαλύτερης αστικής περιοχής της Νότιας Κορέας, που βρίσκεται στην ευρύτερη περιοχή Incheon Metropolitan City και είναι δίπλα στο Διεθνές Αεροδρόμιο

Incheon (Songdo IBD, 2015). Η μεγαλύτερη γέφυρα της Κορέας, η γέφυρα Incheon, εκτείνεται 21χλμ. έτσι ώστε να συνδέει το αεροδρόμιο απευθείας με το Songdo (Songdo IBD, 2015).

Η Songdo IBD (International Business District -Διεθνής επιχειρηματική συνοικία του Songdo), είναι μια έξυπνη αλλά και βιώσιμη πόλη, η οποία θέτει νέα κριτήρια αναφοράς για την αστική ανάπτυξη (Songdo IBD, 2015). Η σημερινή ακμάζουσα μητρόπολη είναι αποτέλεσμα μιας μοναδικής και μακροπρόθεσμης εταιρικής σχέσης δημόσιου και ιδιωτικού τομέα με αποτέλεσμα από το 2001, η συνεργασία αυτή να έχει αναλάβει την ανάπτυξη του Songdo IBD, από το αρχικό κύριο σχέδιο και την υλοποίηση της προηγμένης υποδομής, μέχρι το σχεδιασμό και την ανάπτυξη σε μεταγενέστερες φάσεις και τελικά στην ενδυνάμωση της πόλης (Songdo IBD, 2015). Το αναπτυξιακό αυτό σχέδιο βρίσκεται σε εξέλιξη, με αναμενόμενη ημερομηνία ολοκλήρωσης του 2018 (Gale International, 2015). Η περιοχή έχει σχεδιαστεί για να χρησιμοποιεί κατά 40% λιγότερη ενέργεια από μια παρόμοια πόλη. Όλα είναι επίσης ενσύρματα ώστε να δίνουν πληροφορίες στους κατοίκους, οπότε κάποιος μπορεί να δει πώς η θέρμανση ή ο κλιματισμός ή η χρήση ηλεκτρικής ενέργειας συγκρίνεται με το μέσο όρο των γειτόνων τους (CO.DESIGN, 2016).

Τίτλος της ιστοσελίδας, αναφέρει συγκεκριμένα πως οι άνθρωποι, οι διαδικασίες, τα δεδομένα και τα πράγματα, είναι όλα συνδεδεμένα (Songdo IBD, 2015).



Σχήμα 3.4 Songdo IBD (Gale International, 2015)

Η Songdo IBD είναι έργο που εκτιμάται ότι κοστίζει πάνω από 35 δισεκατομμύρια δολάρια, γεγονός που το καθιστά ένα από τα πιο ακριβά αναπτυξιακά έργα που έχουν αναληφθεί ποτέ και είναι το προϊόν μιας μοναδικής εταιρικής σχέσης δημόσιου και ιδιωτικού τομέα που δημιούργησε χιλιάδες θέσεις εργασίας στην κορεατική χερσόνησο και έφερε την ζωτικότητα στην τοπική οικονομία της πόλης Incheon (Gale International, 2015). Η Songdo IBD είναι επίσης μία από τις πιο βιώσιμες πόλεις του κόσμου και μπορεί να υπερηφανεύεται για την υψηλότερη συγκέντρωση έργων με πιστοποίηση LEED στον κόσμο (International, 2015), δηλαδή 118 κτίρια (CO.DESIGN, 2016) και 20 εκατομμύρια τετραγωνικά πόδια χώρου πιστοποιούνται από το LEED™ (Songdo IBD, 2015). Επίσης η Songdo IBD αναπτύσσεται ως μια βιώσιμη πόλη με περισσότερο από το 40% της έκτασής του να προσδιορίζεται για χώρους πρασίνου (Songdo IBD, 2015).

Ορισμένα από τα έργα με πιστοποίηση LEED™ είναι (Songdo IBD, 2015):

- Πρώτο σχολείο με πιστοποίηση LEED™ στην Κορέα, Chadwick International (Σχήμα 9).
- Πρώτη εκθεσιακή αίθουσα με την πιστοποίηση LEED™ στην Ασία, η Songdo Convensia (Σχήμα 10).
- Πρώτος πύργος κατοικιών στην Κορέα που πιστοποιήθηκε με LEED™, το Sharp central park I.
- Πρώτο ξενοδοχείο με πιστοποίηση LEED™ στην Κορέα, Sheraton Incheon hotel.



Σχήμα 5. Chadwick international school South Korea, σχολείο με πιστοποίηση LEED™ στην Κορέα (Gale International, 2015)

Το συνεδριακό κέντρο Convensia όπως φαίνεται παρακάτω στην (Σχήμα 2.13) είναι το πρώτο στην Ασία που έχει επιτύχει την πιστοποίηση LEED. Ήταν το πρώτο έργο που ολοκληρώθηκε στο Songdo IBD και άνοιξε για επαγγελματικούς σκοπούς τον Οκτώβριο του 2008. Ο καινοτόμος σχεδιασμός του υποδηλώνει την οροσειρά Taebek που εκτείνεται σε όλη την Βόρεια και Νότια Κορέα. Ορισμένες από τις εγκαταστάσεις υποστήριξης του Songdo Convensia περιλαμβάνουν δυνατότητες ασύρματου internet σε όλο το συνεδριακό κέντρο, συστήματα καρτών RFID, κάμερες αναγνώρισης φωνής και διερμηνεία σε 8 γλώσσες (Gale International, 2015).



Σχήμα 6. Songdo Convensia, εκθεσιακή αίθουσα με την πιστοποίηση LEED™ στην Ασία (Gale International, 2015)

Τα επιτεύγματα αειφορίας του Songdo IBD είναι πολλά και περιλαμβάνουν (CISIONPR, 2016):

- 118 κτίρια πιστοποιημένα από το LEED™, μία από τις υψηλότερες συγκεντρώσεις πράσινων κτιρίων στον κόσμο.
- Ένα σύστημα διάθεσης πεπιεσμένου αέρα παγκοσμίως (ένα από τα μεγαλύτερα στον κόσμο) που αποφεύγει την ανάγκη για απορριμματοφόρα και θέτει νέα πρότυπα στην αποτελεσματικότητα της ανακύκλωσης.
- 40% πράσινο χώρο που περιλαμβάνει ένα κεντρικό πάρκο 101 στρεμμάτων με ένα πλήρως αυτοσυντηρούμενο σύστημα άρδευσης.
- Η συνολική κατανάλωση ενέργειας στο Songdo IBD είναι έως και 40% λιγότερη ανά άτομο, από μια μέση υπάρχουσα πόλη λόγω της χρήσης της μόνωσης: γυαλί υψηλής απόδοσης, εξοπλισμός υψηλής τεχνολογίας για φωτισμό, θέρμανση και κλιματισμό, την τεχνολογική υποδομή που συνδέει όλα τα υποσυστήματα κτιρίων κ.α. Το αποτέλεσμα είναι ένα σημαντικά μειωμένο αποτύπωμα άνθρακα για μια αστική ανάπτυξη.
- Όλες οι κατοικίες του Songdo IBD είναι εξοπλισμένες με σύστημα HomeNet οικιακού αυτοματισμού της U. Life Solutions, το οποίο επιτρέπει στους κατοίκους, από έναν ψηφιακό πίνακα ελέγχου, να παρακολουθούν τη χρήση

ενέργειας και να την συγκρίνουν με άλλους στο δίκτυο, με αποτέλεσμα οι κάτοικοι να μειώνουν σημαντικά την κατανάλωση ενέργειας.

- Μυριάδες αισθητήρες τοποθετημένοι σε ολόκληρη την πόλη επιτρέπουν την παροχή πληροφοριών στους πολίτες, συμπεριλαμβανομένης της συνεχούς ενημέρωσης για παρακολούθηση της ρύπανσης του περιβάλλοντος, της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, της πορείας κ.α.

3.4.2 Βιέννη, Aspern

Βιέννη:

Βιβλιογραφικά στοιχεία για την έξυπνη πόλη της Βιέννης εμφανίζονται το έτος 2012. Παράλληλα ο Cohen (2012) αναφέρει πως κατατάσσει την Βιέννη στη 1η θέση, μεταξύ 100 πόλεων, σύμφωνα με ένα συνδυασμό τοπικών δεικτών μέτρησης καινοτομίας και της ποιότητας ζωής (CO.DESIGN, 2018).

Με τον πληθυσμό της συνεχώς να αυξάνεται, ενισχύει τον ρόλο των δυνατοτήτων της, και επιθυμώντας να ενταχθεί στις παγκόσμιες έξυπνες πόλεις, δίνει πρωταρχικό ρόλο σε θέματα προστασίας περιβάλλοντος, ενέργειας (ενεργειακής απόδοσης), βελτιωμένων αστικών μετακινήσεων, κτιρίων και υποδομών, αναπτύσσοντας μια στρατηγική πλαίσιο για την αειφόρο ανάπτυξη (Smart City Wien) η οποία πρόκειται να συμβάλει στην ανάπτυξη της Βιέννης σε συνδυασμό με τη μειωμένη κατανάλωση πόρων (Vienna City Administration, 2014). Επίσης ενισχύει και το ρόλο του εκπαιδευτικού συστήματος, έρευνας, διάθεσης αποβλήτων (Vienna City Administration, 2014). Ταυτόχρονα, αναφέρεται πως η χρήση των πόρων πρέπει να περιοριστεί, να καταναλώνονται λιγότερα ορυκτά καύσιμα επειδή η χρήση τους συμβάλλει σημαντικά στην αλλαγή του κλίματος και έχει τεράστιο οικονομικό κόστος (Vienna City Administration, 2014).

Μια έξυπνη πόλη διαφυλάσσει τους πόρους και το περιβάλλον της, καθώς επίσης βελτιώνει την ποιότητα ζωής της μέσω της καινοτομίας σε όλους τους τομείς (Vienna City Administration, 2014).

Δεν είναι τυχαίο ότι η Βιέννη κατέχει ηγετική θέση στις πόλεις του κόσμου. Η αφετηρία του για να γίνει μια έξυπνη πόλη είναι εξαιρετική, ειδικά στους ακόλουθους τομείς:

- **Κοινωνική στέγαση:** Η οποία περιλαμβάνει δημοτικές κατοικίες και μη κερδοσκοπικές ενώσεις κατοικίας. Μαζί, κατέχουν περισσότερες από 400.000 κατοικίες υψηλής ποιότητας που διανέμονται σε όλη την πόλη. Αυτό συμβάλλει σημαντικά σε ένα καλό κοινωνικό μείγμα και οικονομικού κόστους στέγασης (Vienna City Administration, 2014), **-Δημόσια συγκοινωνία, -Επιχειρήσεις, - Το νερό της Βιέννης, -Διαχείριση των αποβλήτων, -Χώροι πρασίνου** (Vienna City Administration, 2014).

Ο εκσυγχρονισμός, οι αναβαθμίσεις καθώς και οι τεχνολογικές και κοινωνικές καινοτομίες στους τομείς της ενέργειας, της κινητικότητας, των υποδομών και των κτιρίων, έχουν ως στόχο τη μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα ως το 2050 και επομένως να επιτευχθούν οι στόχοι της ΕΕ για το 2020, το 2030 και το 2050 (Vienna City Administration, 2014).

Οι τρεις κεντρικοί στόχοι του στρατηγικού σχεδίου ανάπτυξης (Smart city Wien) είναι: πόροι, καινοτομία και ποιότητα ζωής, οι οποίοι αναλύονται με επιμέρους λεπτομερείς στόχους (Vienna City Administration, 2014) και θα αναφέρουμε μόνο τους στόχους που αφορούν τα κτίρια.

Objectives Buildings:-Βελτιστοποίηση κόστους μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας για όλες τις νέες δομές, προσθήκες και ανακατασκευές από το 2018/2020 και περαιτέρω ανάπτυξη των συστημάτων παροχής θερμότητας για ακόμη καλύτερα επίπεδα προστασίας του κλίματος (Vienna City Administration, 2014). -Οι ολοκληρωμένες δραστηριότητες αποκατάστασης συνεπάγονται τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των υφιστάμενων κτιρίων για θέρμανση / ψύξη χώρων, θέρμανσης νερού κατά 1% κατά κεφαλή και ανά έτος (Vienna City Administration, 2014).

Με λίγα λόγια οι ανακαινίσεις παλαιών κτιρίων καθώς και οι νέες κατασκευές, να είναι στηριζόμενες στα βελτιστοποιημένα πρότυπα που προωθούν την μηδενική κατανάλωση ενέργειας.

Aspern:

Μια νέα αστική περιοχή της Βιέννης η Aspern Seestadt. Η Aspern είναι μέρος του Donaustadt, της 22ης περιφέρειας της Βιέννης. Η ASCR (Aspern Smart City Research) είναι μια κοινή πρωτοβουλία μεταξύ της Siemens AG Oesterreich, ενός φορέα παροχής ηλεκτρικής ενέργειας (Wiener Netze) και ενός μεγάλου προμηθευτή ενέργειας (Wien Energie) και πολλών παρόχων ενέργειας στη Βιέννη (Aspern Smart City, 2018). Αυτή η περιοχή θα περιλαμβάνει διαμερίσματα και γραφεία, μια επιχειρηματική, επιστημονική, ερευνητική και εκπαιδευτική περιοχή. Το 50% του χώρου προορίζεται για κοινόχρηστους χώρους - πλατείες, πάρκα και χώρους αναψυχής. Βήμα προς βήμα, μέχρι το 2030, η περιοχή θα εξελιχθεί σε μια έξυπνη πόλη του μέλλοντος, με 20.000 κατοίκους και 20.000 επιπλέον θέσεις εργασίας (Aspern Smart City, 2018).

Το έργο ASCR αποτελεί ευκαιρία για την ανάπτυξη μιας μακροπρόθεσμης ολοκληρωμένης έννοιας για μια ενεργειακά βελτιστοποιημένη συνοικία της πόλης, χρησιμοποιώντας κατάλληλες τεχνολογίες, προϊόντα και λύσεις σε μια πραγματική υποδομή. Ο γενικός στόχος είναι να γίνει όλο το σύστημα «πιο έξυπνο», με την παροχή ηλεκτρικού ρεύματος, τα συστήματα κτιρίων, τα ευφυή δίκτυα ηλεκτροδότησης και τις τεχνολογίες πληροφορικής και επικοινωνιών που αλληλεπιδρούν με βέλτιστο τρόπο (Aspern Smart City, 2018). Για παράδειγμα, μέρος του σχεδίου περιλαμβάνει τη σύνδεση κτιρίων που έχουν διαφορετικές λειτουργίες, δηλαδή γραφεία και διαμερίσματα, στο δίκτυο διανομής χαμηλής τάσης. Αυτό θα επιτρέψει την αποτελεσματική διαχείριση της ανταλλαγής ενέργειας μεταξύ των κτιρίων και τη βελτιστοποίηση της τοπικής κατανάλωσης ενέργειας (Aspern Smart City, 2018).

Τα έξυπνα κτίρια του έργου SCDA αντιπροσωπεύουν σύγχρονα κτίρια για τους πολίτες, τα οποία ανατίθενται ολοένα και περισσότερο σε όλη την Ευρώπη (Valgaen et al, 2017). Τα κτίρια αυτά είναι εξοπλισμένα με Φ/Β συστήματα, υβριδικά συστήματα, ηλιακά θερμικά πάνελ, αντλίες θερμότητας, διάφορες θερμικές και ηλεκτρικές εγκαταστάσεις αποθήκευσης (Valgaen et al, 2017), καθώς και έξυπνα υλικά, υπηρεσίες κτιρίων και πληροφορικής, τα οποία λειτουργούν ως ευέλικτοι prosumer, δηλαδή δεν καταναλώνουν μόνο ενέργεια, αλλά παράγουν και αποθηκεύουν (ASCR, 2016). Τα πολύπλοκα συστήματα ΤΠΕ επιτρέπουν την

αυτοματοποιημένη, άριστα ελεγχόμενη διανομή, χρήση, αποθήκευση και μετάδοση ενέργειας (ASCR, 2016).

Η ASCR εκτός από τη βελτιστοποίηση της αυτοκατανάλωσης, ενδιαφέρεται ιδιαίτερα και για το δυναμικό των κτιρίων να παρέχουν ενεργειακή ευελιξία στο χρόνο, πέρα από τα όρια του κτιρίου. Μία από τις πλέον επείγουσες ερωτήσεις είναι λοιπόν: πώς μπορούν τα κτίρια να προσφέρουν την ελαστικότητά τους μελλοντικά έτσι ώστε να στηρίζουν το τοπικό δίκτυο μέσης και χαμηλής τάσης ή να ενεργήσουν ενεργά στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας (ASCR, 2016).

Φθάνοντας λοιπόν στο σήμερα, στο πλαίσιο του προγράμματος Aspern Smart City Research αναφέρονται τρία κτίρια: ένα συγκρότημα κατοικιών, ένας ξενώνας για φοιτητές και μια εκπαιδευτική πανεπιστημιούπολη (Νηπιαγωγείο και Δημοτικό σχολείο) τα οποία αποτελούν τα ερευνητικά της αντικείμενα (ASCR, 2016) και συνιστούν το Aspern Smart City.

Wohnhausanlage:

Είναι ένα συγκρότημα κατοικιών και αποτελείται από έξι μεμονωμένες κτιριακές μονάδες, με συνολικά 213 επιδοτούμενα ενοικιαζόμενα διαμερίσματα συνολικής επιφάνειας περίπου 16.000 τετραγωνικών μέτρων (ASCR, 2016). Στο ισόγειο υπάρχουν εμπορικοί χώροι, συμπεριλαμβανομένου ενός διώροφου συλλογικού γκαράζ που κατασκευάστηκε για πολλά κτίρια κατοικιών. Η ASCR κατάφερε να χρησιμοποιήσει την απορριπτόμενη θερμότητα του γκαράζ για παραγωγή ζεστού νερού και θέρμανση μέσω μιας αντλίας θερμότητας αέρα (ASCR, 2016).

Η ιδιαιτερότητα του κτιρίου (Σχήμα 11) είναι η πρόσοψη από ξύλο. Η ενέργεια παράγεται από ηλιακά θερμικά, Φ/Β συστήματα και υβριδικά συστήματα (μείγμα φωτοβολταϊκών και ηλιακών θερμικών συστημάτων) και αντλίες θερμότητας (ASCR, 2016). Επιπλέον, σε αυτό το κτίριο τέθηκε σε λειτουργία με επιτυχία μια νέα ιδέα της εγκατάστασης αποθήκευσης θερμικού φυσικού αερίου (ASCR, 2016).



Σχήμα 7. Wohnhausanlage: Κτίριο με πρόσοψη από ξύλο (ASCR, 2016)

Για την ASCR, η αλληλεπίδραση με τους κατοίκους παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για αυτό το κτίριο (ASCR, 2016). Να αναφέρουμε πως 111 νοικοκυριά αποφάσισαν να συμμετάσχουν ενεργά στην έρευνα αυτή. Κάθε νοικοκυριό έχει την ευκαιρία να παρακολουθεί και να ελέγχει ενεργά την κατανάλωση ενέργειας με μια ειδικά αναπτυγμένη εφαρμογή Smart Home Control.

Studierendenheim:

Ο φοιτητικός ξενώνας Green House (Σχήμα 12) προσφέρει 313 κατοικημένους χώρους πάνω από 7.000 τετραγωνικά μέτρα. Ο ξενώνας είναι χτισμένος στο πρότυπο του παθητικού κτιρίου (ASCR, 2016). Η ηλεκτρική ενέργεια για το κτίριο παράγεται από Φ/Β συστήματα στην οροφή, ενώ η παροχή θέρμανσης για ζεστό νερό παρέχεται μέσω τηλεθέρμανσης. Η ASCR έχει επίσης εφαρμόσει ένα έξυπνο σύστημα διαχείρισης ενέργειας κτιρίου (BEMS) στο φοιτητικό ξενώνα, το οποίο ελέγχει ενεργά τον ενεργειακό εφοδιασμό του κτιρίου και αναλαμβάνει τη βελτιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας (ASCR, 2016).



Σχήμα 8. Studierendenheim: Φοιτητικός ξενώνας (ASCR, 2016)

Bildungscampus: Πανεπιστημιούπολη στην Βιέννη

Από το 2015 είναι η μεγαλύτερη εκπαιδευτική πανεπιστημιούπολη της Βιέννης (Σχήμα 13) στο προάστιο του Seestadt Aspern (ASCR, 2016). Η εκπαιδευτική πανεπιστημιούπολη είναι ένα θερμό-ευαίσθητο κτίριο. Η ενέργεια παράγεται από ηλιακά θερμικά πάνελ και Φ/Β συστήματα καθώς και αντλίες θερμότητας. Ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό αυτού του κτιρίου είναι ότι ο αέρας εξαγωγής που έχει θερμανθεί από τους ανθρώπους και τον τεχνικό εξοπλισμό, αποσύρει τη θερμότητα. Αυτή η ανάκτηση ενέργειας προσφέρει υψηλό δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας (ASCR, 2016).



Σχήμα 9. Bildungscampus: Πανεπιστημιούπολη (ASCR, 2016)

3.5 Περιπτώσεις έξυπνων πόλεων με έξυπνα κτίρια στην Ελλάδα

Εθνικό πλαίσιο: σύντομη περιγραφή

Για την επίτευξη τόσο των στόχων της ΕΕ για το κλίμα και την ενέργεια έως το 2030, όσο και μιας οικονομίας χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα έως το 2050 αποτελεί επιτακτική ανάγκη η ανάπτυξη ενός έξυπνου περιφερειακού και τοπικού ενεργειακού σχεδιασμού σε συνδυασμό με το Ευρωπαϊκό Θεσμικό Πλαίσιο.

Στο πλαίσιο λοιπόν αυτό, δεν γινόταν οι οδηγίες που έχουν εκδοθεί από την Ευρωπαϊκή Κεντρική Επιτροπή να μην περιλαμβάνουν τον κτιριακό τομέα. Έτσι η Ευρωπαϊκή Επιτροπή εξέδωσε την Οδηγία 2002/91/EK για την ενεργειακή απόδοση κτιρίων, η οποία προέβλεπε την ενεργειακή επιθεώρηση και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης κτιρίων, την διαδικασία επιθεώρησης για τους λέβητες, τις εγκαταστάσεις θέρμανσης και τις εγκαταστάσεις κλιματισμού (ΤΕΕ, 2018). Αποτελεί το νομικό εργαλείο της Ευρωπαϊκής Κοινότητας με στόχο την ορθολογική χρήση της ενέργειας στον κτιριακό τομέα.

Το 2010 όμως η Ευρωπαϊκή Επιτροπή επανήλθε με την Οδηγία 2010/31/ΕΕ για την ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίων (αναδιατύπωση), για να καλύψει κάποια κενά και να αποσαφηνίσει κάποιες έννοιες (ΤΕΕ, 2018). Η νέα αυτή οδηγία ορίζει ότι, τα νέα κτίρια από το 2020 θα πρέπει να είναι σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης (NZEB - Nearly Zero Energy Building), ενώ για τα δημόσια κτίρια αυτό θα ισχύσει από το 2018 (ΤΕΕ, 2018). Δηλαδή αναπτύσσει μια μεθοδολογία που αποσκοπεί στην κάλυψη των αναγκών σε ενέργεια για θέρμανση, ζεστό νερό, ψύξη, εξαερισμό και φωτισμό, περιορίζοντας τις ενεργειακές απαιτήσεις. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα τόσο τη μείωση της ενεργειακής εξάρτησης και των αερίων του θερμοκηπίου, όσο και την επίτευξη του στόχου του 2020 για μείωση της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας κατά 20%.

Όπως όλα τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, έτσι και η Ελλάδα είχε την υποχρέωση να εναρμονιστεί με την έκδοση και την εφαρμογή σχετικών νομοθετικών διατάξεων (ΤΕΕ, 2018), λαμβάνοντας υπόψη τις τοπικές κλιματολογικές, οικονομικές και κοινωνικές συνθήκες, συμμετέχοντας στην κοινή προσπάθεια για εξοικονόμηση ενέργειας και μείωση της εκπομπής ρύπων μέσα από την αναβάθμιση του κτιριακού

τομέα. Έτσι λοιπόν συστάθηκε ο «Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων - Κ.Εν.Α.Κ.». Η ισχύουσα Ελληνική νομοθεσία σε σχέση με την μείωση της κατανάλωσης ενέργειας των κτιρίων μέχρι πριν από λίγα χρόνια περιοριζόταν στη μελέτη θερμομόνωσης που απαιτούνταν για κάθε νέα κατασκευή, σύμφωνα με τον «Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτιρίων -ΚΘΚ». Ο κανονισμός αυτός αντικαταστάθηκε από τον «Κανονισμό Ορθολογικής Χρήσης και Εξοικονόμησης Ενέργειας-ΚΟΧΕΕ» και αφορά τον περιορισμό των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα με τον καθορισμό μέτρων και όρων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.

Το πρώτο βήμα για την εναρμόνισή μας με την Οδηγία 2002/91/ΕΚ ήταν η έκδοση του Νόμου 3661/2008 (ΦΕΚ Α΄ 89) «Μέτρα για τη μείωση της Ενεργειακής Κατανάλωσης των Κτιρίων και άλλες διατάξεις» σύμφωνα με την οδηγία ΥΠΕΚΑ 1 (2018).

Εφόσον η Οδηγία 2002/91/ΕΚ τροποποιήθηκε από την Οδηγία 2010/31/ΕΕ, η εναρμόνισή μας με τη νέα αυτή οδηγία έγινε με την έκδοση του νέου Νόμου 4122/2013 (ΦΕΚ Α' 42) «Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων - Εναρμόνιση με την Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και λοιπές διατάξεις» (ΤΕΕ, 2018), όπου προβλέπεται η ανάπτυξη σχεδίου προκειμένου να αυξηθεί ο αριθμός των κτιρίων με σχεδόν μηδενική ενεργειακή κατανάλωση.

Όπως αναφερθήκαμε παραπάνω, βάσει του νόμου υπήρχε η υποχρέωση έκδοσης σχετικού κανονισμού «Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων» (Κ.Εν.Α.Κ.) στον οποίο, μεταξύ άλλων, θα πρέπει να καθορίζονται οι ελάχιστες τεχνικές προδιαγραφές και απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης των νέων και ριζικά ανακαινιζόμενων κτιρίων, καθώς και η μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης τους (ΤΕΕ, 2018).

Για την υποστήριξη της εφαρμογής του (Κ.Εν.Α.Κ.) εγκρίθηκαν με την οικ.17178/2010 Απόφαση Υπουργού ΠΕΚΑ(ΦΕΚ 1387/Β/2.9.2010) οι παρακάτω Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος (ΤΕΕ):

α) ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010 «Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης»,

- β) TOTEE 20701-2/2010 «Θερμό-φυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων»,
- γ) TOTEE 20701-3/2010 «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών»,
- δ) TOTEE 20701-4/2010 «Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού»
- ε) TOTEE 20701-5/2012 «Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού, Θερμότητας & Ψύξης: Εγκαταστάσεις σε κτήρια» (ΥΠΕΚΑ 1, 2018).

Επίσης στο σύνολο των βασικών οδηγιών που αφορούν μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας στην Ελλάδα είναι:

- Νόμος 3468/2006 (ΦΕΚΑ129/27.06.2006), Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις.
- Νόμος 3851/2010, Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.
- Νόμος 3855/2010 Μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά την τελική χρήση, ενεργειακές υπηρεσίες και άλλες διατάξεις.
- ΚΥΑ Δ6/Β/14826 (ΦΕΚ 1122/Β/17.06.2008), Μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και την εξοικονόμηση ενέργειας στο δημόσιο και ευρύτερο δημόσιο τομέα.
- ΚΥΑ Δ6/Β/3155 (ΦΕΚ 266/Β/05.03.2003), Ένδειξη της κατανάλωσης ενέργειας για τις οικιακές κλιματιστικές συσκευές, σε συμμόρφωση προς την Οδηγία της Επιτροπής των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων 2002/31/ΕΚ και σε εφαρμογή του ΠΔ 180/1994.
- ΚΥΑ Δ6/Β/13897 (ΦΕΚ 1792/Β/28.09.1999), Ένδειξη της κατανάλωσης ενέργειας για τους οικιακούς λαμπτήρες σε συμμόρφωση προς την Οδηγία της Επιτροπής των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων 98/11/ΕΚ της 27ης Ιανουαρίου 1998 και σε εφαρμογή του Π.Δ. 180/94.
- ΚΥΑ Δ6/Β/5825 - ΚΕΝΑΚ (ΦΕΚ 407/Α/09.04.10), Έγκριση Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων.
- ΚΥΑ (ΦΕΚ 1079/Β/04.06.2009), Ειδικό Πρόγραμμα Ανάπτυξης Φ/Β Συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις και ιδίως σε δώματα και στέγες κτιρίων.

Μέχρι και σήμερα δεν μπορούμε να πούμε πως στην Ελλάδα υπάρχει κάποιο χαρακτηριστικό παράδειγμα πόλης όπου έχει εφαρμόσει πλήρως το Εθνικό πλαίσιο, αλλά και που ο όγκος των υποδομών της, των έξυπνων πρακτικών κτιρίων και των ψηφιακών λύσεων της, να της προσδίδει τον χαρακτηρισμό της έξυπνης πόλης, όμως υπάρχουν τουλάχιστον ορισμένοι Ελληνικοί δήμοι όπως: ο Δήμος Αθηναίων, ο Δήμος Ηρακλείου Κρήτης, ο Δήμος Τρικκαίων, ο Δήμος Λάρισας -και όχι μόνο- οι οποίοι έχουν υιοθετήσει ενδιαφέρουσες πρωτοβουλίες και για τους οποίους θα αναφερθούμε αναλυτικά στις αμέσως παρακάτω υποενότητες.

3.5.1 Αθήνα

Το πρώτο ολοκληρωμένο σχέδιο προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή που συντάχθηκε από Ελληνική πόλη διαθέτει πλέον ο Δήμος Αθηναίων, το οποίο αποσκοπεί στη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου κατά 40% και αφετέρου στην προστασία της πόλης και του πληθυσμού από την κλιματική αλλαγή έως το 2030 (Δήμος Αθηναίων, 2017). Το σχέδιο αυτό περιλαμβάνει τόσο παρεμβάσεις άμεσης προτεραιότητας οι οποίες έχουν υλοποιηθεί ήδη, αλλά και δράσεις με μακροχρόνια προοπτική (Δήμος Αθηναίων, 2017).

Η συμμετοχή της Αθήνας σε διεθνώς δίκτυα πόλεων, όπως το «C40» και οι «100 Ανθεκτικές Πόλεις», καθώς και η ενεργή παρουσία της στη διεθνή πρωτοβουλία του Συμφώνου των Δημάρχων για το Κλίμα και την Ενέργεια, φέρνει απτά αποτελέσματα (Δήμος Αθηναίων, 2017).

Μεταξύ των παρεμβάσεων που υλοποιούνται ήδη σε εναρμόνιση με το σχέδιο προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή, περιλαμβάνονται κυρίως σε κτίρια:

- Πράσινες στέγες σε σχολικά κτίρια (ήδη έχουν ολοκληρωθεί 13 και προγραμματίζονται νέα).
- Ενεργειακές αναβαθμίσεις σε 4 σχολικά συγκροτήματα, δηλαδή 9 κτίρια (ήδη προγραμματίζονται οι επόμενες παρεμβάσεις).
- Κατασκευή 2 βιοκλιματικών βρεφονηπιακών σταθμών.

- Σύνδεση σχολικών κτιρίων με φυσικό αέριο και απαλλαγή από χρήση πετρελαίου θέρμανσης.
- Τοποθέτηση NFC tags στα δημόσια κτίρια με πληροφορίες για τη θερμοκρασία και τα δροσερά σημεία της πόλης, συνδεδεμένα με την εφαρμογή Treasure (Δήμος Αθηναίων, 2017).

Επόμενες παρεμβάσεις:

- Βελτίωση και αντικατάσταση όλων των λαμπτήρων σε LEED.
- Νέες ενεργειακές αναβαθμίσεις σε σχολικά κτίρια

Το σχέδιο δράσης για την κλιματική αλλαγή του Δήμου Αθηναίων απαντά στους κινδύνους και αποδεικνύει τη δέσμευσή του για την προστασία του περιβάλλοντος αλλά και του πληθυσμού της Αθήνας, με σοβαρό σχεδιασμό, προοπτική αλλά και αμεσότητα (Δήμος Αθηναίων, 2017).

3.5.2 Ηράκλειο Κρήτης

Η πληθυσμιακή εξέλιξη του Δήμου Ηρακλείου σημειώνει συνεχή ανοδική πορεία και σύμφωνα με την (απογραφή του 2011) ο πληθυσμός ανέρχεται περίπου στους 173.450 κατοίκους και είναι το μεγαλύτερο αστικό κέντρο της Κρήτης και αποτελεί μια από τις πιο πυκνοκατοικημένες πόλεις της Ελλάδας (Δήμος Ηρακλείου, 2018).

Ο Δήμος Ηρακλείου αποτελεί το βασικό πυλώνα του αναπτυξιακού σχεδιασμού σε τοπικό επίπεδο. Δίνει ιδιαίτερο βάρος στη βιώσιμη ενεργειακή διαχείριση, δηλαδή στην προώθηση της βιώσιμης ενέργειας στα κτίρια (κυρίως όσον αφορά τα δημοτικά κτίρια) αλλά και γενικότερα σε πρακτικές εξοικονόμησης ενέργειας μέσα από μια ολοκληρωμένη ενεργειακή στρατηγική που στηρίζεται στην αειφορία και στην αξιοποίηση όλων των πόρων και του ανθρωπίνου δυναμικού της περιοχής (Δήμος Ηρακλείου, 2018).

Το 2011 ο Δήμος υπέγραψε το Σύμφωνο των Δημάρχων (μια φιλόδοξη πρωτοβουλία συμμετοχής των τοπικών αρχών και των πολιτών με στόχο την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης, την εξοικονόμηση πόρων και την αναβάθμιση της ποιότητας ζωής των δημοτών), έχοντας θέσει ως στόχο τη μείωση του ποσοστού των

εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά τουλάχιστον 20% έως το 2020 (Δήμος Ηρακλείου, 2018). Στο πλαίσιο αυτό, έχει εκπονήσει και υλοποιεί Σχέδιο Δράσης Αειφόρου Ενέργειας, το οποίο είναι ένα αποδεικτικό στοιχείο που προσδιορίζει την ενεργειακή πολιτική του Δήμου καθώς και την πρόθεσή του για την επίτευξη του παραπάνω στόχου (Δήμος Ηρακλείου, 2018).

Ανάμεσα στις δράσεις του Δήμου είναι η συμμετοχή του Ηρακλείου στο πρόγραμμα Smart city καθώς και η διάκρισή του ως μια από τις 21 πιο έξυπνες πόλεις παγκοσμίως (Δήμος Ηρακλείου, 2018)

Δράσεις(Δήμος Ηρακλείου, 2018):

- Από το 2008 ο Δήμος Ηρακλείου αποφάσισε την εφαρμογή στο νέο Πολιτιστικό Κέντρο, της μεθόδου της αβαθούς Γεωθερμίας με χρήση του υδροφόρου ορίζοντα για τη θέρμανση, ψύξη και παραγωγή ζεστού νερού του κτιρίου.
- Το 2009 κατατέθηκαν για έγκριση δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε δημοτικά κτίρια και σχολεία σε πλαίσια προγραμμάτων.
- Ανάμεσα στις πρωτοβουλίες του Δήμου είναι η ανάθεση της μελέτης του πρώτου Βιοκλιματικού παιδικού σταθμού και του πρώτου Βιοκλιματικού αθλητικού κέντρου.
- Θα συστήσει ειδικό συμβουλευτικό Γραφείο Ενεργειακής Διαχείρισης και Κλιματικής Αλλαγής από εξειδικευμένο προσωπικό στο οποίο θα μπορούν να απευθύνονται οι Δημότες για συμβουλές και τεχνική βοήθεια σε θέματα εξοικονόμησης ενέργειας.

Επίσης μεγάλης σπουδαιότητας είναι η πρωτοβουλία του Δήμου να δώσει πρώτος το παράδειγμα για μείωση των εκπομπών ρύπων από τα δημοτικά κτίρια (Δήμος Ηρακλείου, 2018), διότι είναι ένας τομέας ιδιαίτερα ενεργειοβόρος λόγω της παλαιότητάς τους αλλά και των πεπαλαιωμένων συστημάτων θέρμανσης και ψύξης που διαθέτουν. Για αυτό το λόγο η Δημοτική Αρχή προσανατολίζεται σε μια σειρά παρεμβάσεων που θα έχουν εξειδικευμένο χαρακτήρα ανά δημοτικό κτίριο ανάλογα με τις ιδιαίτερες ανάγκες του (Δήμος Ηρακλείου, 2018) καθώς και ομαδοποιημένες παρεμβάσεις προβλέπονται μόνο για τα σχολεία όπου η κατεξοχήν σπατάλη ενέργειας οφείλεται συνδυαστικά στην έλλειψη μόνωσης και στον ενεργειακά

ανεξέλεγκτο τρόπο λειτουργίας του συστήματος κεντρικής θέρμανσης (Δήμος Ηρακλείου, 2018).

Διάφορες παρεμβάσεις - παραδοχές π.χ. για την αναβάθμιση του κτιριακού κελύφους των δημοτικών κτιρίων είναι: προσθήκη θερμομόνωσης, αναβάθμιση συστήματος κεντρικής θέρμανσης, σχεδιασμός κεντροποιημένου συστήματος κλιματισμού, χρήση αβαθούς γεωθερμίας ως μέσο θέρμανσης-ψύξης-παραγωγής ζεστού νερού χρήσης, αντικατάσταση μαγνητικών ballast των φωτιστικών με ηλεκτρονικά, εγκατάσταση συστήματος ενεργειακής διαχείρισης κτιρίου (BEMS)κ.α. (Δήμος Ηρακλείου, 2018).

Τέλος στο Στρατηγικό Σχέδιο του Δήμου Ηρακλείου για την «Έξυπνη πόλη», (Δήμος Ηρακλείου, 2016) αναφέρονται δράσεις και έργα της πόλης του Ηρακλείου που εντάσσονται στους κεντρικούς άξονες που διέπουν την έξυπνη πόλη. Και όπως χαρακτηριστικά αναφέρετε, όραμά τους είναι να καταστεί το Ηράκλειο μια βιώσιμη “πράσινη πόλη”. Ορισμένα από τα πολλά παραδείγματα για τα οποία θα καταβάλουν προσπάθεια είναι τα παρακάτω:

- Πλήρη αξιοποίηση της στρατηγικής που προβλέπει το Σύμφωνο των Δημάρχων για αειφόρο ανάπτυξη και μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης.
- Βιοκλιματικές αναπλάσεις οικισμών και ανοικτών χώρων με παράλληλη αύξηση των χώρων πρασίνου. Στόχος των παρεμβάσεων είναι η βελτίωση του μικροκλίματος του πυκνοδομημένου ιστού της πόλης και η μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων. Προσδιορισμός υφιστάμενων και προβλεπόμενων ποσοστών/ δεικτών.
- Ενεργειακές παρεμβάσεις σε δημοτικά κτίρια μέσω αναβάθμισης του κελύφους τους. Είναι αποδεδειγμένο ότι εργασίες θερμομόνωσης ή βελτιστοποίησης των συστημάτων ψύξης, θέρμανσης και φωτισμού, επιτυγχάνουν θεαματικά ποσοστά εξοικονόμησης ενέργειας. Προσδιορισμός υφιστάμενων και προβλεπόμενων ποσοστών/ δεικτών.
- Καταγραφή και έλεγχος περιβαλλοντικής ρύπανσης, ποιότητας του αέρα, ηχορύπανσης και φωτορρύπανσης μέσω τεχνολογιών τουIoT. Προσδιορισμός υφιστάμενων και προβλεπόμενων ποσοστών/ δεικτών.

- Θα μεριμνήσουν για την ενεργειακή επιθεώρηση όλων των δημοτικών κτιρίων, ώστε να έχουμε ολοκληρωμένη εικόνα των καταναλώσεών τους. Στόχος είναι η ενεργειακή τους κατάταξη τους προκειμένου να καθοριστεί το είδος των επεμβάσεων που χρειάζονται για εξοικονόμηση ενέργειας όπως επίσης και να καθοριστεί το κόστος και ο χρόνος απόσβεσης τους.

3.5.3 Τρίκαλα

Ο Δήμος Τρικκαίων πρωτεργάτης σε θέματα τεχνολογίας έχει διακριθεί ως μια από τις 21 πιο έξυπνες πόλεις του κόσμου για τρεις συνεχόμενες χρονιές, όπως και το Ηράκλειο της Κρήτης στο οποίο αναφερθήκαμε παραπάνω (Intelligent Community Forum, 2015).

Στην ιστοσελίδα του Δήμου Τρικκαίων αναφέρεται πως: Ο Δήμος Τρικκαίων πρωτοπορεί και υλοποιεί ένα πιλοτικό τεχνολογικό εγχείρημα για τους πολίτες, συνδυάζοντας τις σύγχρονες ανάγκες και τη μελλοντική κατάσταση στις πόλεις, με εργαλείο τις εξελίξεις στην πληροφορική (Δήμος Τρικκαίων, 2018).

Κυρίαρχο μέλημα του Δήμου είναι η χρησιμότητα των τεχνολογικών εφαρμογών για τους πολίτες. Συνεχίζοντας αναφέρεται πως μια πόλη του 21ου αιώνα οφείλει να διαθέτει αυτήν την τεχνολογική πρόοδο στους ίδιους τους πολίτες, αλλάζοντας προς το καλύτερο στοιχεία της καθημερινότητας, σε επίπεδο διαβίωσης, ευκολίας στην κίνηση και οικονομίας (Δήμος Τρικκαίων, 2018).

Έτσι λοιπόν στο Δήμο Τρικκαίων, προτάθηκε από ομάδα διακεκριμένων εταιριών (διεθνούς και εθνικής εμβέλειας), να «φιλοξενήσει» ένα σημαντικής κλίμακας πιλοτικό έργο, που διαχέει στους πολίτες τις υπηρεσίες που αξιοποιούν εξελιγμένα τεχνολογικά επιτεύγματα (Δήμος Τρικκαίων, 2018).

Μάλιστα, ένα από τα «έξυπνα» έργα της πόλης -και όχι μόνο-, το οποίο αφορά το κτίριο της Περιφερειακής Ενότητας Τρικάλων και το οποίο εγκαταστάθηκε σε αυτό, είναι το σύστημα παρακολούθησης περιβαλλοντικών συνθηκών, όπου με τη χρήση ειδικών συσκευών περιβαλλοντικών μετρήσεων (όπως για συγκέντρωση αέριων

ρύπων, αιωρούμενων σωματιδίων και θορύβου), μπορεί να εκτιμηθεί η ποιότητα της ατμόσφαιρας και να αξιολογηθεί πιθανός αντίκτυπος στη δημόσια υγεία. Επίσης, απεικονίζονται σε πραγματικό χρόνο τυποποιημένοι δείκτες ποιότητας του περιβάλλοντος που επιτρέπουν συγκριτική αξιολόγηση (benchmarking), επισημάνσεις (alerts) και την αναγνώριση τάσεων που θα μπορούσαν να οδηγήσουν στη λήψη μέτρων (Δήμος Τρικκαίων, 2018). Περισσότερες πληροφορίες για τα έξυπνα έργα της πόλης αναγράφονται στο site του Δήμου.

Τέλος είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι ο Δήμος Τρικκαίων προχώρησε στο Σύμφωνο των Δημάρχων το 2008 και δεσμεύτηκε να υλοποιήσει το Σχέδιο Δράσης Αειφόρου Ενέργειας, έτσι ώστε μέχρι το έτος 2020 να έχει πετύχει σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας και συνολική μείωση εκπομπών του CO₂ κατά 20%. Συγκεκριμένα οι δράσεις ενεργειακής εξοικονόμησης επικεντρώνονται σε κτιριακές παρεμβάσεις, παρεμβάσεις στο δημοτικό ηλεκτροφωτισμό, παρεμβάσεις βιώσιμης αστικής κινητικότητας και σε δράσεις δημοσιότητας και δικτύωσης (Δήμος Τρικκαίων, 2015).

3.5.4 Λάρισα

Η κατανάλωση ενέργειας αποτελεί ίσως τη σημαντικότερη περιβαλλοντική επίπτωση των κτιρίων κατά τη φάση λειτουργίας τους. Ο Δήμος Λαρισαίων προγραμματίσει και υλοποιεί ήδη δράσεις που στοχεύουν τόσο στην εξοικονόμηση ενέργειας στα δημοτικά κτίρια και το δημοτικό φωτισμό αλλά και στην αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Οι δράσεις έχουν ενταχθεί σε συγχρηματοδοτούμενα από την ΕΕ επιχειρησιακά προγράμματα (Δήμος Λαρισαίων, 2013). Με την έναρξη της εφαρμογής του ειδικού προγράμματος ανάπτυξης φωτοβολταϊκών συστημάτων, σε κτιριακές εγκαταστάσεις, που χρησιμοποιούνται για κατοικία, έχουν τοποθετηθεί σε στέγες και δώματα κατοικιών εντός των διοικητικών ορίων του Δήμου Λαρισαίων 255 Φ/Β συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας όπου η συνολική παραγωγή τους και εξοικονόμηση ενέργειας ανέρχεται σε 2387 kwh, με όφελος την μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά 3.500 tn CO₂/έτος περίπου (Δήμος Λαρισαίων, 2013).

Επίσης ο Δήμος Λαρισαίων έχει ενταχθεί στο πρόγραμμα ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΩ του Υπουργείου Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, για την κατασκευή φυτεμένων δωματίων σε υφιστάμενα δημοτικά κτίρια (4ος όροφος του Δημαρχείου, Δημοτικό Ωδείο, Χατζηγιάννειο Πνευματικό Κέντρο και 11ος Παιδικός Σταθμός «Ελευθερίας»), με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας κτιρίων (Δήμος Λαρισαίων, 2013). Ένα από τα μελλοντικά σχέδια/εμβληματικά έργα του Δήμου είναι η ανέγερση Βιοκλιματικού κτιρίου Δημαρχείου. Σκοπός του σχεδιασμού είναι το κέλυφος να επιτρέπει τη βέλτιστη χρήση των ηλιακών κερδών κατά τη χειμερινή περίοδο παράλληλα με την ελαχιστοποίηση των θερμικών απωλειών, ώστε να μειωθεί στο ελάχιστο δυνατό η ενεργειακή κατανάλωση για θέρμανση. Η μείωση των φορτίων δροσισμού θα επιτευχθεί με τον κατάλληλο αερισμό. Στα παραπάνω θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η χρήση του «βιοκλιματικού χώρου πρασίνου», η χρήση του οποίου συνεισφέρει επίσης στη μείωση των φορτίων για θέρμανση (Δήμος Λαρισαίων, 2013).

Παρουσίαση κατάστασης:

Ο Δήμος Λαρισαίων έχει θέσει ως στόχο της πολιτικής του την μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα από τις δραστηριότητες εντός των ορίων του Δήμου κατά 20% από τα επίπεδα του 2008 έως το (Δήμος Λαρισαίων, 2013). Αυτό θα επιτευχθεί μέσω δράσεων, όπως:

- Μείωση των εκπομπών CO₂ από μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας σε όλες τις δημοτικές δραστηριότητες δηλαδή κτίρια και δημοτικό φωτισμό.
- Παραγωγή ποσοστού της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνεται εντός του Δήμου από ΑΠΕ έως το 2020.

Παλαιότερες επιδόσεις:

Ο Δήμος Λαρισαίων έχει υλοποιήσει την σύνδεση με το δίκτυο φυσικού αερίου στο σύνολο των δημοτικών κτιρίων καθώς και όλους τους παιδικούς σταθμούς που ανήκουν στο Δήμο Λαρισαίων αλλά και όλων των σχολείων που έχουν πρόσβαση σε ενεργό δίκτυο φυσικού αερίου (Δήμος Λαρισαίων, 2013). Αυτό σημαίνει πως τα κτίρια αυτά έχουν αντικαταστήσει το πετρέλαιο ως καύσιμο υλικό με φυσικό αέριο (Δήμος Λαρισαίων, 2013).

Μελλοντικά σχέδια:

Οι τομείς των δημοτικών κτιρίων είναι από αυτούς στους οποίους ο Δήμος Λαρισαίων έχει πλήρη ευελιξία αλλά και αρμοδιότητα να εφαρμόσει προγράμματα εξοικονόμησης ενέργειας και ανάπτυξης συστημάτων ΑΠΕ για να επιτευχθεί σημαντική μείωση των εκπομπών CO₂ (Δήμος Λαρισαίων, 2013).

Ο Δήμος έχει ήδη αρχίσει να ενσωματώνει βιοκλιματικές αρχές στα υπό μελέτη και ανέγερση νέα κτίρια του και παρακολουθεί τις τάσεις της Ευρωπαϊκής νομοθεσίας, η οποία θα απαιτήσει, σταδιακά, από το 2018 την ανέγερση ή μετατροπή των δημόσιων κτιρίων, σε κτίρια σχεδόν μηδενικής ενέργειας και εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (Δήμος Λαρισαίων, 2013). Επιπλέον, αναγνωρίζει την μεγάλη σημασία των δημόσιων κτιρίων ως παράδειγμα προς τους πολίτες για την υιοθέτηση των πολιτικών και πρακτικών της αειφόρου ανάπτυξης (Δήμος Λαρισαίων, 2013).

Ο Δήμος Λαρισαίων έχει ήδη συμμετάσχει σε εθνικά χρηματοδοτικά εργαλεία εξοικονόμησης ενέργειας που απευθύνονται στην Τοπική Αυτοδιοίκηση, έτσι στα πλαίσια του χρηματοδοτικού προγράμματος για τους Δήμους ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΩ, ο Δήμος Λαρισαίων θα προχωρήσει σε έργα εξοικονόμησης ενέργειας σε 5 δημοτικά κτίρια (Δήμος Λαρισαίων, 2013) καθώς επίσης και στα πλαίσια του χρηματοδοτικού προγράμματος για Δήμους ΕΠΠΕΡΑΑ, ο Δήμος Λαρισαίων θα προχωρήσει σε έργα εξοικονόμησης ενέργειας σε 2 σχολεία (Δήμος Λαρισαίων, 2013). Επίσης ο Δήμος θα τοποθετήσει Φ/Β συστήματα στις στέγες σχολείων, στα οποία η παραγωγική δυναμικότητα θα είναι 292.000Kwh οπότε και η μείωση εκπομπών CO₂ θα είναι 428.072 tn/έτος (Δήμος Λαρισαίων, 2013). Παρακάτω είναι διαθέσιμος ένας ο (πίνακας) με όλες τις καλές πρακτικές των τεσσάρων Δήμων, ακόμα και εκείνες που δεν αφορούν μόνο δράσεις για κτίρια, έτσι ώστε να αντιληφθούμε πως και η Ελλάδα έχει αποκτήσει ενεργό ρόλο και έχει υιοθετήσει ενδιαφέρουσες πρωτοβουλίες.

<i>Καλές πρακτικές</i>	Δήμος Αθηναίων	Δήμος Ηράκλειου	Δήμος Τρικκαίων	Δήμος Λαρισαίων
Ενίσχυση πρασίνου	v	v	v	v
Αισθητήρες μέτρησης ρύπανσης	—	—	v	—
Σχέδιο Δράσης Αειφόρου Ενέργειας	v	v	v	v
Εγκαταστάσεις ΑΠΕ	v	v	v	v
Ενεργειακές επεμβάσεις κτιρίων	v	v	v	v
Διαδικτυακή πόλη	v	v	v	v
e-υπηρεσίες	v	v	v	v
Υπηρεσίες παραπόνων	v	v	v	v
Ηλεκτρονικές πληρωμές	v	v	—	—
Κέντρο ανοιχτού διαλόγου	—	v	v	—
GIS	v	v	v	v
e-ΚΕΠ / self service	—	—	v	—
Εφαρμογή προσφορών	—	—	v	—
Τηλεματική στα ΜΜΜ	v	v	v	v
Πινακίδες ενημέρωσης φόρτου	v	v	v	v
Αισθητήρες πληροφόρησης ελεύθερων θέσεων parking	v	v	v	v
Ελεγχόμενη στάθμευση	—	—	v	—
Σχεδιασμός βέλτιστης διαδρομής	v	v	—	—
Συνεπιβατισμός	—	—	—	—
Δίκτυο οπτικών ινών	v	v	v	—
Δωρεάν ασύρματη πρόσβαση Wi-Fi	v	v	v	v
Ψηφιακές εφαρμογές κινητού	v	v	v	v
Δίκτυο τηλε-πρόνοιας	—	—	v	—
Τηλεκατάρτιση	—	v	v	v
Λαμπτήρες LED για φωτισμό οδών	v	v	v	—

Πίνακας 3. Συνοπτικός πίνακας καλών πρακτικών από Δήμους της Ελλάδας

4 ΚΕΦΑΛΑΙΟ- ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η προσπάθεια του ανθρώπου για τη συνεχή άνοδο του βιοτικού του επιπέδου, σε συνδυασμό με τη ραγδαία αύξηση του πληθυσμού της Γής, καθώς και την αλόγιστη σπατάλη των ενεργειακών αποθεμάτων του πλανήτη, μπορούν να οδηγήσουν την ανθρωπότητα σε έναν μακρύ ενεργειακό χειμώνα. Οδηγούμαστε σε αυτό το συμπέρασμα βλέποντας την κατασπατάληση των αποθεμάτων πρώτων υλών και πηγών ενέργειας. Μέσα σε 100 χρόνια καταναλώθηκαν πρώτες ύλες που αποταμιεύονταν κατά την διάρκεια της μέχρι σήμερα ζωής του πλανήτη.

Μέχρι τον 16ο αιώνα, το ξύλο ήταν η βασική πηγή παραγωγής θερμικής ενέργειας και μάλιστα ήταν ανανεώσιμη, αλλά με την πρώτη βιομηχανική επανάσταση το ξύλο έδωσε τη θέση του στον άνθρακα. Ο άνθρακας παρουσιάζεται να έχει πλεονεκτήματα έναντι του ξύλου αλλά αν και η χρήση του παρατηρείται ακόμα και σήμερα, παραμένει μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας.

Στις αρχές του 20ου αιώνα ο άνθρακας υποκαταστάθηκε από το πετρέλαιο, εύχρηστη αλλά επίσης μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Όμως η αλόγιστη κατανάλωση του πετρελαίου και αυτή τη φορά από λιγότερες χώρες του κόσμου σε σχέση με τον άνθρακα (Ευρώπη, Βόρεια Αμερική), έφερε στην επιφάνεια το πρόβλημα της ενεργειακής κρίσης.

Οι λόγοι που προκαλούν έντονα προβλήματα σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας είναι:

- 1) Η συνεχής αύξηση της κατά κεφαλήν κατανάλωσης ενέργειας.
- 2) Ανομοιομορφία στην παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας.
- 3) Αύξηση του πληθυσμού της Γής.
- 4) Απώλειες συστημάτων παραγωγής και μεταφοράς ενέργειας.
- 5) Μη ορθολογική χρήση.
- 6) Αδιαφορία και σπατάλη.

Με τα παραπάνω λοιπόν καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι πρέπει να περιορίσουμε τη σπατάλη του φυσικού πλούτου και να στραφούμε σε άλλες μορφές ενέργειας που θα είναι και πιο φιλικές προς το περιβάλλον. Ενδεικτικά αναφέρονται οι:

1. Αιολική ενέργεια.
2. Υδροηλεκτρική ενέργεια.
3. Ηλιακή ενέργεια (Ενεργητικά ηλιακά συστήματα, βιοκλιματικός σχεδιασμός, Φωτοβολταϊκά συστήματα).
4. Γεωθερμική ενέργεια.
5. Υδρογόνο.
6. Αστικά απορρίμματα.
7. Ενέργεια της θάλασσας από κύματα και παλίρροιες.

Η πυρηνική ενέργεια δεν αναφέρεται στα ανωτέρω λόγω της επιβλαβής ραδιενέργειας που απελευθερώνεται κατά την διάρκεια παραγωγής ενέργειας, καθώς και του τεράστιου κόστους για τη δημιουργία και συντήρηση πυρηνικού εργοστασίου.

Εμείς θα ασχοληθούμε συγκεκριμένα με την αιολική ενέργεια η οποία είναι από τις πρώτες μορφές ενέργειας που χαλιναγώγησε ο άνθρωπος, ήδη από το 3500 π.Χ., όταν και χρησιμοποιήθηκαν οι άνεμοι για να δώσουν κίνηση στα ιστιοφόρα πλοία. Αργότερα το 500-900 μ.Χ. αναπτύχθηκαν οι πρώτοι ανεμόμυλοι για να αλέθουν σιτηρά και να αντλούν νερό, ενώ η πρώτη χρήση ανεμογεννήτριας τοποθετείται στο Οχάϊο των ΗΠΑ το 1888 από τον Τσαρλς Μπρούς. Αργότερα ακολούθησε η πρώτη σοβαρή βιομηχανική παραγωγή και συγκεκριμένα το 1931 στη Ρωσία. Ακολούθησαν η πολιτεία της Καλιφόρνια, οι Δανοί, οι Γερμανοί και οι Ισπανοί.

Σαν ορισμό μπορούμε να πούμε ότι η αιολική ενέργεια είναι η ενέργεια του ανέμου που προέρχεται από την μετακίνηση αερίων μαζών της ατμόσφαιρας και οφείλεται κυρίως στη θέρμανση της Γης από τον Ήλιο. Τα σύγχρονα συστήματα εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας αφορούν κυρίως μηχανές που ονομάζονται ανεμογεννήτριες και οι οποίες μετατρέπουν την αιολική ενέργεια σε ηλεκτρική. Εκτός πάντως από την ηλεκτρική ενέργεια, η ενέργεια των ανέμων έχει και άλλες εφαρμογές, όπως για παράδειγμα η θερμότητα και η άντληση.

Τα τελευταία χρόνια ο άνθρωπος έχει στρέψει το ενδιαφέρον του προς την εκμετάλλευση νέων πηγών ενέργειας και την εξέλιξη των συστημάτων θέρμανσης. Η σημαντικότερη και ανεξάντλητη πηγή ενέργειας που θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει για να θερμάνει τους χώρους του σπιτιού του και δεν θα ήταν δυνατόν να την αφήσει ανεκμετάλλευτη είναι η ηλιακή ακτινοβολία. Από τα αρχαία ακόμα χρόνια οι αρχιτέκτονες και οι πολεοδόμοι έχτιζαν τα σπίτια με βάση την θεωρία της παθητικής ηλιακής αρχιτεκτονικής του Σωκράτη.

Ένα τυπικό σπίτι ήταν προσανατολισμένο στον άξονα Βορά –Νότου με την είσοδο και τα κύρια δωμάτια στραμμένα προς το Νότο για καλύτερη εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας. Έτσι συνδυάζοντας την ηλιακή ενέργεια με την επινόηση ενός ειδικού χώρου για το άναμμα της φωτιάς (τζάκι) ζεστάνονταν τους χώρους του σπιτιού. Στην σύγχρονη εποχή αυτό δεν σταματά η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας διαδίδεται με γοργούς ρυθμούς. Ηλιακοί συλλέκτες τοποθετούνται στις ταράτσες των κτιρίων, συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία και στην συνέχεια την μετατρέπουν σε θερμότητα. Σε πολλές χώρες της Ευρώπης εφαρμόζουν το σύστημα αυτό συνδυάζοντας το με το ήδη υπάρχον σύστημα θέρμανσης που είναι εγκατεστημένο στο εκάστοτε κτίριο. Οι ηλιακοί συλλέκτες καλύπτουν ένα ποσοστό των αναγκών του κτιρίου σε θέρμανση, ψύξη και ζεστό νερό χρήση. Όταν η παραγόμενη ενέργεια που αποδίδουν οι συλλέκτες δεν είναι αρκετή για να καλύψουν τις ανάγκες του τότε αρχίζει να λειτουργεί το υποβοηθούμενο σύστημα (λέβητας πετρελαίου/φυσικού αερίου/βιομάζας, αντλία θερμότητας, κλπ.).

Στη χώρα μας, αν και είναι ιδιαίτερα ευνοημένη από τις καιρικές συνθήκες, τα συστήματα αυτά δεν είναι ιδιαίτερα διαδεδομένα. Τα τελευταία χρόνια λόγω της ραγδαίας αύξησης της τιμής του πετρελαίου γίνονται κάποια βήματα για την αξιοποίηση της ιδιαίτερα φιλικής προς το περιβάλλον τεχνολογίας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Ελληνόγλωσσες αναφορές

Αξάρλη, Κ.(2009).*Γενικές αρχές βιοκλιματικού σχεδιασμού*. Προσβάσιμο: http://library.tee.gr/digital/kma/kma_m1412/kma_m1412_axarlh.pdf

Ανθόπουλος, Λ. (2017). *Ανάγκες προσαρμογής στις εξελίξεις και ανάπτυξη ελληνικού προτύπου έξυπνης πόλης*. Available at: http://www.elot.gr/INTRO_ANTHOPOULOS_13-10-17.pdf

Βουρδουμπάς, Γ. (2014).*Τα πράσινα κτίρια*. Καθημερινή εφημερίδα Χανίων, Χανιώτικα νέα, 10 Σεπτεμβρίου, σελ. 1.Προσβάσιμο: <http://www.haniotika-nea.gr/ta-prasina-ktiria/>

Δήμος Αθηναίων (2017).*Παγκόσμια Ημέρα Περιβάλλοντος – Ο δήμος Αθηναίων, πρώτος δήμος της Ελλάδας με Ολοκληρωμένο Σχέδιο Δράσης για την Κλιματική Αλλαγή*. Προσβάσιμο: <https://www.cityofathens.gr/node/30147>, (17/02/2018)

Δήμος Ηρακλείου (2016).*Στρατηγικό Σχέδιο του Δήμου Ηρακλείου για την «Έξυπνη πόλη»*. Προσβάσιμο: https://www.heraklion.gr/files/items/5/59611/stratigiko_shedio_irakleio_exypni_poli_16_2_2016.pdf?rnd=1460543523

Δήμος Ηρακλείου (2018).*Σχέδιο Δράσης Αειφόρου Ενέργειας Δήμου Ηρακλείου*. Προσβάσιμο: http://mycovenant.eumayors.eu/docs/seap/2697_1349073995.pdf

Δήμος Λαρισαίων (2013).*Αίτηση για το Ευρωπαϊκό Βραβείο Πράσινης Πρωτεύουσας 2016*. Προσβάσιμο: http://www.xnmxaaxg5an.gr/images/dataold/pdf/GREEN_CAPITAL.pdf

(Δήμος Τρικαίων, 2018). *Smart Trikala*. Προσβάσιμο: <https://trikalacity.gr/smart-trikala/>, (23/02/2018)

Δήμος Τρικαίων (2015). *Στρατηγικός σχεδιασμός επιχειρησιακού προγράμματος 2014-2019*. Προσβάσιμο: <http://trikalacity.gr/wpcontent/uploads/2016/03/stratigikos-sxediasmos.pdf>

Ελληνικό Ινστιτούτο Παθητικού Κτιρίου [Ε.Ι.ΠΑ.Κ] (2018). Προσβάσιμο: <http://www.eipak.org/pathitiko-ktirio-passive-house>, (29/04/2018)

ΕΛΟΤ 1457 σχέδιο 3, ΕΛΛΗΝΙΚΟΠΡΟΤΥΠΟ 2017. *Δείκτες βιωσιμότητας των πόλεων ανά θεματική ενότητα «Sustainable Development of Communities- Reporting and Indicators of performance».*

ΣΧΕΔΙΟ ΕΛΟΤ ISO 37101(2017). *Συστήματα διαχείρισης της βιωσιμότητας πόλεων- απαιτήσεις και οδηγίες χρήσεις.*

Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης [ΕΛΟΤ]. Προσβάσιμο: http://elot.gr/194_27ELL_HTML.aspx, (01/01/2018)

Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης [ΕΛΟΤ] (2008). Προσβάσιμο: http://www.elot.gr/37_ELL_HTML.aspx, (01/01/2018)

Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης [ΕΛΟΤ] (2008). Προσβάσιμο: http://www.elot.gr/33_ELL_HTML.aspx, (01/01/2018)

Εθνικό Πληροφοριακό Σύστημα Έρευνας και Τεχνολογίας [ΕΠΣΕΤ] (2018). Προσβάσιμο: <http://www.epset.gr/el/content/ypologistiko-nefos-cloud-computing>, (27/02/2018)

ISO37100:2016, ISO/TC 268. *Βιώσιμες πόλεις - Όροι και ορισμοί εννοιών «Sustainable cities and communities».*

ΚΑΠΕ (2018). *Κεντρικό Σύστημα Ελέγχου Κτιρίων*. http://www.cres.gr/kape/publications/pdf/pdf18FEB/6_6%20Siopis.pdf

Κομνηνός, Ν.(2006). *Έξυπνες Πόλεις: Συστήματα Καινοτομίας και Τεχνολογίες Πληροφορίας στην Ανάπτυξη των Πόλεων*, Περιοδικό Αρχιτέκτονες, Τεύχος 60, σελ. 72-75. Προσβάσιμο: http://metris.gr/theory_files/ARXITEKTONES_60.pdf

Κομνηνός, Ν. (2006). *Έξυπνες Πόλεις: Συστήματα Καινοτομίας και Τεχνολογίες Πληροφορίας στην Ανάπτυξη των Πόλεων*, Ερευνητική Μονάδα URENIO.

Κυρίδης, Α., Δρόσος, Β. & Ντίνας, Κ. (2003). *Η πληροφοριακή-επικοινωνιακή τεχνολογία στην προσχολική και πρωτοσχολική εκπαίδευση. Το παράδειγμα της γλώσσας*, Αθήνα.

Μαγκανιάρη, Α Μαρία. (2018). *Σύστημα Ελέγχου και Ασφάλειας*. Available at: http://iep.edu.gr:8080/images/school_books/24-0529_Systimata-Elenxou-kai-Asfaleias_G-EPAL_BM.pdf

Οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων.

Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων (αναδιατύπωση).

Πλαίσιο Λειτουργίας ΕΛΟΤ/ΤΕΤ 16/ ΟΕ 5. «*Βιώσιμες και Έξυπνες Πόλεις*».

Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας [ΤΕΕ] (2018). Προσβάσιμο: http://portal.tee.gr/portal/page/portal/SCIENTIFIC_WORK/GR_ENERGEIAS/kenak, (03/01/2018)

Τζανακάκη, Ε. (2006). *Βιοκλιματικά και Ενεργειακά Αποδοτικά κτίρια στην Ελλάδα*, Κ.Α.Π.Ε. Προσβάσιμο: http://library.tee.gr/digital/books_notee/book_60757/book_60757_tzanakaki.pdf

Τσικαλάκης, Α. (2018). *Πληροφοριακά Συστήματα Διαχείρισης Κτιρίων & Αυτοματισμοί*. Available at: https://eclass.teicrete.gr/modules/document/file.php/TH132/BMS_Ktiria.pdf

Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας [ΥΠΕΚΑ 1] (2018). Προσβάσιμο: <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=338&language=el-GR>, (02/01/2018)

Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας [ΥΠΕΚΑ 2] (2018). Προσβάσιμο: <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=337&language=el-GR>, (02/01/2018)

Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας (2010). Προσβάσιμο: <http://www.opengov.gr/minenv/?c=2466>, (14/01/2018)

Περιφερειακό κέντρο πληροφόρησης των Ηνωμένων Εθνών [UNRIC] (2017). Προσβάσιμο: https://www.unric.org/el/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=36&Itemid=71, (10/12/2017)

Ξενόγλωσσες αναφορές

Albino, V., Berardi, U., & Dangelico, R.M. (2015). Smart cities: Definitions, dimensions, performance, and initiatives. *Journal of Urban Technology*. 22 (1), pp.3-21.

Angelidou, M. (2014). Smart City Policies: A spatial approach. *Cities*. 41, pp. s3-s11.

Anthopoulos, L. (2017). Smart utopia VS smart reality: Learning by experience from 10 smart city cases. *Cities*. 63, pp. 128-148

Anthopoulos, L. (2017). Understanding Smart Cities – A tool for Smart Government or an Industrial Trick?, *Public Administration and Information*

Technology, vol. 22, Springer Science + Business Media New York, ISBN: 978-3-319-57014-3 (Print) 978-3-319-57015-0 (Online)

Anthopoulos, L., & Giannakidis, G. (2017). Policy Making in Smart Cities: Standardizing City's Energy Efficiency with Task-Based Modelling. *Journal of ICT Standardization*. 4, pp. 111-146

Aspern Smart City Research [ASCR] (2016). *Smart building*. Accessed at: <http://www.ascr.at/smart-building/>, (28/02/2018)

Aspern Smart City (2018). *The Aspern Smart City Project*. Available at: https://www.w3.org/community/rsp/files/2015/05/RSP_Workshop_2015_submission_11.pdf

Arc - arconsultants [ARCMελετητική] (2018). Accessed at: <https://www.arcmeletitiki.gr/>, (10/06/2018)

A2Green- Architects constructors [A2Γ](2018). Accessed at: <http://www.a2g.gr/>, (10/06/2018)

Bélissent, J. Ph.D. 2010. Getting Clever About Smart Cities: New Opportunities Require New Business Models. *Forester*. Available at: http://193.40.244.77/iot/wpcontent/uploads/2014/02/getting_clever_about_smart_cities_new_opportunities.pdf

CISION PR Newswire (2016). Accessed at: <https://www.prnewswire.com/news-releases/songdo-international-business-district-to-be-featured-at-greenbuild-2016-as-exemplar-of-sustainable-new-city-300338912.html>, (25/02/2018)

CO.DESIGN (2018). The top 10 smart cities on the planet. Accessed at: <https://www.fastcodesign.com/1679127/the-top-10-smart-cities-on-the-planet>, (27/01/2018)

CO.DESIGN (2016).Inside Songdo, The city designed from scratch to be sustainable. Accessed at:<https://www.fastcodesign.com/3064402/inside-songdo-the-city-designed-from-scratch-to-be-sustainable>, (25/02/2018)

Delgado, R.(2014).Smart Buildings and New Business Opportunities. World Trade Center Association Contribution, Geneva.

ETSI TS 103 463: «*Key Performance Indicators for Sustainable Digital Multiservice Cities*».

Ecopress.gr(2017)(Δημοσιογραφική ενημερωτική πύλη τεχνικής και οικονομικής ενημέρωσης). Προσβάσιμο: <http://ecopress.gr/?p=2509>, (17/12/2017)

European Commission (2012).Accessed at: [http://europa.eu/rapid/press-release MEMO-12-713_el.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-12-713_el.htm), (27/02/2018)

(Gale International, 2015). Accessed at: <http://www.galeintl.com/project/songdo-international-business-district/>, (24/02/2018)

Intelligent Community Forum (2015). Accessed at: <http://www.intelligentcommunity.org/>, (23/02/2018)

Kučera, A &Pitner T. (2018). Semantic BMS: Allowing usage of building automation data in facility benchmarking. *Advanced Engineering Informatics*,35, pp.69-84.

Kylili, A., & Fokaides, P.A. (2015).European smart cities: The role of zero energy buildings. *Sustainable Cities and Society*.15, pp.86-95.

Lonix building connectivity (2018). BMS Specification. Accessed at: http://www.lonix.com/specifications/Lonix_BMS_specification.pdf, (05/07/2018)

Pervoli, G, Marco, A, Perfetti, F &Marone, M. (2014). A new Taxonomy of Smart City Projects.*Transportation Research Procedia*.3, pp.470-478.

Giffinger, R., Fertner, C., Kramar, H., Kalasek, R., Pichler-Milanomic, N &Meijers, E. (2007).*Smart cities: Ranking of European medium-sized cities*, Vienna University of Technology. Available at:http://smartcity-ranking.org/download/smart_cities_final_report.pdf

Smart Cities Council Chairman Jesse Berst (2013). *The planning manual for building tomorrow's cities today*. Available at: <http://www.swenergy.org/Data/Sites/1/media/documents/programs/government/SmartCitiesCouncilReadingGuide-11.18.13a.pdf>

SmartGrid.gov (2018).What is a Smart grid. Accessed at: https://www.smartgrid.gov/the_smart_grid/smart_grid.html, (14/03/2018)

(Songdo IBD, 2015). Accessed at: <http://songdoibd.com/>, (24/02/2018)

Valgaev O., Kupzog F., &Schmeck Ht. (2017). Building power demand forecasting using K-nearest neighbours model-practical application in Smart City Demo Aspern project.*IET*. 2017(1), pp. 1601 – 1604

Vanolo, A. (2016).Is there anybody out there? The place and role of citizens in tomorrow's smart cities. *Futures*.82, pp.26-36.

Vienna City Administration (2014).*Smart city Wien: Framework strategy/overview*, Available at: https://smartcity.wien.gv.at/site/files/2014/10/140924_KF_SCW_gesamt_ENG.pdf

Wikipedia (Internet of Things) (2018). Accessed at:https://en.wikipedia.org/wiki/Internet_of_things, (20/02/2018)

Wikipedia (Building management system). Accessed at:https://en.wikipedia.org/wiki/Building_management_system, (12/05/2018)

Zero Energy Buildings (2018). Accessed at: <http://www.zerobuildings.com/buildings/>, (07/01/2018)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Εταιρία: LONIX SOLUTIONS
ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ
Ενσωμάτωση:
Θα ενσωματώνει τα συστήματα BMS και τα συστήματα ασφαλείας σε ένα σύστημα και θα επιτρέπει την απομακρυσμένη συνδεσιμότητα μέσω της πλατφόρμας του λειτουργικού συστήματος BuildingOperatingSystem - BOS του BMSserver.
Τα συστήματα BMS θα ενσωματωθούν με τον server του BMS, εφαρμόζοντας την ανοικτή πλατφόρμα BOS. Ο serverBMS θα παρέχει τυπική συνδεσιμότητα σε ένα ή περισσότερα κέντρα εξυπηρέτησης, τα οποία θα είναι σε θέση να παρέχουν προηγμένες υπηρεσίες συντήρησης και ασφάλειας.
Αρχιτεκτονική συστήματος: 4 επίπεδα
<ul style="list-style-type: none">> Θα είναι πλήρως αρθρωτό σε δομή και ελεύθερα επεκτάσιμο σε οποιοδήποτε στάδιο.> Κάθε επίπεδο του συστήματος θα λειτουργεί ανεξάρτητα από το επόμενο επίπεδο.> Πλήρως συνεπές με τα τελευταία βιομηχανικά πρότυπα.> Θα υποστηρίζει τη χρήση τεχνολογιών LonWorks, Modbus, BACnet, M-bus, EthernetTCP / IP και Internet.
<p>Επίπεδο υπηρεσίας:> Σύνδεση συστημάτων χωρίς πρόσθετο λογισμικό σε κέντρα εξυπηρέτησης, για παροχή απομακρυσμένης παρακολούθησης, ανίχνευσης βλαβών των συνδεδεμένων συστημάτων.</p> <ul style="list-style-type: none">> Το κέντρο εξυπηρέτησης θα έχει τη δυνατότητα πρόσβασης εξ αποστάσεως των συστημάτων χρησιμοποιώντας μια τυποποιημένη διεπαφή μέσω (BOS).> Η τυπική συνδεσιμότητα θα επιτρέπει την παροχή προηγμένων υπηρεσιών συντήρησης και ασφάλειας, απομακρυσμένη διάγνωση, την βελτιστοποίηση όλων των συστημάτων και ενέργειας.> Το κέντρο εξυπηρέτησης θα υποστηρίζει τη διασύνδεση πολλαπλών ισotoπών σε περιβάλλον πολλαπλών χειριστών. Προκαθορισμένοι συναγερμοί από συνδεδεμένους ισotoπους π.χ. συναγερμοί εισβολέα, συναγερμοί διαρροής θα εμφανιστούν στη λίστα με συγκεκριμένη προτεραιότητα. Οι συναγερμοί θα αποθηκεύονται στην κεντρική βάση δεδομένων.> Η απομακρυσμένη διάγνωση για συστήματα και συσκευές θα πρέπει να επιτρέπει την ενεργό συντήρηση των τεχνικών συστημάτων, τη βελτιστοποίηση της ενέργειας και την αποτελεσματική διαχείριση της υποδομής. Η κεντρική παρακολούθηση όλων των συνδεδεμένων ισotoπών με κύρια δυνατότητα χρήστη, θα επιτρέπει τις αλλαγές στο σημείο ρύθμισης, στα χειροκίνητα χειριστήρια και στα χειριστήρια της κάμερας, χρησιμοποιώντας τη σύνδεση απομακρυσμένης σύνδεσης.

Επίπεδο διαχείρισης: > Όλα τα συστήματα, έλεγχοι ψύξης, αερισμού - φωτισμού, μετρήσεις κατανάλωσης, έλεγχοι πρόσβασης, συναγερμοί εισβολών, συναγερμοί πυρκαγιάς και συστήματα NVR / DVR - θα ενσωματωθούν με το BOS, χρησιμοποιώντας προγράμματα περιήγησης συσκευών.
> Το BOS θα προσφέρει υπηρεσίες που θα χρησιμοποιούνται από όλα τα συνδεδεμένα συστήματα:
- Συναγερμοί
- Ιστορικές τάσεις
- Καταγραφή και αναφορά
- Προφίλ χρήστη και διαχείριση ρόλων
> Το λογισμικό BOS θα λειτουργεί ως πύλη μεταξύ συστημάτων που μεταφέρουν μηνύματα, για παράδειγμα, από συσκευές IP ή Modbus σε συσκευές LON και αντίστροφα.
> Παρόλο που τα υποσυστήματα πρέπει να λειτουργούν ανεξάρτητα, το BOS πρέπει να υποστηρίζει την εφεδρική διαμόρφωση του διακομιστή. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα για εφαρμογές κρίσιμης ασφάλειας, όπου το BOS χρησιμοποιείται ως σύστημα διαχείρισης ασφάλειας (SMS).
> Το BOS θα επιτρέπει την αποτελεσματική διαχείριση των δικαιωμάτων των χρηστών.
> Το BOS θα προωθεί συναγερμούς σε κινητά τηλέφωνα χρησιμοποιώντας SMS, σε τοπικούς εκτυπωτές ή στο κέντρο εξυπηρέτησης.
> Το BOS θα περιλαμβάνει μια ανοικτή διεπαφή για να αλληλεπιδράσουν άλλες εφαρμογές με τα συνδεδεμένα συστήματα. Η μέθοδος επικοινωνίας μεταξύ των εφαρμογών BOS και πελατών θα περιλαμβάνει τουλάχιστον την υπηρεσία μηνυμάτων Java (JMS).
> Η τεχνολογία δικτύου θα βασίζεται στα πρότυπα IT, όπως το TCP / IP, και θα είναι συμβατή με την τελευταία τεχνολογία LAN / WAN.
> Το λειτουργικό σύστημα του διακομιστή BOS θα είναι το Linux.
> Το BOS θα είναι σε θέση να υποστηρίζει τα τρέχοντα και μελλοντικά πρωτόκολλα διαχείρισης κτιρίων μέσω της εφαρμογής των οδηγιών διασύνδεσης δικτύου.

Επίπεδο ελέγχου: > Θα αποτελείται από κατανεμημένο δίκτυο έξυπνων ελεγκτών, που θα επικοινωνούν μεταξύ τους χρησιμοποιώντας έναν κοινώς γνωστό δίαυλο πεδίου. Η συνδεσιμότητα με το επίπεδο διαχείρισης θα χρησιμοποιεί τυπικό πρωτόκολλο TCP / IP.
> Οι ελεγκτές θα περιλαμβάνουν όλες τις πληροφορίες του συστήματος. Όλες οι επικοινωνίες θα βασίζονται σε συμβάντα, σε πραγματικό χρόνο, από ομότιμη επικοινωνία. Όλοι οι ελεγκτές πρέπει να είναι σε θέση να λειτουργούν αυτόνομα ανεξάρτητα από το επίπεδο διαχείρισης.
> Κάθε ελεγκτής αυτοματισμού πρέπει να χειρίζεται πολλά διαφορετικά συστήματα παράλληλα, μέσω εύκαμπτης διανομής σημείων εισόδου / εξόδου. Οι ελεγκτές θα λειτουργούν ως αυτόνομες μονάδες και θα σχηματίζουν ένα έξυπνο σύστημα επικοινωνώντας σε πραγματικό χρόνο με το τοπικό λειτουργικό δίκτυο (LON) τοπικής χρήσης (FTT-10), χρησιμοποιώντας τυπικές μεταβλητές δικτύου (SNVT). Οι ελεγκτές ασφαλείας χρησιμοποιούν σύνδεση RS-485 μεταξύ του ελεγκτή δικτύου και των πλασίων διασύνδεσης.

Επίπεδο πεδίου: > Το επίπεδο πεδίου θα αποτελείται από βιομηχανικούς τυποποιημένους αισθητήρες και ενεργοποιητές, βιομηχανικά πρότυπα (wiegand) και κάμερες IP.

BMS Server (Λογισμικό):

- > Το λογισμικό BMS server βασίζεται στην ανοικτή πλατφόρμα BOS> Το λογισμικό πρέπει να είναι ικανό να εκτελείται εγγενώς σε λειτουργικά συστήματα Windows και Linux. Δεν επιτρέπονται λύσεις εικονικοποίησης.
- > Το σύστημα χρησιμοποιεί τυποποιημένα λειτουργικά συστήματα, δίκτυα και πρωτόκολλα.
- > Το σύστημα πρέπει να υποστηρίζει ανοικτά πρωτόκολλα, συμπεριλαμβανομένων τουλάχιστον των LonWorks, BACnet και Modbus. Δεν ισχύουν λύσεις εξωτερικής πύλης
- > Το λογισμικό BMS server υποστηρίζει μια πραγματική αρχιτεκτονική Client-Server, επιτρέποντας την εκτέλεση της εφαρμογής server ξεχωριστά από την εφαρμογή πελάτη. Αν απαιτηθεί, δύναται η εκτέλεση και των δύο εφαρμογών στον ίδιο υπολογιστή.
- > Η εσωτερική αρχιτεκτονική λογισμικού του BMS Server υποστηρίζει αρχιτεκτονική προσανατολισμένη στις υπηρεσίες, επιτρέποντας την προσθήκη και αφαίρεση των υπηρεσιών κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής του έργου.
- > Πρέπει να είναι δυνατή η υποστήριξη νέων πρωτοκόλλων διαύλου πεδίου, με την εφαρμογή νέων οδηγιών διεπαφής δικτύου.
- > Ο BMSserver θα περιλαμβάνει μια βάση δεδομένων SQL για κεντρική αποθήκευση συμβάντων, τάσεων και αρχείων συστήματος.
- > Το σύστημα θα περιλαμβάνει κεντρικά χαρακτηριστικά γνωστοποίησης συναγερμού για όλα τα συνδεδεμένα συστήματα, χρησιμοποιώντας π.χ. GSM και ηλεκτρονικό ταχυδρομείο. Το σύστημα πρέπει να υποστηρίζει την ενεργοποίηση λειτουργιών με βάση τα γεγονότα από τα άλλα συνδεδεμένα συστήματα.

BMS Server (Μοντέλο δεδομένων):

- > Η δομή δεδομένων του BMS server βασίζεται σε μοντέλο δεδομένων XML.
- > Το μοντέλο δεδομένων περιγράφει τη δομή του κτιρίου και τα συστήματα ελέγχου, συμπεριλαμβανομένων των συσκευών και των λειτουργιών. Το μοντέλο θα περιλαμβάνει δύο κύρια τμήματα: το μοντέλο του πραγματικού κόσμου (π.χ. δομή κτιρίου) και τα αφηρημένα στοιχεία των δευτέρων μοντέλων (π.χ. συστήματα ελέγχου).
- > Το υπόδειγμα δεδομένων ορίζει τουλάχιστον τα ακόλουθα στοιχεία:
 - Δομή κτιρίων - δαπέδων, χώρων κλπ.
 - Συστήματα ελέγχου - μονάδες AHU, σύστημα θέρμανσης, έλεγχος πρόσβασης κ.λπ.
 - Συσκευές - ανεμιστήρες, αντλίες, πόρτες, κάμερες κ.λπ.
 - Περιοχές αποτελεσμάτων συσκευών
- > Το μοντέλο δεδομένων μεταφέρεται στον BMS server ως αρχεία XML, περιγράφοντας τη δομή του κτιρίου και το μοντέλο ελέγχου. Τα σχήματα XML ορίζουν τη δομή και τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται σε αυτά τα αρχεία

BMS Server (Διεπαφές ενσωμάτωσης):

> Ο BMS server περιλαμβάνει καθορισμένες διεπαφές για οποιοδήποτε σύστημα και κάθε εφαρμογή που θα συνδεθεί με την πλατφόρμα. Οι διασυνδέσεις περιλαμβάνουν τις εξής διεπαφές:

> Η ενσωμάτωση με τον BMS server θα επιτρέψει την παραγωγή υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας για όλα τα συνδεδεμένα συστήματα με συνεκτικό τρόπο, συμπεριλαμβανομένων των ακόλουθων υπηρεσιών, αλλά χωρίς περιορισμό.

1. Παρακολούθηση συναγερμού: (Συναγερμοί συντήρησης-εισβολέων-πυρκαγιάς), (Προηγμένη παρακολούθηση βίντεο)
2. Βελτιστοποίηση και τάση της ενέργειας: (Βελτιστοποίηση ελέγχου, Τάση, Προληπτική συντήρηση)
3. Απομακρυσμένη διάγνωση συνδεδεμένων συσκευών: (Άμεση ανατροφοδότηση από όλες τις συσκευές, Γρήγορη αντικατάσταση ελαττωματικών μονάδων, Τακτικές ενημερώσεις SW)
4. Διαχείριση δικαιωμάτων πρόσβασης: (Δικαιώματα φυσικής πρόσβασης, εικονικά δικαιώματα πρόσβασης)

1. Επιχειρηματική διεπαφή

Η διεπαφή επιχειρήσεων περιλαμβάνει τις ακόλουθες κύριες λειτουργίες:

- Αίτηση και τροποποίηση των τιμών σημείων δεδομένων
- Αίτηση και τροποποίηση συμβάντων συναγερμού
- Αίτηση ιστορικών γεγονότων (τάσεις, ημερολόγια)

2. Διεπαφή συστήματος

Η διασύνδεση συστήματος επιτρέπει σε οποιοδήποτε σύστημα να ενσωματωθεί στον BMSserver. Η διεπαφή θα αποτελείται από τους οδηγούς διασύνδεσης δικτύου και τους οδηγούς συσκευών.

> Οι οδηγοί διεπαφών δικτύου πρέπει να επιτρέπουν την επικοινωνία με εξωτερικά συστήματα και συσκευές που χρησιμοποιούν διάφορα μέσα και πρωτόκολλα. Οι διεπαφές οδηγού δικτύου είναι υπηρεσίες του BMSserver για να παρέχουν γενική πρόσβαση σε διαφορετικά πεδία.

BMS Server (Υλικό):

> Συνιστάται: επεξεργαστής διπλού πυρήνα Intel, ελάχιστο: 2,8 GHz

BMS Server (Λειτουργικό σύστημα):

> Θα εκτελείται σε Linux (προτιμάται) ή σε λειτουργικό σύστημα Microsoft Windows 7 / Vista / XP, Windows Server 2003.

BMS Server (Βάση δεδομένων):

> Ο BMS Server πρέπει να συνοδεύεται από τη βάση δεδομένων IBM Solid Flow Engine SQL, οποία πρέπει να περιλαμβάνεται στη διανομή του λογισμικού. Η βάση δεδομένων περιλαμβάνει προγράμματα περιήγησης ODBC και JDBC.

> Πρέπει επίσης να είναι δυνατή η χρήση άλλων μηχανών βάσης δεδομένων (π.χ. My SQL ή άλλων), σε περίπτωση που υπάρχουν ειδικές ανάγκες από το περιβάλλον του πελάτη.

BMS Server (Server αναμονής):

> Όταν υπάρχει ειδική απαίτηση για υψηλή διαθεσιμότητα (HA), το σύστημα πρέπει να είναι εφοδιασμένο με ένα διακομιστή αναμονής. Ο διακομιστής αναμονής είναι κανονικά αδρανής, παρακολουθώντας τον κύριο διακομιστή, αναλαμβάνοντας σε περίπτωση αποτυχίας του κεντρικού διακομιστή.

Σταθμός εργασίας χειριστή BMS:

- 1. Επαγγελματική διεπαφή χρήστη:** > Η επαγγελματική διεπαφή χρήστη επιτρέπει τουλάχιστον τα ακόλουθα: - Παρακολούθηση συναγερμών και χειρισμός συναγερμών από πολλούς χειριστές, - Απομακρυσμένη διάγνωση, βελτιστοποίηση ενέργειας και τάση, - Καταγραφές και αναφορές, - Προφίλ χρήστη και διαχείριση ρόλων, - Διαχείριση δικαιωμάτων πρόσβασης.
- 2. Υλικό:** > Η ταχύτητα του επεξεργαστή κάθε σταθμού εργασίας χειριστή, πρέπει να πληρή τις απαιτήσεις επεξεργασίας δεδομένων. Χρησιμοποιήστε μια έγχρωμη οθόνη με ποιότητα εικόνας όχι μικρότερη από sVGA.
- 3. Συναγερμοί:** > Ο διακομιστής BMS περιλαμβάνει ένα μηχανισμό χειρισμού συναγερμού για συνδεδεμένα συστήματα.
- 4. Τάση:** > Ο BMS server πρέπει να παρέχει μια τρέχουσα εικόνα για κάθε συνδεδεμένο σύστημα. Ο χρήστης μπορεί να ορίσει τα σημεία που πρέπει να ακολουθούν και το χρονικό διάστημα τάσης. Οι αναλογικές τιμές εμφανίζονται ως γραφήματα γραμμής. Οι διακριτές τιμές και οι τιμές ενεργοποίησης / απενεργοποίησης εμφανίζονται ως ράβδοι. Ο χρήστης μπορεί να καθορίσει ποια από τα τρεχούμενα σημεία εμφανίζονται στην προβολή τάσης. Πρέπει να είναι δυνατή η εξαγωγή της προβολής της τάσης ως αρχείο CSV για χρήση από εξωτερικές εφαρμογές.
- 5. Αρχεία καταγραφής συμβάντων:** > Το αρχείο καταγραφής συμβάντων αποθηκεύει όλα τα συμβάντα ελέγχου που ξεκινούν από τη γραφική διεπαφή χρήστη από τον χειριστή. Κάθε συμβάν καταγραφής περιλαμβάνει το χρόνο συμβάντος, το όνομα χρήστη, το ελεγχόμενο σημείο και την τιμή. Το ημερολόγιο θα περιλαμβάνει επίσης μια σύνδεση με το ελεγχόμενο σημείο για να κατευθύνει τον χειριστή κατευθείαν στο σημείο σε οποιαδήποτε από τις γραφικές προβολές.
- 6. Διαχείριση δικαιωμάτων χρηστών:** > Ο διακομιστής BMS περιλαμβάνει έναν ολοκληρωμένο μηχανισμό διαχείρισης δικαιωμάτων χρήστη για τη δημιουργία και τη διαχείριση χρηστών. Κάθε χρήστης πρέπει να έχει όνομα χρήστη και ειδικό κωδικό πρόσβασης για τη σύνδεση στο σύστημα.
- 7. Εύκολη διασύνδεση χρήστη:** > Η ελαφριά διασύνδεση χρήστη επιτρέπει τουλάχιστον τις ακόλουθες ενέργειες: - Αλλαγή της λειτουργίας του χώρου, - Τροποποίηση των ρυθμίσεων λειτουργίας των ελεγχόμενων συσκευών, - Αλλαγή των καθορισμένων σημείων, - Τροποποίηση των ρυθμίσεων ελέγχου (π.χ. στάθμη σμίκρυνσης), - Χειροκίνητα χειριστήρια, - Έλεγχος πόρτας, - Προβολές κάμερας, - Περιήγηση σε λίστα συναγερμών

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ

- 1. Ελεγκτές BMS** > Οι ελεγκτές BMS θα πρέπει να παρέχουν τη δυνατότητα ελέγχου και παρακολούθησης των μηχανικών και ηλεκτρικών συστημάτων, συμπεριλαμβανομένου τουλάχιστον συστήματος ψύξης / θέρμανσης, συστήματος εξαερισμού, αντλιών, δεξαμενών, ανελκυστήρων, ελέγχων φωτισμού και μέτρησης κατανάλωσης.
 - > Τα μηχανικά και ηλεκτρικά συστήματα θα πρέπει να παρακολουθούνται και να ελέγχονται από έξυπνους κόμβους ελέγχου συνδεδεμένους στο τοπικό δίκτυο εκμετάλλευσης (LON).
 - > Το σύστημα BMS θα πρέπει να ενσωματώνεται με χειριστήρια φωτισμού, συστήματα ασφαλείας και σύστημα συναγερμού πυρκαγιάς.
 - > Ο φωτισμός των κοινόχρηστων χώρων του κτιρίου ελέγχεται από έξυπνους ρυθμιστές BMS.
 - > Οι καταναλώσεις ύδατος, ηλεκτρισμού, αερίου και ψυκτικής ενέργειας μετριοούνται σε κάθε περιοχή / διαμέρισμα. Οι μετρητές νερού και ηλεκτρικού ρεύματος πρέπει να είναι εφοδιασμένοι με εξόδους παλμών, οι οποίες συνδέονται με τους ελεγκτές BMS.
 - > Οι ελεγκτές BMS πρέπει να περιλαμβάνουν όλη τη νοημοσύνη των συστημάτων αυτοματισμού και να υποστηρίζουν τη διανομή πληροφοριών.
 - > Οι έξυπνοι ελεγκτές BMS πρέπει να είναι συνδεδεμένοι στο δίκτυο ελέγχου (LON). Αυτό είναι υποχρεωτικό για να αποφευχθεί η ταυτόχρονη αποτυχία μεγάλου αριθμού σημείων I / O στο επίπεδο ελέγχου. Η αποτυχία ενός ελεγκτή BMS πρέπει να επηρεάζει το πολύ 10 σημεία εισόδου / εξόδου.
 - > Πρέπει να είναι δυνατή η ενσωμάτωση των συστημάτων στο επίπεδο ελέγχου χωρίς παρεμβολές του επιπέδου διαχείρισης, σύμφωνα με την Αρχιτεκτονική Συστήματος.