



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ  
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

## **Έξυπνα Συστήματα Εξοικονόμησης Ενέργειας σε Κτίρια και Βιομηχανίες**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Βασίλειος Χ. Καπετανίδης

**Επιβλέπων :** Μαρία Γ. Ιωαννίδου

Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Μάρτιος 2015





ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ  
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

## Έξυπνα Συστήματα Εξοικονόμησης Ενέργειας σε Κτίρια και Βιομηχανίες

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Βασίλειος Χ. Καπετανίδης

Επιβλέπων : **Μαρία Γ. Ιωαννίδου**  
Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την ...Μαρτίου 2015.

.....  
Μαρία Γ. Ιωαννίδου  
Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.

.....  
Νικόλαος Θεοδώρου  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....  
Παναγιώτης Τσαραμπάρης  
Λέκτορας Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Μάρτιος 2015

.....  
Βασίλειος Χ. Καπετανίδης

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

Copyright © Βασίλειος Χ. Καπετανίδης, 2015

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

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

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

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το διαρκώς εντεινόμενο ενεργειακό πρόβλημα παγκοσμίως σχετίζεται με την εξασφάλιση της απαραίτητης ενέργειας για την κάλυψη των αναγκών του πλανήτη, του κόστους αυτής της ενέργειας και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την χρήση της. Σημαντικός ενεργειοβόρος παράγοντας αναδεικνύεται τα τελευταία χρόνια ο οικιακός και τριτογενής κτιριακός τομέας, ταυτόχρονα με τη βιομηχανία και τις μεταφορές. Η ανάγκη ενεργειακής διαχείρισης σε κτίρια και βιομηχανίες αποτελεί ύψιστη προτεραιότητα με προφανή οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη.

Η ανάπτυξη της Τεχνολογίας Αισθητήρων οδηγεί σταδιακά στη δημιουργία καινοτόμων τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας, κύριο συστατικό των οποίων είναι ο υψηλός βαθμός προσαρμοστικότητας στις ανάγκες του περιβάλλοντος - φορτίου, καθώς και η μερική ή ολική ανεξαρτητοποίηση της λειτουργίας τους απ' την επέμβαση του ανθρώπινου παράγοντα. Ανάλογα με το βαθμό εξέλιξής τους, οι εν λόγω τεχνολογίες αναφέρονται συχνά, στην βιβλιογραφία και στην παγκόσμια αγορά, ως "έξυπνες" ή "ευφυείς". Αντιπαραβαλλόμενα με συμβατικότερες τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας, τα έξυπνα συστήματα μπορεί να παίξουν σημαντικό ρόλο στη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας των κτιρίων, διαθέτοντας στη φιλοσοφία λειτουργία τους την ικανότητα προσαρμογής στις διακυμάνσεις του φορτίου που εξυπηρετούν, πιθανή δυνατότητα πρόβλεψης των αναγκών του χρήστη (ή των αλλαγών των περιβαλλοντικών συνθηκών), καθώς και την ενσωμάτωση συστημάτων αυξημένης λειτουργικότητας και αυτοματοποίησης.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η καταγραφή και παρουσίαση των βασικότερων έξυπνων - ευφυών συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας σε κτίρια και βιομηχανίες, στους κύριους τομείς ενεργειακής κατανάλωσης (κτιριακό κέλυφος, θέρμανση, φωτισμός, κλιματισμός, ηλεκτροκίνηση, οικιακές συσκευές, νερό κλπ). Η ενσωμάτωση έξυπνων τεχνικών ελέγχου στα υποσυστήματα κτιρίων και βιομηχανιών μπορεί να επιφέρει σημαντικό ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας, υποκαθιστώντας την ανθρώπινη πρωτοβουλία, λογαριάζοντας την ανθρώπινη συμπεριφορά και τις εξωτερικές συνθήκες, συμβάλλοντας παράλληλα στην υψηλή ενεργειακή απόδοση και φιλικότητα προς το περιβάλλον.

## ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Εξοικονόμηση ενέργειας, Τεχνολογία Αισθητήρων, Έξυπνα Συστήματα, Έξυπνες Συσκευές, Ευφυή Δίκτυα, Ενεργειακή Διαχείριση, Διάδραση, Προσαρμοστικότητα, Έξυπνοι Μετρητές, Έξυπνες Τεχνολογίες



## ABSTRACT

The evergrowing Energy Problem all over the world relates to ensuring the necessary energy to meet the world's needs, the cost of this energy and the environmental impact of its use. In recent years, households and buildings of tertiary sector have been highly energy-intensive, together with industry and the transport sector. The need for energy management in buildings and industries should be a top priority with obvious economic and environmental benefits.

The development of Sensor Technology gradually leads to innovative energy-saving technologies, major characteristic of whom is the great adaptability to the needs of the environment or load, as well as their partial or total independence from the human factor. These technologies refer to as “smart” or “intelligent” in literature and global market, depending on how sophisticated and advanced they are. Compared to more conventional energy saving techniques, smart systems can play an important role in improving the energy efficiency of buildings, having the ability to adapt to variations in the load serving, potential predictability of user needs (or changes in environmental conditions) and incorporating increased functionality and automation systems.

The aim of this thesis is to present key smart energy saving systems in buildings and industries in major energy consuming sectors (building envelope, heating, lighting, air conditioning, household appliances, water etc). The incorporation of smart or intelligent control techniques in buildings and industries subsystems can bring significant energy savings, substituting human initiative, taking into account human behavior and external conditions, while contributing to high energy efficiency and environmental friendliness.

## KEYWORDS

Energy saving, Sensor Technology, Intelligent Systems, Smart Devices, Smart Grids, Energy Management, Interaction, Adaptability, Smart Meters, Smart Technologies





*Στους γονείς μου  
(για όλα)*



## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε το ακαδημαϊκό έτος 2014-2015 στον Τομέα Ηλεκτρικών Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Αποφάσεων, της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Θα ήθελα ειλικρινά να ευχαριστήσω την καθηγήτρια Μαρία Γ. Ιωαννίδου που μου έδωσε την ευκαιρία να εκπονήσω αυτή τη διπλωματική. Πέρα από τις σημαντικές υποδείξεις της για την πραγματοποίηση της εργασίας, πρέπει να τονίσω την εξαιρετική στάση της όλα αυτά τα χρόνια, τη μέριμνα και την αφοσίωση που δείχνει στους φοιτητές, καθώς και τις ευκαιρίες που τους δίνει στο να πραγματοποιήσουν τα όνειρά τους. Για όλα αυτά, την ευχαριστώ ως καθηγήτρια και ως άνθρωπο.

Έπειτα χρωστάω ένα τεράστιο ευχαριστώ σε δύο ανθρώπους που χωρίς την πολύτιμη βοήθειά τους δε θα 'γραφα αυτές τις γραμμές:

Ευχαριστώ τον Αλέξανδρο Νίκου, κατ' αρχάς, για την απερίγραπτη βοήθεια του σε κάθε μου απορία, την υποστήριξη και την επιμονή του να μου δείξει τρόπους να σκέφτομαι και να ανταπεξέρχομαι στις δυσκολίες. Υπόδειγμα ανθρώπου και φίλου.

Τον Αριστοτέλη Κωστούλα, που μαζί διαβήκαμε τον Ρουβίκωνα, ο ένας σπρώχνοντας τον άλλον. Τον ευχαριστώ που πίστευε αυτός και για τους δυο μας.

Έπειτα, να ευχαριστήσω τη Λωρέττα για την υπομονή της και τη στήριξη και να της απαιτήσω να αντέχει – γιατί δε γίνεται αλλιώς.

Ξεχωριστό ευχαριστώ από καρδιάς στους φίλους μου και σε Σένα.

Μάρτιος 2015

Βασίλης Καπετανίδης



## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περίληψη .....	7
Abstract .....	9
Ευχαριστίες .....	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΤΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ	
2.1 Το Ενεργειακό Πρόβλημα .....	21
2.2 Ενεργειακή Πολιτική στην Ευρωπαϊκή Ένωση .....	22
2.3 Ενεργειακή Κατανάλωση Κτιρίων στην Ε.Ε. ....	24
2.4 Το Ενεργειακό Πρόβλημα στην Ελλάδα .....	24
2.5 Εξοικονόμηση Ενέργειας στα Κτίρια .....	26
2.6 Εξοικονόμηση Ενέργειας στη Βιομηχανία .....	26
2.7 Βιοκλιματικός Σχεδιασμός .....	27
2.8 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας .....	27
2.9 Τεχνολογική Ανάπτυξη και Ενεργειακή Βιωσιμότητα .....	28
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΔΡΑΣΕΙΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	
3.1 Διαχείριση Ενέργειας .....	31
3.2 Διαδικασίες Ενεργειακής Διαχείρισης .....	32
3.3 Τυπικές Απώλειες Ενέργειας και Δυσλειτουργίες Κτιρίων .....	33
3.4 Μετρήσεις Ενεργειακών Παραμέτρων .....	34
3.4.1 Τυπικές Μετρήσεις και Όργανα Μετρήσεων .....	35
3.5 Δράσεις Ενεργειακής Βελτίωσης .....	40
3.6 Διεργασίες .....	40
3.7 Προτάσεις Ενεργειακής Εξοικονόμησης .....	41
3.7.1 Κτιριακό Κέλυφος .....	41
3.7.2 Θέρμανση .....	42
3.7.3 Εγκατάσταση Ζεστού Νερού Χρήσης .....	43
3.7.4 Κλιματισμός – Ψύξη – Αερισμός .....	43
3.7.5 Εγκατάσταση Ατμού .....	45
3.7.6 Εγκατάσταση Τεχνητού Φωτισμού .....	45
3.7.7 Ηλεκτρική Κίνηση – Ηλεκτρολογικός Εξοπλισμός .....	46
3.7.8 Εναλλακτικές Δράσεις .....	47
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	
4.1 Γενικά για τους Αισθητήρες .....	48

4.1.1	Ανιχνευτές Κίνησης και Παρουσίας	49
4.1.2	Έξυπνοι Αισθητήρες	50
4.2	Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων	51
4.3	Ευφυή Δίκτυα	52
4.4	Έξυπνα Κτίρια	53
4.5	Έξυπνο Σπίτι	54
4.6	Έξυπνες Συσκευές	55
4.7	Το Ίντερνετ των Πραγμάτων	56
4.8	Έξυπνη Πόλη	57

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΕΞΥΠΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ

5.1	Κτιριακό Κέλυφος	59
5.1.1	Αυτόματη Επαναφορά Θυρών	60
5.1.2	Έξυπνο Κτιριακό Κέλυφος	60
5.1.3	Ευφύες Κτιριακό Κέλυφος	61
5.1.4	Διαδραστικό – Προσαρμοζόμενο Κτιριακό Κέλυφος	63
5.2	Φωτισμός	65
5.2.1	Βασικές Επεμβάσεις Εξοικονόμησης	65
5.2.2	Βιοκλιματικός Σχεδιασμός	66
5.2.3	Έξυπνοι Φεγγίτες	69
5.2.4	Φωτισμός με χρήση Φωτοβολταϊκών	69
5.2.5	Τοπικοί Αυτοματισμοί	70
5.2.5.1	Dimmers	71
5.2.5.2	Χρονοδιακόπτες	72
5.2.5.3	Αισθητήρες Φωτισμού	72
5.2.5.4	Αισθητήρες Παρουσίας – Κίνησης	73
5.2.5.5	Έξυπνος Φωτισμός με χρήση Ανιχνευτών και Dimmers	73
5.2.5.6	Έξυπνοι Λαμπτήρες	74
5.2.6	Ευφυή Συστήματα Διαχείρισης Φωτισμού	75
5.2.7	Υβριδικά Συστήματα Φωτισμού	76
5.3	Θέρμανση	80
5.3.1	Κατανεμητής Δαπανών	81
5.3.2	Έξυπνος Κυκλοφορητής	81
5.3.3	Συστήματα Αντιστάθμισης Εξωτερικής Θερμοκρασίας	82
5.3.4	Θερμοστατικές Κεφαλές	83
5.3.5	Θερμοστάτες	83
5.3.5.1	Έξυπνοι Θερμοστάτες	84
5.3.6	Αντλία Θερμότητας (Inverter/Non Inverter)	85
5.3.7	Ενεργειακό Τζάκι	88
5.4	Κλιματισμός – Αερισμός	89
5.4.1	Συστήματα Ενεργειακής Διαχείρισης Κλιματισμού	89

5.4.2	Σύστημα Κλιματισμού VRV/VRF .....	91
5.4.3	Σύστημα Εξαερισμού DCV .....	92
5.4.4	Έξυπνος Ανεμιστήρας .....	94
5.5	Έξυπνες Συσκευές .....	95
5.5.1	Έξυπνο Ψυγείο .....	95
5.5.2	Έξυπνο Πλυντήριο .....	96
5.5.3	Έξυπνο Πολύριζο .....	97
5.6	Κίνηση – Ηλεκτροκίνηση .....	99
5.6.1	Κυλιόμενες Σκάλες/Διάδρομοι .....	99
5.6.2	Ανελκυστήρες/Έξυπνοι Ανελκυστήρες .....	101
5.6.3	Διόρθωση Συντελεστή Ισχύος .....	104
5.6.4	Ελεγκτές Ενέργειας σε Κινητήρες .....	106
5.7	Μετρητές Ηλεκτρικής Ενέργειας .....	107
5.7.1	Smart Meters .....	107
5.7.2	Έξυπνοι Μετρητές Κατανάλωσης .....	108
5.8	Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας Trackers.....	109
5.9	Νερό.....	111
5.9.1	Υγρασιόμετρα και Αισθητήρες Βροχής.....	111
5.9.2	Έξυπνο Σύστημα Άρδευσης (Waterbee) .....	111
5.9.3	Βιομηχανικοί Μειωτήρες Πίεσης .....	112
5.9.4	Αισθητήρες Διαρροής .....	113
5.9.5	Μαγνητικά Ενεργοποιούμενη Βαλβίδα .....	113
5.9.6	Αυτόματες βρύσες με φωτοκύτταρο .....	114
5.9.7	Έξυπνη ντουζιέρα .....	114
5.10	Συστήματα Κεντρικής Κτιριακής Διαχείρισης.....	116
5.10.1	Συστήματα BMS/BAS.....	116
5.10.2	Case Studies.....	121
5.10.2.1	Τράπεζα Πειραιώς .....	121
5.10.2.2	Siemens.....	122
5.10.2.3	Microsoft .....	123
5.10.2.4	Εξελιγμένα BMS σε Ενεργειακά Αποδοτικά Κτίρια .....	125
	Συντομογραφίες .....	127
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	128





Η εξοικονόμηση ενέργειας έγινε ιδιαίτερα επιτακτική τις τελευταίες δεκαετίες, εξ αιτίας των προβλημάτων που απορρέουν απ' την αλόγιστη χρήση της παγκοσμίως. Ο όρος εξοικονόμηση ενέργειας αναφέρεται στην προσπάθεια βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης των παραγωγικών μέσων και, γενικότερα, στην εξεύρεση τρόπων μείωσης της καταναλώμενης ενέργειας σε κάθε επίπεδο – χωρών, πόλεων, βιομηχανιών, κτιρίων. Τα οφέλη της εξοικονόμησης ενέργειας είναι προφανή: οικονομικά, περιβαλλοντικά, πολιτισμικά κ.ο.κ. Καθώς το παγκόσμιο ενεργειακό πρόβλημα εντείνεται, η εξοικονόμηση ενέργειας αποτελεί αναπόφευκτη μέριμνα για τον σύγχρονο άνθρωπο – που σημαίνει: για τον κάθε άνθρωπο προσωπικά και για όλους εν συνόλω. Το γεγονός πως μεγάλα αναπτυγμένα κράτη παραδέχονται πως «υπάρχει πρόβλημα» και κινητοποιούνται για την εξεύρεση λύσεων και μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας είναι από μόνο του ένα θετικό βήμα. Ταυτόχρονα όμως, τα ίδια αναπτυγμένα κράτη βάζουν τρικλοποδιά σε κάθε προσπάθεια σχεδιασμού ενός παγκόσμιου «χάρτη εξοικονόμησης» για λόγους αναντίρρητα κερδοσκοπικούς.

Το ενεργειακό πρόβλημα είναι βαθύτατα πολιτικό. Η αλλαγή της νοοτροπίας του ατόμου (υιοθετώντας πρακτικές και συνήθειες εξοικονόμησης ενέργειας σε κάθε πτυχή της καθημερινότητάς του) είναι αναγκαία, αλλά από μόνη της δεν αρκεί: το κυρίως πρόβλημα αφορά παγιωμένες πρακτικές σχετιζόμενες με την παραγωγική διαδικασία, τη βαριά βιομηχανία, τις μεταφορές κλπ. Ακόμα κι έτσι, όμως, το γεγονός πως ο κτιριακός τομέας ευθύνεται για τεράστια ποσοστά ενεργειακής κατανάλωσης (της τάξεως του 40% στην Ευρωπαϊκή Ένωση) είναι, εν μέρει, η απόδειξη πως η αλλαγή νοοτροπίας δεν είναι μόνο αναγκαία αλλά και πρακτικά (ατομικά και συλλογικά, σ' ένα μεγάλο ποσοστό) ωφέλιμη.

Η παγκόσμια οικονομική κρίση των τελευταίων χρόνων κατέδειξε τις ανάγκες εξοικονόμησης ενέργειας, σε πρωτίστως οικονομικό επίπεδο: η αύξηση της τιμολόγησης ηλεκτρικής ενέργειας και η συρρίκνωση του εισοδήματος πλήττουν τον μέσο άνθρωπο ανεπανόρθωτα. Παράλληλα όμως, η ίδια οικονομική κρίση που φανέρωσε την αναγκαιότητα υιοθέτησης μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας, αποτελεί τροχοπέδη στην δυναμικότερη διεξόδυση τεχνολογιών βέλτιστων προς το περιβάλλον και ενεργειακά αποδοτικών, καθώς «παγώνουν» οι επενδύσεις και αυξάνεται η δυσπιστία υποστήριξης (δυσανάλογα, για την εποχή μας) μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας υψηλού κόστους, σε επίπεδο κτιρίων και βιομηχανίας.

Ο άνθρωπος δεν εξοικονομεί ενέργεια συνειδητά λόγω ελλιπούς πληροφόρησης. Εδώ εμπεριέχεται η έννοια της αλλαγής κουλτούρας – η ευαισθητοποίηση, δηλαδή, των καταναλωτών. Στον αντίποδα, όμως, ελλοχεύει ο κίνδυνος της χειραγώγησης του ατόμου – καταναλωτή σε λάθος κατεύθυνση. Κι αυτό γιατί ένα απ' τα προβλήματα που σχετίζονται με την εξοικονόμηση ενέργειας είναι πως δεν είναι πάντα με ακρίβεια προβλέψιμη: σχετιζόμενη με πολλούς παράγοντες λειτουργίας και ορθής εφαρμογής των προβλεπόμενων μέτρων, εμπεριέχει σε μεγάλο βαθμό τον ανθρώπινο παράγοντα (και όχι μόνο) καθιστώντας πολλές φορές τις (βραχυπρόθεσμες ή μακροπρόθεσμες) προβλέψεις ανεπαρκείς, έξω απ' το

στόχο ή, απλά, παραπλανητικές. Με βάση τα παραπάνω, δεν είναι τυχαίο που οι εταιρείες, στις καινούργιες αγορές που διαμορφώνονται, «ποντάρουν» στην «καραμέλα» της εξοικονόμησης ενέργειας, υποσχόμενες σεβαστά ποσοστά εξοικονόμησης ενέργειας στον καταναλωτή – αγοραστή, υπερτιμολογώντας τα προϊόντα τους, καθιστώντας τη σχέση ποιότητας – τιμής από μέτρια έως κάκιστη για τον καταναλωτή (δεδομένου ότι οι υποσχέσεις απόσβεσης του υπέρογκου κόστους συχνά αποδεικνύονται αδύνατες). Ο βαθμός αξιοπιστίας των όποιων εκτιμήσεων είναι βέβαια σχετικός.

Η διείσδυση των νέων τεχνολογιών στην «αγορά» εξοικονόμησης ενέργειας τα τελευταία χρόνια είναι τεράστια. Η αλματώδης τεχνολογική εξέλιξη συνέβαλλε αποφασιστικά στην εξοικονόμηση ενέργειας σε πλείστους τομείς της καθημερινότητας – και αυτό είναι γεγονός. Δεν είναι πάντα μονόδρομος όμως η τελευταία λέξη της τεχνολογίας. Χιλιοειπωμένο ή όχι, είναι αλήθεια πως κάθε περίπτωση κρίνεται μοναδική και ανεπανάληπτη – για τον καταναλωτή, για το κτίριο, για τη βιομηχανία. Γι' αυτό υπάρχει η έννοια της «έρευνας αγοράς» (για τους καταναλωτές) και των τεχνοοικονομικών μελετών για παντός είδους επεμβάσεις – επενδύσεις σε κτίρια και βιομηχανίες. Σε μερικές περιπτώσεις, η εξοικονόμηση ενέργειας επιτυγχάνεται με οικονομικότερα μέσα με τις συμβατικές μεθόδους, παρά με οποιαδήποτε «έξυπνη» τεχνολογία. Και για να 'μαστε δίκαιοι – η «συμβατικότητα» δεν συνεπάγεται πάντα οπισθοδρόμηση (όπως και η εξέλιξη δεν είναι ταυτόσημη πάντα με την εξοικονόμηση).

Στην παρούσα εργασία, επιχειρείται η καταγραφή βασικών τρόπων εξοικονόμησης ενέργειας σε κτίρια και βιομηχανίες, με επίκεντρο τις νέες τεχνολογίες (τις επιλεγόμενες «έξυπνες»). Η ασάφεια του όρου «έξυπνος» είναι διασπαρμένη στην πλειονότητα της διαθέσιμης βιβλιογραφίας (και πολύ περισσότερο στο Διαδίκτυο), αν και τα τελευταία χρόνια παρατηρείται σημαντική πρόοδος στον τομέα αυτό (τουλάχιστον στα επιστημονικά εγχειρίδια). Παραμένει ωστόσο το πρόβλημα του ορισμού του «τι είναι πραγματικά έξυπνο» - αρκεί κανείς να παρατηρήσει τον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιείται από συγγραφείς και αρθρογράφους. Δεν είναι τυχαίο το γεγονός πως στην πλειονότητα των εγχειριδίων που εμπεριέχεται κατά κόρον η λέξη «έξυπνος» (ή «ευφυής») ο εκάστοτε συγγραφέας εντοπίζει το δεδομένο πρόβλημα και προβαίνει σε έναν «προσωπικό ορισμό», επαναδιατυπώνοντας την έννοια του «έξυπνου» (σε σχέση με τι νέες τεχνολογίες) – για να μην παρεξηγηθεί προφανώς. Απομένει η εν καιρώ πλήρης αποσαφήνιση του όρου που συνεπάγεται αναπόφευκτη υιοθέτησή του απ' τους περισσότερους συγγραφείς.

Δεν αποφεύγεται – και στην παρούσα εργασία – η σύγχυση, μερικές φορές, όσον αφορά τον ορισμό του «έξυπνου». Σε πρώτο επίπεδο, όπου χρησιμοποιείται το επίθετο «έξυπνος» αντιστοιχεί στο «smart» της αγγλικής γλώσσας – και το «ευφυής» στο «intelligent». Κοινός τόπος των δύο ορισμών – όπως χρησιμοποιείται στην παρούσα εργασία – είναι η έννοια της «προσαρμοστικότητας» του συστήματος στις ανάγκες του φορτίου που αυτό εξυπηρετεί (π.χ. στις αλλαγές της τάσης ή του ρεύματος), καθώς και στον βαθμό διαδραστικότητας με τον ανθρώπινο παράγοντα. Επειδή όμως, «προσαρμοστικά» συστήματα υπάρχουν εδώ και πολλές δεκαετίες (και σίγουρα δεν αποκαλούνται «έξυπνα»), συνυπολογίζεται και ο βαθμός διείσδυσης της Τεχνολογίας Αισθητήρων στο όλο σύστημα, προκειμένου να χαρακτηριστεί «έξυπνο». Ο όρος «ευφυής» - επισημαίνεται αρκετές φορές στην πορεία της εργασίας – θεωρείται ανώτερος απ' το «έξυπνος», εμπεριέχει, δε, έναν μεγάλο βαθμό αυτοματοποίησης, ικανότητας «πρόβλεψης» πιθανών ενδεχομένων (κάτι που

καταχρηστικά, ίσως, χαρακτηρίζεται στη βιβλιογραφία σαν «δυνατότητα μάθησης» ενός ευφυούς συστήματος). Πάντως, και οι δύο όροι, υπονοούν «αισθητήρια συμπεριφορά» του συστήματος – αναφέρονται, δηλαδή, σε συσκευές ή συστήματα που «αισθάνονται» (-προσαρμόζονται) στις απαιτήσεις του φορτίου ή/και του ανθρώπου. Τα εν λόγω συστήματα αναφέρονται συχνά ως «sensing systems/devices». Αποκορύφωμα sensing συστημάτων είναι αυτά που χρησιμοποιούν Τεχνητή Νοημοσύνη (Artificial Intelligence).

Η καταγραφή των έξυπνων συστημάτων προχωρά βαθμιαία απ’ τα «λιγότερα έξυπνα» στα περισσότερα «ευφυή» συστήματα. Δεν εμπεριέχονται στην καταγραφή συστήματα τα οποία είναι «έξυπνα» αλλά δεν εξοικονομούν ενέργεια. Πρώτιστο μέλημα της καταγραφής είναι η σχέση ευφυΐας – εξοικονόμησης ενέργειας. Οι νέες καινοτομίες και η βιβλιογραφία βρίθουν από έξυπνα – ευφυή συστήματα παντός είδους. Πολλά απ’ αυτά, είναι εντυπωσιακά εξελιγμένα – ευφυή. Δεν εμπεριέχονται στην παρούσα εργασία, καθώς δεν έχει διαπιστωθεί (ή προωθηθεί) η δυνατότητα εξοικονόμησης ενέργειας.

Αναλυτικότερα:

Στο Κεφάλαιο 2, παρουσιάζεται συνοπτικά το Ενεργειακό Πρόβλημα παγκοσμίως και ειδικότερα στην Ε.Ε. και την Ελλάδα. Παρουσιάζονται τα σημαντικότερα θέματα που άπτονται των προβλημάτων εξοικονόμησης ενέργειας σε κτίρια και βιομηχανίες στην Ελλάδα, οι βασικοί τομείς εξοικονόμησης ενέργειας, καθώς και η σχέση της ενεργειακής βιωσιμότητας με την τεχνολογική εξέλιξη.

Το Κεφάλαιο 3 αναφέρεται στην έννοια της Διαχείρισης Ενέργειας σε κτίρια και βιομηχανίες. Αναφέρονται οι κύριες μέθοδοι μετρήσεων σε διαδικασίες ενεργειακών επιθεωρήσεων, καθώς και πολλές δράσεις ενεργειακής βελτίωσης. Βασίζεται το εν λόγω κεφάλαιο σε δύο εγχειρίδια ([1][2] της Βιβλιογραφίας), των Ιωάννη Ψαρρά, Κωνσταντίνου Πατλιτζιάνα και του Σταμάτη Περγίου, τα οποία συμπυκνώνουν με ακρίβεια τις προτεινόμενες μεθόδους εξοικονόμησης ενέργειας σε κτίρια και βιομηχανίες.

Στο Κεφάλαιο 4 ορίζεται η έννοια του αισθητήρα και το ευρύ φάσμα εφαρμογών τους στη σύγχρονη βιομηχανία. Προχωράμε απ’ τους έξυπνους αισθητήρες, στα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων – απαραίτητη προϋπόθεση για την δημιουργία των ευφυών δικτύων, καθώς και των έξυπνων κατοικιών – κτιρίων – πόλεων.

Το Κεφάλαιο 5 αποτελεί τον κύριο κορμό της εργασίας: καταγράφονται βασικά έξυπνα και ευφυή συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας σε κτίρια και βιομηχανίες, με βάση τους κύριους άξονες λειτουργίας και λειτουργικότητας κτιρίων και βιομηχανιών (κτιριακό κέλυφος, θέρμανση, φωτισμός, αερισμός/δροσισμός – κλιματισμός, ηλεκτροκίνηση, έξυπνες συσκευές, ΑΠΕ, έξυπνα μετρητικά συστήματα). Αποτελεί μια μικρή «βιβλιοθήκη» έξυπνων συστημάτων – με μερικές παρατηρήσεις και συμπεράσματα.

Στο τέλος, παρουσιάζεται όσο το δυνατόν πληρέστερα η Βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε για την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΤΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ

### 2.1 ΤΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ

Το ενεργειακό πρόβλημα παγκοσμίως σχετίζεται με την εξασφάλιση της απαραίτητης ενέργειας (σε κάθε της μορφή – αιολική, θερμική, ηλεκτρική) για την κάλυψη των αναγκών του πλανήτη, του κόστους αυτής της ενέργειας και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τη χρήση της. Από την βιομηχανική επανάσταση μέχρι σήμερα, υφίσταται και διογκώνεται, αποτελώντας το βασικότερο «πεδίο διαμάχης» ανάμεσα στις αναπτυγμένες χώρες. Ως αγαθό ζωτικής σημασίας για τη διαβίωση του ανθρώπου, η ενέργεια έχει διαδραματίσει ίσως τον πιο σημαντικό ρόλο στην τεχνολογική, οικονομική και πολιτισμική ανάπτυξη των λαών απ' την αρχαιότητα ως τις μέρες μας. Τα κύρια στοιχεία που σχετίζονται με ό,τι σήμερα ονομάζουμε «ενεργειακό πρόβλημα» είναι:

- Κατασπατάληση ορυκτού πλούτου: Οι ορυκτοί ενεργειακοί πόροι είναι πηγές που χαρακτηρίζονται ως μη ανανεώσιμες επειδή η διαδικασία σχηματισμού τους είναι πολύ αργή και απαιτούνται εκατομμύρια χρόνια για τον σχηματισμό τους. Η αλόγιστη χρήση τους συμβάλλει στην παγκόσμια μείωση των αποθεμάτων ενεργειακών πόρων. Με λίγα λόγια, είναι εξαντλήσιμοι – έχουν, δε, γεωγραφικά άνιση κατανομή, γεγονός που εξηγεί την ευρεία και συχνή αντιπαράθεση των κρατών σχετικά με τους τρόπους εκμετάλλευσής τους.
- Αυξομείωση κόστους ενέργειας που επηρεάζει όλους τους κλάδους του εμπορίου και, συνεπώς, τον καταναλωτή. Η μεγάλη εξάρτηση των χωρών από ορυκτά καύσιμα έχει σαν αποτέλεσμα πρακτικές κερδοσκοπίας από μεγάλες εταιρείες εμπορίας καυσίμων. Τρανταχτό παράδειγμα αυξομείωσης κόστους αποτελεί ο επηρεασμός της τιμής του πετρελαίου διεθνώς από στρατιωτικά, πολιτικά και οικονομικά συμφέροντα. Η παγκόσμια οικονομική κρίση συμβάλλει αρνητικά στην γενικότερη άνοδο του κόστους ενέργειας στις περισσότερες μορφές της.
- Συνεχής αύξηση των παγκόσμιων αναγκών σε ενέργεια εξαιτίας της αύξησης του πληθυσμού της γης και της οικονομικής ανάπτυξης.
- Κλιματική Αλλαγή: Τα προβλήματα του περιβάλλοντος που συνδέονται με την ενέργεια σήμερα είναι η κλιματική αλλαγή (εξ αιτίας των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου), η ατμοσφαιρική ρύπανση (αέριοι ρυπαντές, όξινη βροχή, φωτοχημικό νέφος) και οι κίνδυνοι που ελλοχεύουν κατά τη θάλασσα μεταφορά υδρογονανθράκων. Τα αέρια που εκπέμπονται από τη χρήση ορυκτών καυσίμων (διοξειδίου του άνθρακα, οξειδίων του αζώτου και του θείου κλπ) έχουν συνδεθεί με σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα (αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη, ερημοποίηση, ακραία καιρικά φαινόμενα, λιώσιμο των πάγων, αύξηση της στάθμης της θάλασσας κ.α.). Οι εκπομπές ρύπων στις αναπτυγμένες και αναπτυσσόμενες χώρες, παρά τις διάφορες διεθνείς συμφωνίες και κανονισμούς, συνεχίζουν να βρίσκονται σε προβληματικά υψηλά επίπεδα. Προβλήματα όπως το

φαινόμενο του θερμοκηπίου έχουν άμεσο αντίκτυπο στην ομαλή λειτουργία του παγκόσμιου οικοσυστήματος και των οργανωμένων ανθρώπινων κοινωνιών. Το Πρωτόκολλο του Κιότο, που δέσμευε τα κράτη που το είχαν συνυπογράψει να ελαττώσουν τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου κατά ένα συγκεκριμένο ποσοστό για δεδομένα διαστήματα, έληξε με μέτρια αποτελέσματα (αν όχι άδοξα). Απαιτείται μια καινούργια διεθνής δεσμευτική συμφωνία για το κλίμα, όσο κι αν οι προοπτικές συμμετοχής μεγάλων αναπτυσσόμενων κρατών με τεράστιες εκπομπές αερίων στην παρούσα φάση δεν είναι ελπιδοφόρα.

Οι εκτιμήσεις ενεργειακής ζήτησης για το έτος 2030 εμφανίζουν 40% αύξηση (σε σχέση με τα επίπεδα του 2008). Κατά τα έτη 2000-2008, καταγράφηκε μέση ετήσια αύξηση της παγκόσμιας ενεργειακής κατανάλωσης 2,7%. Το πετρέλαιο παραμένει το κυρίαρχο καύσιμο σε όλες τις περιοχές, πλην της Ευρώπης και της Ασίας (φυσικό αέριο και κάρβουνο αντίστοιχα). Το 60% της αύξησης ζήτησης ενέργειας για το 2030 οφείλεται στη ζήτηση των αναπτυσσόμενων χωρών της Ασίας. Για το 2020, ο πληθυσμός της γης προβλέπεται να ξεπεράσει τα 9 δις. Κάθε άνθρωπος, δηλαδή, προβλέπεται να καταναλώνει ενέργεια 43 «προβιομηχανικών» ανθρώπων. Η έκρηξη της ενεργειακής ζήτησης αναδυόμενων αγορών θα οδηγήσει σε πρόσθετη ενεργειακή σπατάλη.

Σε επίπεδο κατοικίας, σύμφωνα με στοιχεία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, η κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση, ψύξη, φωτισμό και ζεστό νερό χρήσης στον οικιακό και τριτογενή κτιριακό τομέα αναλογεί στο 40% περίπου της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης στην Ευρώπη. Αναδεικνύονται, έτσι, τα κτίρια των κατοικιών και του τριτογενή τομέα (σχολεία, εκπαιδευτήρια, ιδρύματα, κλινικές, νοσοκομεία, γυμναστήρια, κολυμβητήρια, γραφεία, εστιατόρια, ξενοδοχεία, ξενώνες, καφέ, club) ως ο μεγαλύτερος τελικός καταναλωτής ενέργειας, εκτοπίζοντας από την 1<sup>η</sup> θέση τη βιομηχανία και τις μεταφορές. [1] [46]

Όστε, το ζήτημα της διαχείρισης ενέργειας δεν αφορά αποκλειστικά κι αόριστα μόνο τη βιομηχανία και τις μεταφορές, αλλά ακόμα περισσότερο τις μεμονωμένες κατοικίες, τα δημόσια κτήρια, τις βιοτεχνίες, τις μικρές μονάδες παραγωγής, τις τουριστικές και ξενοδοχειακές επιχειρήσεις – δηλαδή, κατ' ουσίαν, τους ιδιώτες.

Με βάση τα παραπάνω, εντείνεται διαρκώς το παγκόσμιο ενδιαφέρον για προσπάθεια μείωσης της ζήτησης και της κατανάλωσης ενέργειας. Παράλληλα, επειδή κύριος παράγοντας μείωσης των εκπομπών CO<sub>2</sub> είναι η εξοικονόμηση ενέργειας, εντείνεται η ανάγκη ύπαρξης διεθνών πολιτικών και πρακτικών αντιμετώπισης των περιβαλλοντικών κινδύνων που συνεπάγεται η αλόγιστη και χωρίς μέτρα χρήση της ενέργειας παγκοσμίως.

## 2.2 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

Το θέμα της ενέργειας αποτελεί μια από τις μεγαλύτερες προκλήσεις που αντιμετωπίζει σήμερα η Ευρώπη. Το ενδεχόμενο κατακόρυφης ανόδου των τιμών και η ολοένα μεγαλύτερη εξάρτηση από τις εισαγωγές ενέργειας καθιστούν τον ενεργειακό εφοδιασμό επισφαλής και απειλούν ολόκληρη την οικονομία. Στόχος της ενεργειακής πολιτικής της Ε.Ε. είναι ο ασφαλής και βιώσιμος ενεργειακός εφοδιασμός σε προσιτές τιμές. Η πολιτική

αυτή έχει σχεδιαστεί με βάση τους λεγόμενους "Στόχους 20-20-20" της ΕΕ, η οποία πρέπει να επιτευχθούν έως το 2020. Δηλαδή:

- Μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου κατά 20% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990.
- Το 20% της ενέργειας που καταναλώνεται στην Ε.Ε. πρέπει να προέρχεται από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.
- Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στην Ε.Ε. κατά 20%.

Η Ε.Ε. επικεντρώνει την πολιτική της στα δημόσια μέσα μεταφοράς και τον κατασκευαστικό κλάδο, καθώς οι τομείς αυτοί παρέχουν τις μεγαλύτερες δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας. Επιπλέον, οι έξυπνοι μετρητές και το ενεργειακό σήμα της Ε.Ε. για οικιακές συσκευές (Εικ. 1) βοηθούν τους καταναλωτές να δαπανούν λιγότερη ενέργεια.

Η ενεργειακή σήμανση καθιερώθηκε στην Ευρωπαϊκή Ένωση με την έκδοση της οδηγίας 92/75/22.09.92 και σε Εθνικό επίπεδο με την έκδοση του Προεδρικού Διατάγματος 180/1994, το οποίο έθεσε το γενικό νομοθετικό πλαίσιο για την εφαρμογή της ενεργειακής σήμανσης στις οικιακές συσκευές. Στη συνέχεια, εκδόθηκε μια σειρά Κοινών Υπουργικών Αποφάσεων για την εφαρμογή της ενεργειακής σήμανσης σε διάφορες κατηγορίες οικιακών συσκευών (ψυγεία, καταψύκτες, πλυντήρια – στεγνωτήρια ρούχων, ηλεκτρικοί λαμπτήρες, φούρνοι, κλιματιστικές συσκευές κλπ). Στόχος της ενεργειακής σήμανσης είναι να δοθεί στους καταναλωτές η δυνατότητα να λαμβάνουν υπόψη και την παράμετρο ενέργεια στην τελική επιλογή της ηλεκτρικής συσκευής, παρέχοντάς τους πληροφορίες σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας της συγκεκριμένης ηλεκτρικής συσκευής. Παράλληλα, τονίζεται ότι η πραγματική τελική ενεργειακή κατανάλωση κάθε συσκευής εξαρτάται από τον τρόπο χρήσης και τη θέση της.

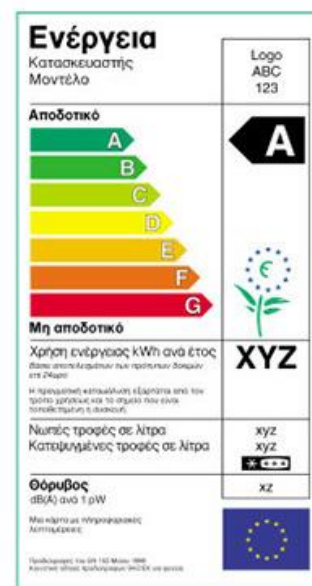
Βασικά χαρακτηριστικά – στόχοι της ενεργειακής πολιτικής της Ε.Ε. είναι:

- I. Ελεύθερη Κυκλοφορία της Ενέργειας. Η ηλεκτρική ενέργεια και το φυσικό αέριο μεταφέρονται μέσω δικτύων και αγωγών που συχνά εκτείνονται πέρα από τα εθνικά σύνορα. Οι αποφάσεις ενεργειακής πολιτικής που λαμβάνει μια χώρα επηρεάζουν αναπόφευκτα και άλλες χώρες. Η ελεύθερη εμπορία της ενέργειας στο εσωτερικό της Ε.Ε. θα φέρει πολλαπλά οφέλη, όπως ανταγωνιστικές τιμές, περισσότερες δυνατότητες επιλογής για τους καταναλωτές, μεγαλύτερη ασφάλεια ενεργειακού εφοδιασμού, ασφάλεια για όσους επενδύουν σε νέες τεχνολογίες και υποδομές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.
- II. Στροφή προς τις Νέες Τεχνολογίες. Εάν δεν χρησιμοποιήσει νέες τεχνολογίες, η Ε.Ε. δεν θα μπορέσει να υλοποιήσει τον φιλόδοξο στόχο που έχει θέσει μακροπρόθεσμα, δηλαδή να μειώσει τις εκπομπές CO<sub>2</sub> στους κλάδους της ηλεκτρικής ενέργειας και των μεταφορών. Το Στρατηγικό Σχέδιο Ενεργειακών Τεχνολογιών καθορίζει μια μεσοπρόθεσμη στρατηγική για όλους τους κλάδους. Είναι αναγκαίο να επιταχυνθεί η υλοποίηση των έργων ανάπτυξης και επίδειξης βασικών τεχνολογιών, όπως τα βιοκαύσιμα δεύτερης γενιάς και τα έξυπνα δίκτυα διανομής. Οι ερευνητές και οι επιχειρήσεις της Ε.Ε. πρέπει να εντείνουν τις προσπάθειές τους για να παραμείνουν στην πρωτοπορία της ταχύτατα αναπτυσσόμενης διεθνούς αγοράς ενεργειακής τεχνολογίας και να ενισχύσουν τη συνεργασία τους με τρίτες χώρες για συγκεκριμένες τεχνολογίες.

III. Ενίσχυση της Διεθνούς Συνεργασίας. Με πάνω από 500 εκατ. καταναλωτές, η ευρωπαϊκή αγορά ενέργειας είναι η μεγαλύτερη περιφερειακή αγορά στον κόσμο και ο μεγαλύτερος εισαγωγέας ενέργειας. Πολλές από τις προκλήσεις που αντιμετωπίζει η Ε.Ε. είναι κοινές για τις περισσότερες χώρες και η αντιμετώπισή τους απαιτεί διεθνή συνεργασία.

- Κλιματική αλλαγή
- Πρόσβαση σε πετρέλαιο και φυσικό αέριο
- Ανάπτυξη τεχνολογιών
- Ενεργειακή απόδοση.

Η διεθνής ενεργειακή πολιτική πρέπει να επιδιώκει την επίτευξη των κοινών στόχων της ασφάλειας του εφοδιασμού, της ανταγωνιστικότητας και της βιωσιμότητας. Αν και οι σχέσεις με τις χώρες παραγωγής και διαμετακόμισης είναι σημαντικές, αυξανόμενη σημασία αποκτούν και οι σχέσεις με μεγάλες ενεργοβόρες χώρες και ιδίως με αναδυόμενες και αναπτυσσόμενες χώρες. [47]



Εικ. 1: Το ενεργειακό σήμα της Ε.Ε. για οικιακές συσκευές

### 2.3 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ ΣΤΗΝ Ε.Ε.

Η ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων στην Ευρωπαϊκή Ένωση αντιπροσωπεύει το 30% περίπου της συνολικής καταναλισκόμενης ενέργειας στην Ε.Ε. Το 2003 (EU-25) οι συνολικές εκπομπές CO<sub>2</sub> έφτασαν τους 3,8 Gtn από τους οποίους οι 479 Mtn αντιστοιχούσαν σε εκπομπές κατοικιών – νοικοκυριών (12%) (EU, 2005). Στο Ηνωμένο Βασίλειο, ο οικιακός τομέας αντιπροσωπεύει το 28% των εκπομπών CO<sub>2</sub> (52% εκπομπές από θέρμανση, 22% φωτισμού και κατανάλωσης ηλεκτρικών συσκευών, 20% ζεστού νερού χρήσης) (UK DTI, 2006). Η παραγωγή και χρήση ενέργειας είναι η αιτία για το 94% των εκπομπών CO<sub>2</sub> και από το ποσοστό αυτό το μισό τουλάχιστον αναλογεί στον κτιριακό τομέα. Η ενεργειακή εξάρτηση της Ε.Ε. προβλέπεται να φτάσει το 70% μέχρι το 2030. Στο πλαίσιο όλων αυτών, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης εξέδωσαν την Οδηγία 2010/31/ΕΕ που στοχεύει, μεταξύ άλλων, στην βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, με την οποία οφείλουν να συμμορφωθούν όλα τα κράτη – μέλη. Στόχος είναι, όπως αναγράφεται στην Οδηγία, η προώθηση των Zero Energy Buildings, με απώτερο στόχο όλα τα νέα κτίρια που κατασκευάζονται μετά την 31η Δεκεμβρίου 2020 να είναι κτίρια με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας. [1][2][47]

### 2.4 ΤΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Ο ελληνικός ενεργειακός τομέας χαρακτηρίζεται από μια ολοένα και λιγότερο αποδοτική κατανάλωση – κυρίως στους τομείς των μεταφορών και του τριτογενούς-οικιακού τομέα – και από μια ανεπάρκεια της εσωτερικής παραγωγής να ικανοποιήσει τις ενεργειακές ανάγκες. Συνέπεια αυτών αποτελεί η αυξημένη εξωτερική ενεργειακή εξάρτηση της χώρας,



η οποία είναι δαπανηρή για την ελληνική οικονομία. Είναι δηλωτικό δε το γεγονός πως η ενεργειακή εξάρτηση της χώρας είναι πολύ μεγαλύτερη απ' τον κοινοτικό μέσο όρο και αγγίζει το 72% (2006), εξαιτίας κυρίως των εισαγωγών πετρελαίου και φυσικού αερίου.

Η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας αυξάνεται με γοργούς ρυθμούς απ' το 1990. Ο τριτογενής τομέας ήταν το 2006 ο μεγαλύτερος καταναλωτής ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα με 17,7 TWh ετήσια κατανάλωση (ποσοστιαία αύξηση της τάξεως του 216% σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990). Η βιομηχανία - η οποία ήταν ο μεγαλύτερος καταναλωτής ηλεκτρικής ενέργειας το 1990 με κατανάλωση 12,1 TWh – το 2006 έπεσε στην 3<sup>η</sup> θέση με κατανάλωση 14,1 TWh και ποσοστό αύξησης 14% σε σχέση με το 1990. Ο οικιακός τομέας σημείωσε κατανάλωση της τάξεως των 17,6 TWh το 2006 (9,1 TWh το 1990), παρουσιάζοντας 93% συνολική αύξηση, έχοντας μεγαλύτερη κατανάλωση απ' τον βιομηχανικό τομέα.

Σύμφωνα με την έκθεση «Πολιτικές και Μέτρα για την Ενεργειακή Αποδοτικότητα στην Ελλάδα το 2012», στην οποία αντικατοπτρίζεται η περιπτώσιολογική μελέτη της Ελλάδας για το έργο IEE «Παρακολούθηση της Ενεργειακής Αποδοτικότητας στην ΕΕ-27, τη Νορβηγία και την Κροατία (Odyssey-Mure)», από το 1990 η τελική κατανάλωση ενέργειας στην Ελλάδα αυξήθηκε κατά 30%, σύμφωνα τόσο με τα νούμερα περί οικονομικής ανάπτυξης όσο και περί των νέων καταναλωτικών συνηθειών που έχουν υιοθετηθεί απ' τους τελικούς καταναλωτές. Αυτή η αυξανόμενη τάση προέρχεται κυρίως από την αύξηση στην κατανάλωση πετρελαίου κατά 22,1%, καθώς και μια σημαντική αύξηση στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας κατά 86,3%. Από το 1998, με την εισαγωγή του φυσικού αερίου στο ενεργειακό μίγμα της χώρας, η τελική κατανάλωση έχει διπλασιαστεί και αυτή η αυξανόμενη τάση αναμένεται να διατηρηθεί στο εγγύς μέλλον.

Η τελική κατανάλωση ενέργειας από ΑΠΕ έχει αυξηθεί επίσης κατά 29% κατά τη διάρκεια της τελευταίας εικοσαετίας, κυρίως λόγω των μέτρων για την προώθηση των ΑΠΕ σε όλους του τομείς. Η πρόοδος σ' αυτόν τον τομέα είναι σεβαστή. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το γεγονός πως η η ενεργειακή κατανάλωση από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στην Ελλάδα ανήλθε σε 15,1% επί του συνόλου το 2012 έναντι 14,1% στην Ευρωπαϊκή Ένωση, σύμφωνα με τα στοιχεία που έδωσε στη δημοσιότητα η Eurostat. Όπως αναφέρει η Eurostat κατά την περίοδο 2004-2012 η Ελλάδα υπερδιπλασίασε τη συμμετοχή των ΑΠΕ στην κάλυψη της ζήτησης ενέργειας από 7,2% το 2004 σε 15,1% το 2012, καταγράφοντας τη μεγαλύτερη αύξηση ενεργειακής κατανάλωσης από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Τόσο η ύφεση, όσο και η εφαρμογή των μέτρων για τη βελτίωση της αποδοτικότητας της τελικής χρήσης της ενέργειας, οδήγησαν σε μια αξιοσημείωτη μείωση της τελικής κατανάλωσης ενέργειας για την περίοδο 2008-2010. Την εξαετία 2006-2012 η συνολική κατανάλωση ενέργειας μειώθηκε κατά 14,4% (Eurostat). Όσον αφορά το ποσοστό ενεργειακής εξάρτησης, ήταν 53% το 2012 στην Ε.Ε.-28, 65,6% στην Ελλάδα, 73,3% στην Ισπανία, 80,8% στην Ιταλία, 84,8% στην Ιρλανδία και 79,5% στην Πορτογαλία. Ωστόσο, πρέπει να επισημανθεί πως η οικονομική κρίση των τελευταίων ετών και οι διακυμάνσεις των τιμών πετρελαίου και φυσικού αερίου από πολιτικοοικονομικές παραμέτρους, δημιουργούν νέα δεδομένα στην παγκόσμια οικονομία, καθιστώντας και στην Ελλάδα την οικονομική κρίση ως κρίση, εκτός των άλλων, ενεργειακή. Για το λόγο αυτό, η ανάγκη

ενεργειακής εξοικονόμησης γίνεται χρόνο με τον χρόνο εντονότερη και πιο περίπλοκη (σε παγκόσμιο και τοπικό επίπεδο). [35]

## 2.5 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΑ ΚΤΙΡΙΑ

Οι τομείς των κτιρίων και των μεταφορών αποτελούν τους μεγαλύτερους καταναλωτές ενέργειας εν Ελλάδι. Τα κτίρια στην Ελλάδα ευθύνονται περίπου για το 36% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης ενώ, κατά την περίοδο 2000–2005, αύξησαν την ενεργειακή τους κατανάλωση κατά περίπου 24%, μία από τις μεγαλύτερες αυξήσεις στην Ευρώπη. Ένας από τους βασικούς λόγους για τους οποίους τα ελληνικά κτίρια είναι ιδιαίτερος ενεργοβόρα είναι η παλαιότητά τους και η μη ενσωμάτωση σύγχρονης τεχνολογίας σε αυτά, λόγω έλλειψης σχετικής νομοθεσίας τα τελευταία 30 χρόνια.

Περισσότερα από αυτά τα κτίρια αντιμετωπίζουν θέματα όπως: μερική ή παντελή έλλειψη θερμομόνωσης, παλαιάς τεχνολογίας κουφώματα (πλαίσια/μονοί υαλοπίνακες), έλλιπή ηλιοπροστασία των νότιων και δυτικών όψεών τους, μη επαρκή αξιοποίηση του υψηλού ηλιακού δυναμικού της χώρας, ανεπαρκή συντήρηση των συστημάτων θέρμανσης/κλιματισμού με αποτέλεσμα τη χαμηλή απόδοση.

Σημαντική παράμετρος, επίσης, που καθορίζει την ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου είναι η συμπεριφορά των ενοίκων. Η έλλιπής ενημέρωση των χρηστών-κατοίκων σε θέματα ορθολογικής χρήσης και διαχείρισης της ενέργειας, οδηγεί συχνά σε σπάταλες συμπεριφορές όπως η εγκατάσταση μεμονωμένων κλιματιστικών συστημάτων χωρίς μελέτη, η χρήση συσκευών χαμηλής απόδοσης, η μη συντήρηση του συστήματος θέρμανσης και άλλες αναποτελεσματικές ή ενεργοβόρες πρακτικές. [63]

## 2.6 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ

Σύμφωνα με το ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας, η συμμετοχή της βιομηχανίας στη συνολική κατανάλωση τελικής ενέργειας ανέρχεται περίπου στο 23% (στοιχεία Υπουργείου Ανάπτυξης, 2002). Από τη συνολική ενέργεια που καταναλώνεται στη βιομηχανία, το 26,8% είναι ηλεκτρισμός, το 67,8% παράγεται από συμβατικά καύσιμα και το 5,4% προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ).

Η ενεργειακή ένταση (κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα παραγόμενου προϊόντος) που παρουσιάζει η ελληνική βιομηχανία είναι υψηλή σε σχέση με χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης που εμφανίζουν παρεμφερή βιομηχανική δομή και ανάπτυξη. Αυτό σημαίνει για τη χώρα μας κατανάλωση ενέργειας με χαμηλό βαθμό απόδοσης.

Ο χαμηλός βαθμός ενεργειακής απόδοσης της ελληνικής βιομηχανίας οφείλεται κυρίως στην έλλειψη επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας, αλλά και εκσυγχρονισμού.

Η σχετικά μικρή συμμετοχή του ενεργειακού κόστους στο τελικό κόστος του προϊόντος, στις περισσότερες ελληνικές βιομηχανίες, παράλληλα με τα γενικότερα οικονομικά προβλήματα που αντιμετωπίζει ο κλάδος, έχουν σαν αποτέλεσμα η υλοποίηση επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας να μην ανήκει στις προτεραιότητες των περισσότερων ελληνικών βιομηχανιών. Συγχρόνως, υπάρχει και άγνοια για τις σημαντικές δυνατότητες

εξοικονόμησης ενέργειας που υπάρχουν στην ελληνική βιομηχανία, καθώς και για τα οφέλη που μπορούν να προκύψουν από αυτήν.

Οι επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε μία ελληνική βιομηχανία μπορούν να είναι από ένα απλό «ενεργειακό νοικοκύρεμα» με χαμηλό κόστος, μέχρι επεμβάσεις υψηλότερου κόστους με μεσο-βραχυπρόθεσμη απόσβεση.

Σε κάθε περίπτωση, ένα πρόγραμμα επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας σε μία βιομηχανία θα πρέπει να υλοποιηθεί με τεχνικοοικονομικά κριτήρια, έτσι ώστε να ανταποκρίνεται στις ανάγκες και τις απαιτήσεις της συγκεκριμένης βιομηχανίας, να εφαρμοσθεί σε τομείς όπου υπάρχει σημαντικό δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας με αποτέλεσμα τη μεγιστοποίηση του οικονομικού οφέλους που θα προκύψει από τις επεμβάσεις και ο χρόνος απόσβεσης του κεφαλαίου που θα επενδυθεί να είναι ελκυστικός για την επιχείρηση. [19]

## 2.7 ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

Βιοκλιματική καλείται ο κλάδος της αρχιτεκτονικής που λαμβάνει υπ' όψιν τις επιταγές της οικολογίας και της βιωσιμότητας. Ο Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Κτιρίων (Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική) αναφέρεται στον σχεδιασμό κτιρίων και χώρων (εσωτερικών και εξωτερικών) με βάση το τοπικό κλίμα, με σκοπό την εξασφάλιση συνθηκών οπτικής και θερμικής άνεσης, αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια και τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. Βασικά στοιχεία του βιοκλιματικού σχεδιασμού αποτελούν τα παθητικά συστήματα που ενσωματώνονται στα κτίρια με στόχο την αξιοποίηση των περιβαλλοντικών πηγών (ήλιος, αέρας, άνεμος, βλάστηση, νερό, έδαφος, ουρανός) για θέρμανση, ψύξη και φωτισμό των κτιρίων. Βασικές αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού κτιρίων είναι:

- Θερμική προστασία των κτιρίων τόσο το χειμώνα όσο και το καλοκαίρι.
- Χρήση της ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση των κτιρίων τη χειμερινή περίοδο και για φυσικό φωτισμό όλο το χρόνο.
- Προστασία κτιρίων από τον καλοκαιρινό ήλιο.
- Βελτίωση των περιβαλλοντικών συνθηκών στο εσωτερικό των κτιρίων με στόχο την καλύτερη ποιότητα ζωής των ανθρώπων.
- Βελτίωση του μικροκλίματος γύρω από τα κτίρια.
- Σωστή χρήση των χαρακτηριστικών των δομικών υλικών (θερμική μάζα, ανακλαστικότητα, απορροφητικότητα).
- Εξοικονόμηση ενέργειας και προσπάθεια μηδενισμού ενεργειακού ισοζυγίου.

## 2.8 ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Το μεγαλύτερο ποσοστό ενεργειακών αναγκών στις πόλεις σήμερα καλύπτεται από συμβατικές μορφές ενέργειας (πετρέλαιο, βενζίνη, άνθρακας). Το βασικότερο πρόβλημα των συμβατικών μορφών ενέργειας (όπως τα ορυκτά καύσιμα) είναι η εξαντλησιμότητά τους και το γεγονός πως, με χρήση της υφιστάμενης τεχνολογίας, δεν εξασφαλίζουν την αειφορία (εκπομπές αέριων ρύπων). Αντιθέτως, οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ)

αναπληρώνονται μέσω των φυσικών κύκλων και θεωρούνται πρακτικά ανεξάντλητες. Ο ήλιος, ο άνεμος, η γεωθερμία, τα ποτάμια, οι οργανικές ύλες, όπως το ξύλο και ακόμη τα απορρίμματα οικιακής και γεωργικής προέλευσης, είναι πηγές ενέργειας, που η προσφορά τους δεν εξαντλείται ποτέ. Εξάλλου, η αξιοποίησή τους για την παραγωγή ενέργειας δεν επιβαρύνει το περιβάλλον. Η Ελλάδα διαθέτει αξιόλογο δυναμικό ΑΠΕ, οι οποίες μπορούν να προσφέρουν μια πραγματική εναλλακτική λύση για την κάλυψη μέρους των ενεργειακών αναγκών της χώρας, συνεισφέροντας στη μείωση της εξάρτησης από συμβατικά καύσιμα, στην ελάττωση του φαινομένου του θερμοκηπίου, στη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας και στην ανάπτυξη αποκεντρωμένων περιοχών. Οι μορφές των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας είναι:

1. Ηλιακή Ενέργεια, η οποία αξιοποιείται με ενεργητικά – παθητικά ηλιακά συστήματα, όπως επίσης και με φωτοβολταϊκά.
2. Αιολική Ενέργεια, η οποία αξιοποιείται με ανεμογεννήτριες.
3. Βιομάζα. Στη βιομάζα συμπεριλαμβάνονται καυσόξυλα, φυτικά και δασικά υπολείμματα, ζωικά απόβλητα, αστικά απορρίμματα κλπ.
4. Γεωθερμία.
5. Υδραυλική Ενέργεια, η οποία συνήθως αξιοποιείται σε ειδικές εγκαταστάσεις (υδροηλεκτρικοί σταθμοί κλπ).

Στα πλεονεκτήματα της χρήσης ΑΠΕ συμπεριλαμβάνονται:

- Παραγωγή ενέργειας από ανεξάρτητες και εγχώριες πηγές.
- Μερική ενεργειακή αυτονομία της χώρας (απεξάρτηση από άλλες χώρες και από τις εισαγωγές συμβατικών καυσίμων).
- Μεγαλύτερη ενεργειακή αυτονομία ενός κτιρίου και προβλεψιμότητα των εξόδων του.
- Μείωση της κατανάλωσης ορυκτών καυσίμων – προστασία του περιβάλλοντος.
- Ανάπτυξη νέων τεχνολογιών.
- Ανάπτυξη αγροτικών και απομακρυσμένων περιοχών με τοπικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με χρήση ΑΠΕ. Νέες θέσεις εργασίας.

Μειονεκτήματα:

- Ο εφοδιασμός σε ενέργεια δεν είναι σταθερός (π.χ. εξαρτάται απ' τα καιρικά φαινόμενα). Μια χώρα δε μπορεί να στηρίξει την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αποκλειστικά σε αυτές.
- Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ έχει υψηλό κόστος.
- Για τη δημιουργία μεγάλων σταθμών παραγωγής ενέργειας χρειάζεται δέσμευση μεγάλων εκτάσεων γης.
- Η ανάπτυξή τους είναι ακόμα ασύμφορη χωρίς την οικονομική ενίσχυση της πολιτείας. [46]

## 2.9 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑ

Η συμβολή των σύγχρονων τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνιών (Information and communications technology: ICT – τηλεπικοινωνίες, υπολογιστές, software, συστήματα audiovisual κ.α.– συστήματα δηλαδή που παρέχουν στους χρήστες την δυνατότητα

πρόσβασης, αποθήκευσης, μετάδοσης και διαχείρισης πληροφορίας) στον τομέα της εξοικονόμησης ενέργειας – βιωσιμότητας, τις τελευταίες δεκαετίες, είναι τεράστια. Η ραγδαία ανάπτυξη της σύγχρονης τεχνολογίας εξασφάλισε μεταξύ άλλων καινούργιες προοπτικές ενεργειακής εξοικονόμησης και εκμετάλλευσης πρώτων υλών σ' ένα ευρύτατο φάσμα εφαρμογών. Ταυτόχρονα όμως, η τεράστια αυτή ανάπτυξη οδήγησε και σε αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας και των εκπομπών CO<sub>2</sub> του τομέα αυτού καθ' αυτού (το 2007, η εκτίμηση εκπομπών αερίων θερμοκηπίου απ' τις εν λόγω τεχνολογίες ανερχόταν περίπου στο 2%, ισόποσες περίπου με τον κλάδο αερομεταφορών). Σχετικές έρευνες εκτιμούν ότι ο αριθμός αυτός θα ανέλθει στο 6% των συνολικών εκπομπών CO<sub>2</sub> μέχρι το 2020.

Για το λόγο αυτό, η σύγχρονη έρευνα κατευθύνεται προς την ανάπτυξη «πράσινων» τεχνολογιών – δηλαδή, ενεργειακά αποδοτικών, που θα καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια με προφανή περιβαλλοντικά οφέλη. Από την άλλη, οι τεχνολογίες ICT «αποζημιώνουν» για την αύξηση των εκπομπών CO<sub>2</sub> του δικού τους τομέα συντελώντας αποφασιστικά στην ανάπτυξη «πράσινης» βιομηχανίας, βιώσιμης ενέργειας και ενεργειακά αποδοτικών συστημάτων. Χαρακτηριστική είναι η επισήμανση από διεθνείς οργανισμούς (WWF, ACEEE) πως «για κάθε πρόσθετη κιλοβατώρα που καταναλώνουν οι τεχνολογίες ICT, η οικονομία των Ηνωμένων Πολιτειών αυξάνει τα ενεργειακά οφέλη της κατά ένα παράγοντα της τάξεως του 10». Ανεξάρτητα απ' την αξιοπιστία του αριθμού αυτού, είναι εμφανής η επίδραση που ασκούν οι τεχνολογίες πληροφορικής και επικοινωνιών – και, γενικότερα, η σύγχρονη έρευνα και τεχνολογία – στην προσπάθεια εξεύρεσης αποδοτικών συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας.

Η βιομηχανία χρόνο με το χρόνο προοδευτικά μεταλλάσσεται προσαρμοζόμενη στις καινούργιες ανάγκες εξοικονόμησης ενέργειας, όπως αυτές έχουν διαμορφωθεί τα τελευταία χρόνια, με βάση τα εντεινόμενα και χρόνια περιβαλλοντικά προβλήματα. Όροι όπως «έξυπνη» βιομηχανία, «έξυπνες» κατασκευές, «έξυπνη» γραμμή παραγωγής αναδεικνύουν τη σύζευξη της καινοτομίας στις νέες τεχνολογίες με το ζήτημα της βιωσιμότητας ενέργειας. Οι περιγραφές αυτές θα μπορούσαν να συνοψιστούν στον όρο Smart Manufacturing, ο οποίος χρησιμοποιείται για να δηλώσει τον συνδυασμό εκμετάλλευσης πληροφοριών, τεχνολογίας και ανθρώπινης εφευρετικότητας στην παραγωγή, κατασκευή, προώθηση, πώληση και λειτουργία προϊόντων σε κάθε τομέα της βιομηχανίας, εισάγοντας ευφυΐα στις επιμέρους διαδικασίες.

Τι νοείται ως ευφυΐα; Ο όρος χρησιμοποιείται για να περιγράψει πολλές και διαφορετικές παραμέτρους:

- Βελτιστοποίηση όλων των συστημάτων παραγωγής, ανεξάρτητα απ' το βαθμό αυτοματοποίησης, και όλων των μονάδων μιας βιομηχανίας για την επίτευξη ανώτερου – αποτελεσματικού ελέγχου και βέλτιστης παραγωγής.
- Χρήση αισθητήρων και συσκευών που επικοινωνούν μεταξύ τους διαμορφώνοντας εξελιγμένα δίκτυα μέσω κατάλληλων λογισμικών.
- Αυτόματος έλεγχος.
- Βελτιστοποίηση παραγωγικότητας μέσω ανταλλαγής πληροφοριών και λήψης τεκμηριωμένων αποφάσεων.
- Βέλτιστοι μετρητές – μετρητικά συστήματα.
- Διαχείριση πληροφοριών και μετρήσεων για ανάλυση διεργασιών και διαδικασιών, εντοπισμό βλαβών ή υπολειτουργικότητας συστημάτων, κατανόηση των

συμφερόντων των καταναλωτών, ενημέρωση τεχνικού προσωπικού και εργαζομένων.

- Συνδυασμός Διαχείρισης Επιχειρησιακών Πόρων και Συστημάτων Διαχείρισης Παραγωγής για τον σχεδιασμό και την παραγωγή προϊόντων – συστημάτων ενεργειακά αποδοτικών και φιλικών προς το περιβάλλον.

Smart manufacturing είναι, σε τελική ανάλυση, η δυνατότητα για όλους σε μια οργάνωση – βιομηχανική μονάδα να έχουν πρόσβαση σε αξιοποιήσιμες πληροφορίες που χρειάζονται, τη στιγμή που το χρειάζονται, ώστε να μπορούν να συμβάλλουν στη βέλτιστη λειτουργία της επιχείρησης, μέσω άμεσης ενημέρωσης βασισμένης σε δεδομένα λήψης αποφάσεων. Είναι κάτι περισσότερο απ' την τεχνολογία. Ο όρος συμπεριλαμβάνει ακόμα την κατάρτιση των εργαζομένων, τα συστήματα διαχείρισης – management, καθώς και την εταιρική κουλτούρα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ & ΔΡΑΣΕΙΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

### 3.1 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Διαχείριση ενέργειας είναι η βασική μέθοδος βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας του συστήματος με τεχνικά και οργανωτικά μέτρα, με άμεσο στόχο την μείωση της συμμετοχής της ενέργειας στο συνολικό κόστος παραγωγής (επιχειρήσεις) ή το κόστος διαβίωσης (κατοικίες).

Η διαχείριση ενέργειας στις βιομηχανίες στηρίζεται στο συνεχή έλεγχο της ενεργειακής κατανάλωσης με συστηματικό και οργανωμένο τρόπο, στη σαφή γνώση των ενεργειακών απαιτήσεων, του ανθρώπινου δυναμικού, των προτεραιοτήτων και των οικονομικών μέσων. Αποτελεί μια πειθαρχημένη δραστηριότητα, οργανωμένη και δομημένη προς την πλέον αποδοτική χρήση της ενέργειας, χωρίς να μειωθούν τα παραγωγικά επίπεδα και χωρίς να θυσιαστεί η ποιότητα του προϊόντος, η ασφάλειά του ή τα περιβαλλοντικά του πρότυπα. Η θεμελιώδης αρχή της διαχείρισης ενέργειας είναι η οικονομική αποτελεσματικότητα. Απαιτεί τόσο τεχνικές όσο και οικονομικές εκτιμήσεις.

Τα πιο σημαντικά εμπόδια για την ένταξη της ενεργειακής διαχείρισης σε μια επιχειρησιακή μονάδα είναι:

- Έλλειψη πληροφόρησης για τις δυνατότητες βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας της επιχειρησιακής μονάδας μέσα από τις διαδικασίες της ενεργειακής διαχείρισης.
- Έλλειψη τεχνογνωσίας.
- Μικρό κόστος ενέργειας με αποτέλεσμα μειωμένο ενδιαφέρον και διαφορετικές προτεραιότητες από τη διοίκηση των επιχειρησιακών μονάδων.

Η εφαρμογή μέτρων ενεργειακής αποδοτικότητας σε κτίρια και βιομηχανικές εγκαταστάσεις μπορεί να αποδώσει οφέλη στα τρία παρακάτω διακριτά επίπεδα:

- Οικονομικά οφέλη, τα οποία συμβάλλουν στη μείωση των λειτουργικών εξόδων ή στην αύξηση των κερδών της επιχειρησιακής μονάδας.
- Λειτουργικά οφέλη, τα οποία βοηθούν στη διαχείριση της επιχειρησιακής μονάδας και στη βελτίωση των επιπέδων άνεσης, ασφάλειας και αποδοτικότητας των εργαζομένων της (ή των ενοίκων του κτιρίου) και στη βελτίωση της γενικότερης λειτουργίας της.
- Περιβαλλοντικά οφέλη, τα οποία αφορούν κυρίως στη μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> ή άλλων ρύπων (αέρια θερμοκηπίου), στη μείωση των ενεργειακών αναγκών σε εθνικό επίπεδο και στη διατήρηση των φυσικών πόρων. [1][2]

### 3.2 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα Ενεργειακής Διαχείρισης μπορεί να περιγραφεί από τη μεθοδολογία της Ενεργειακής Λογιστικής, της Ενεργειακής Επιθεώρησης και της Ενεργειακής Παρακολούθησης και Θέσπισης Ενεργειακών Στόχων (Monitoring & Targeting). Πιο συγκεκριμένα:

- Ενεργειακή Λογιστική: Αποτελεί μια από τις πρώτες διαδικασίες ενεργειακής διαχείρισης. Ορίζεται ως η ανάλυση, ταξινόμηση και καταγραφή των ενεργειακών ροών σε ένα σύστημα, με σκοπό την περιγραφή και βελτίωση τόσο της τεχνικής απόδοσης όσο και της οικονομικής κατάστασης του συστήματος.
- Ενεργειακή Επιθεώρηση: Ο όρος (energy audit) χρησιμοποιείται γενικά για την περιγραφή μιας συστηματικής διαδικασίας που στοχεύει στην απόκτηση επαρκούς γνώσης γύρω απ' το προφίλ της ενεργειακής συμπεριφοράς μιας επιχειρησιακής μονάδας. Έχει επίσης στόχο τον προσδιορισμό και την αξιολόγηση των οικονομικά αποδοτικών δυνατοτήτων για εξοικονόμηση ενέργειας στην εν λόγω μονάδα. Η ενεργειακή επιθεώρηση παρέχει, λοιπόν, τη δυνατότητα εντοπισμού των κρίσιμων σημείων ενός κτιρίου ή μιας επιχειρησιακής μονάδας (δηλαδή, των σημείων εκείνων όπου υπάρχει σημαντική ροή ενέργειας). Η παραμικρή δυνατότητα ενεργειακής εξοικονόμησης μπορεί να αποφέρει σημαντικά οικονομικά οφέλη για τη διοίκηση μιας επιχειρησιακής μονάδας.
- Συστήματα M&T: Ως ενεργειακή παρακολούθηση (Monitoring) χαρακτηρίζεται η διαδικασία συνεχούς ή τακτικής, χρονικά δομημένης καταγραφής της ενεργειακής συμπεριφοράς μιας επιχειρησιακής μονάδας πριν και μετά την εφαρμογή μιας σειράς δράσεων ενεργειακής εξοικονόμησης. Αποτελεί το μέσο εκτίμησης της αποδοτικότητας των δράσεων αυτών, καθώς συγκρίνει τη συμπεριφορά της μονάδας μετά την εφαρμογή των δράσεων με αυτήν που είχε πριν την εφαρμογή τους. Αντίστοιχα, ως θέσπιση ενεργειακών στόχων (Targeting) χαρακτηρίζεται η διαδικασία επισταμένης εξέτασης της υπό παρακολούθηση χρήσης ενέργειας ανά περίοδο και η βελτιστοποίηση της χρήσης αυτής θέτοντας συγκεκριμένους ενεργειακούς στόχους. Αποτελεί μια επέκταση του Monitoring. Ένα σύστημα M&T αποτελείται από τις ακόλουθες διαδικασίες:
  - Διαρκή μέτρηση της καταναλισκόμενης ενέργειας.
  - Διαρκή μέτρηση – καταγραφή των παραμέτρων που επηρεάζουν την κατανάλωση ενέργειας (κλίμα, κατασκευή, προϊόντα, εξοπλισμός κλπ).
  - Σύσχέτιση της καταναλισκόμενης ενέργειας με τους παράγοντες που την επηρεάζουν (βαθμομημέρες θέρμανσης κλπ).
  - Αναφορά της ενεργειακής απόδοσης των παρακολουθούμενων συστημάτων συναρτήσει με τους ενεργειακούς στόχους που έχουν τεθεί.
  - Ανάλυση διορθωτικών ενεργειών για τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας των παρακολουθούμενων συστημάτων για την προσέγγιση των ενεργειακών στόχων. [1][2]

Ένα παράδειγμα συστήματος M&T είναι τα συστήματα Κεντρικής Παρακολούθησης Κτιρίων (BMS), τα οποία, ανάλογα με την εξέλιξή τους, μπορούν



να εκπληρώνουν τις περισσότερες (ή και όλες – αν είναι ευφυή) από τις άνω περιγραφόμενες διαδικασίες. Εκτός απ' τα συστήματα BMS, κυκλοφορούν ακόμα πολλές νέες τεχνολογίες ενεργειακής διαχείρισης κατοικιών – μεμονωμένων χώρων: οι εφαρμογές αυτές συνδυάζονται συνήθως με συγκεκριμένες έξυπνες συσκευές ή συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας, βασίζονται καίρια σε ακριβή μετρητικά συστήματα μερικής (ή ολικής) κατανάλωσης ενέργειας και ως πελατειακό target group στοχεύουν στους ιδιώτες, δηλαδή στον (μέσο) καταναλωτή. Εντάσσονται στη λογική του Ίντερνετ των Πραγμάτων, αποτελούν τυπικό παράδειγμα αναπτυσσόμενου τομέα προς τον οποίο φαίνεται να κατευθύνεται η αγορά και πρωτίστως – ενσωματώνουν στη φιλοσοφία λειτουργίας τους διαδικασίες Monitoring & Targeting – μια «μικρογραφία», δηλαδή, των συστημάτων M&T που εφαρμόζονται σε βιομηχανίες και επιχειρησιακές μονάδες, προσαρμοσμένα όμως στο επίπεδο των μέσων καταναλωτών (βλ. έξυπνος θερμοστάτης, διασυνδεσιμότητα συσκευών, συστήματα EMS σε διαμερίσματα και κατοικίες κλπ).

### 3.3 ΤΥΠΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ & ΔΥΣΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

Θερμικές απώλειες. Ένα τέλειο μονωμένο κτίριο θα διατηρούσε τη θερμότητα για πάντα και έτσι δε θα χρειαζόταν θέρμανση. Δύο είναι οι κυριότεροι παράγοντες που προκαλούν απώλειες στα κτίρια:

- Οι απώλειες θερμοπερατότητας του κτιριακού κελύφους, η οποία επιτρέπει την ροή της θερμότητας από τα μέσα προς τα έξω, λόγω υψηλότερης εσωτερικής θερμοκρασίας κτιρίου κατά την περίοδο θέρμανσης.
- Οι απώλειες αερισμού/εξαερισμού λόγω της χαμηλότερης θερμοκρασίας του εισερχόμενου αέρα.

Απώλειες Συστημάτων Παραγωγής Θερμότητας. Τα συστήματα παραγωγής θερμότητας παρουσιάζουν πάντοτε απώλειες. Παρ' όλο που οι απώλειες θερμότητας υφίστανται σε όλες τις παραγωγικές διαδικασίες, είναι πολύ σημαντικό να εκτιμηθεί σωστά το μέγεθός τους, προκειμένου, σε συνδυασμό με το απαιτούμενο κόστος, να αποφασισθεί εάν είναι ορθολογική μια επένδυση για την ανάκτηση μέρους αυτών των απωλειών.

Δίκτυα Θερμού Νερού και Ατμού. Το θερμό νερό και ο ατμός που παράγονται σε μία βιομηχανία, διανέμονται στις καταναλώσεις μέσω κατάλληλων δικτύων. Τα δίκτυα αυτά αποτελούνται από σωλήνες, βαλβίδες, αμοπαγίδες, μονώσεις και άλλο εξοπλισμό που εξασφαλίζει τη σωστή τους λειτουργία. Στα δίκτυα αυτά δεν καταναλώνεται άμεσα καύσιμο, όμως η καλή λειτουργία τους επηρεάζει άμεσα την συνολική κατανάλωση καυσίμου σε μια βιομηχανία. Η παλαιότητα των συστημάτων σε συνδυασμό με ελλιπή συντήρηση μπορεί να οδηγήσει σε κακή απόδοση του όλου συστήματος.

Παραγωγικός Εξοπλισμός. Σημαντικός παράγοντας για την κατανάλωση συμβατικών καυσίμων σε μια βιομηχανία είναι η κατάσταση στην οποία βρίσκεται η γραμμή παραγωγής – ο παραγωγικός εξοπλισμός της. Οι υπεύθυνοι μιας βιομηχανικής μονάδας θα πρέπει να

έχουν πλήρη και σαφή εικόνα για την κατάσταση στην οποία βρίσκεται ο παραγωγικός εξοπλισμός και να ενημερώνονται συνεχώς για τις τεχνολογικές εξελίξεις στον συγκεκριμένο κλάδο, έτσι ώστε με τεχνικοοικονομικά κριτήρια να αποφασίζουν κάθε φορά για τον εκσυγχρονισμό του.

Κτιριακός – Οικιακός Εξοπλισμός. Η χρήση μη ενεργειακών συστημάτων (θερμαντικών, κλιματιστικών, ηλεκτρικών συσκευών κλπ) σε συνδυασμό με την μη ορθολογική χρήση – συντήρηση, έχει σαν αποτέλεσμα την υπέρμετρη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, γεγονός που έχει σημαντική επίπτωση σε «φουσκωμένους» λογαριασμούς.

Κίνηση. Κατά την παραγωγική διαδικασία απαιτείται σε πολλές περιπτώσεις κίνηση (ιμάντες μεταφοράς, ανυψωτικά μηχανήματα, ατέρμονοι κοχλίες κλπ), η οποία επιτυγχάνεται κυρίως με ηλεκτροκινητήρες. Η χρήση ηλεκτροκινητήρων με χαμηλό συντελεστή απόδοσης έχει σημαντικό κόστος στη λειτουργία ενός κτιρίου ή μιας βιομηχανικής μονάδας.

Κατακερματισμός υποσυστημάτων. Ένα κτίριο ή μια βιομηχανία μπορεί να αποτελείται από έναν τεράστιο αριθμό υποσυστημάτων (θέρμανσης, ψύξης, αερισμού, φωτισμού κλπ), των οποίων η διαχείριση γίνεται από διαφορετικά συστήματα ελέγχου. Η μη ενοποίησή του κάτω από ένα κεντρικό σύστημα διαχείρισης έχει αρνητικές επιδράσεις στην ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων.

### 3.4 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

Ένας από τους κεντρικούς στόχους της Ενεργειακής Επιθεώρησης κτιρίων και βιομηχανιών είναι η διαμόρφωση ενεργειακών προτύπων, τα οποία αφορούν την κατανάλωση (ή την ειδική κατανάλωση) αναφοράς ή το βαθμό απόδοσης αναφοράς για τις επιμέρους εγκαταστάσεις και συσκευές. Με την χρήση των προτύπων αυτών υπολογίζεται η κατανάλωση ενέργειας τόσο πριν όσο και μετά την λήψη μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας. Για την διαμόρφωση των προτύπων απαιτείται η σωστή μέτρηση και εκτίμηση ενός πλήθους παραμέτρων. Οι πλέον συνήθεις μετρήσεις που γίνονται κατά τη διάρκεια της επιθεώρησης περιλαμβάνουν τα ακόλουθα μεγέθη:

- Παροχές υγρών ή αερίων καυσίμων.
- Ηλεκτρικές Μετρήσεις (τάση, ένταση, ισχύς, συντελεστής ισχύος).
- Θερμοκρασίες ρευστών και στερεών επιφανειών.
- Πιέσεις ρευστών σε σωλήνες, κάμινους ή δοχεία.
- Συστάσεις και εκπομπές καυσαερίων (CO<sub>2</sub>, CO, O<sub>2</sub>, καπνός).
- Σχετική υγρασία.
- Εντάσεις φωτισμού. [2]

Η πλειονότητα των οργάνων μέτρησης βασίζεται εν μέρει (ή ολικά) στην Τεχνολογία Αισθητήρων (Κεφ. 3). Η ανάπτυξη των αισθητήρων εξυπηρέτησε και την ανάγκη ύπαρξης ακριβών μετρητικών συστημάτων. Πολλές φορές τα διαθέσιμα μετρητικά όργανα δεν έχουν υποστεί τις προβλεπόμενες διαδικασίες συντήρησης και βαθμονόμησης, με αποτέλεσμα να

εμφανίζουν χαμηλό βαθμό αξιοπιστίας. Είναι καθήκον του Ενεργειακού Διαχειριστή να διερευνά το καθεστώς λειτουργίας και συντήρησης των εγκατεστημένων οργάνων και να προβαίνει σε εκτιμήσεις για το πιθανόν μετρητικό τους σφάλμα.

### 3.4.1 ΤΥΠΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ & ΟΡΓΑΝΑ

#### ΜΕΤΡΗΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ

Οι συνήθεις τεχνολογίες μέτρησης θερμοκρασίας περιλαμβάνουν:

1. Θερμοκρασιακούς Ανιχνευτές Αντιστάσεως. Είναι από τα πλέον εξελιγμένα τεχνολογικά όργανα, μεγάλης ακρίβειας με ευρεία χρήση.
2. Θερμοστοιχεία. Αποτελούν την πλέον συνήθη τεχνολογία και είναι σχετικά χαμηλού κόστους. Καλύπτουν ένα μεγάλο εύρος θερμοκρασιών (έως 1000 βαθμούς) και είναι κατάλληλοι ως φορητά όργανα.
3. Θερμοκρασιακούς Αισθητήρες Ημιαγωγών. Χρησιμοποιούνται ως μόνιμοι μαγνήτες χαμηλού κόστους. Εμφανίζουν ισχυρό, γραμμικό με τη θερμοκρασία, σήμα κι έχουν δυνατότητα αυτόματου μηδενισμού.
4. Θερμόμετρα υπεριώδους ακτινοβολίας (πυρόμετρα). Μετρούν εξ αποστάσεως τη θερμοκρασία μέσω ανίχνευσης των θερμικών ακτινοβολιών των σωμάτων. Εντοπίζουν προβλήματα στη μόνωση. Έχουν περιορισμένη ακρίβεια και απαιτούν τη γνώση του συντελεστή θερμοεκπομπής της επιφάνειας.
5. Θερμόμετρα Υδραργύρου.
6. Ηλεκτρονικά Θερμόμετρα. Είναι φορητά όργανα με ψηφιακή οθόνη. Αποτελούνται από μια συσκευή κι ένα αισθητήριο (θερμοστοιχείο), που συνδέεται με αυτήν. Κάθε μεταβολή της θερμοκρασίας μετατρέπει τη θερμική ενέργεια σε ηλεκτρική, οπότε στα άκρα του αισθητηρίου αναπτύσσεται μια τάση, η οποία μετατρέπεται σε βαθμούς θερμοκρασίας στην οθόνη της συσκευής.
7. Θερμογραφικές Κάμερες. Είναι φορητά όργανα με ψηφιακή οθόνη, που ανιχνεύουν την υπέρυθη ακτινοβολία που εκπέμπει μια επιφάνεια και μετρούν τη θερμοκρασία της. Με τον τρόπο αυτό εντοπίζονται εύκολα οι θερμικές απώλειες από το κέλυφος του κτιρίου, τα ανοίγματα και τα δίκτυα μεταφοράς των ρευστών (νερού, ατμού, αέρα κλπ). Η θερμογράφιση γίνεται με τη σκόπευση του ανιχνευτή της θερμοκάμερας προς την εξεταζόμενη επιφάνεια. Κατά τη σκόπευση, η θερμοκάμερα συλλαμβάνει τρεις θερμοκρασίες: α) από την εξεταζόμενη επιφάνεια, β) από τα αντικείμενα του χώρου που έχει ήδη ανακλασθεί στην επιφάνεια και γ) από την ατμόσφαιρα. Όσο μεγαλύτερη είναι η θερμοκρασία της επιφάνειας, τόσο περισσότερο αυξάνεται η υπέρυθη ακτινοβολία που εκπέμπει, ενώ μειώνονται αντίστοιχα οι άλλες δύο υπέρυθρες ακτινοβολίες. [2]

## ΜΕΤΡΗΣΗ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΑΕΡΑ

Τα πιο συνηθισμένα χρησιμοποιούμενα όργανα για τη μέτρηση της υγρασίας του αέρα είναι:

1. Ψυχρόμετρο (ή θερμόμετρο ξηρού και υγρού βολβού). Είναι το πιο συνηθισμένο όργανο που χρησιμοποιείται για αυτές τις μετρήσεις. Αποτελείται από δύο αισθητήρες θερμοκρασίας, εκ των οποίων ο ένας έχει βαμβακερή επένδυση που έχει υγρανθεί με αποστειρωμένο νερό. Ο αισθητήρας αυτός καταγράφει μια θερμοκρασία πλησίον της θερμοδυναμικής θερμοκρασίας υγρού βολβού. Γνωρίζοντας τις θερμοκρασίες υγρού και ξηρού βολβού και τη βαρομετρική πίεση μπορεί να καθοριστεί η σχετική υγρασία. Εναλλακτικά του ψυχρομέτρου, μπορεί να χρησιμοποιηθεί κυψέλη χλωριούχου λιθίου.
2. Υγρασιόμετρο με αισθητήρα ρητίνης εναλλαγής ιόντων (rope type). Είναι σχετικά φθηνό. Ο τύπος αισθητήρα που περιέχει, εξ αιτίας της γρήγορης απόκρισής του και της δυνατότητας διαρκούς μέτρησης, βρίσκεται συχνά σε υγρόμετρα για τη μέτρηση της σχετικής υγρασίας των σχετικά συνεχών ρευμάτων θερμοκρασίας αέρα. Μερικοί αισθητήρες είναι εξοπλισμένοι με ένα μεταλλικό φίλτρο για προστασία απ' τα διάφορα σωματίδια που βρίσκονται στον αέρα. Η έκθεση σε υψηλούς βαθμούς υγρασίας για πολλά λεπτά της ώρας μπορεί να έχει αρνητικά αποτελέσματα όπως απώλεια της βαθμονόμησης ή ακόμα και απώλεια του ίδιου του αισθητήρα.
3. Ψηφιακό Υγρασιόμετρο. Αποτελείται από την κυρίως συσκευή και το αισθητήριο της υγρασίας. Η χρήση του είναι απλή και όμοια με αυτή των ηλεκτρονικών θερμομέτρων. Χρησιμοποιείται για την μέτρηση υγρασίας χώρων ή την υγρασία που περιέχεται σε μεγάλη ποικιλία δομικών υλικών (τούβλα, ξυλεία κλπ).
4. Καταγραφικά μηχανήματα θερμοκρασίας – υγρασίας. [2]

## ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΕΡΑ

Η μέτρηση της ταχύτητας του αέρα γίνεται με τα παρακάτω όργανα:

1. Ανεμόμετρο με έλικα. Φορητό όργανο με ψηφιακή οθόνη, που αποτελείται από μία συσκευή κι ένα αισθητήριο που καταλήγει σε έλικα. Είναι κατάλληλο για μεγάλες ταχύτητες αέρα (αεραγωγοί, έξοδοι από στόμια κλιματισμού κλπ).
2. Ανεμόμετρο με θερμικό αισθητήριο. Φορητό όργανο με ψηφιακή οθόνη. Αποτελείται από μια συσκευή κι ένα θερμικό αισθητήριο (αντίσταση από ειδικό υλικό εξαρτώμενη απ' τη θερμοκρασία). [2]

## ΜΕΤΡΗΣΗ ΕΝΤΑΣΗΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Μετρητής Φωτεινότητας. Ενσωματώνει έναν αισθητήρα φωτός καθώς και μια διάταξη διόρθωσης του χρώματος και της γωνίας του φωτός. Ο αισθητήρας θα πρέπει να συνδέεται μέσω εύκαμπτου καλωδίου με μια αναλογική ή ψηφιακή οθόνη, για ελαχιστοποίηση του κινδύνου σκίασης του αισθητήρα όταν λαμβάνονται οι ενδείξεις. [1]

## ΜΕΤΡΗΣΗ ΠΑΡΟΧΗΣ

Για την εκτίμηση της ροής θερμότητας μέσω κάποιου ρευστού, απαιτείται συνήθως η μέτρηση της παροχής (μάζα ή όγκου). Τυπικές μετρήσεις περιλαμβάνουν μετρήσεις παροχής υγρών και αερίων καυσίμων, ατμού και θερμού – ψυχρού νερού (ή αέρα). Η εγκατάσταση μετρητών καυσίμου επιβάλλεται σε όλους τους μεγάλους λέβητες και κάμινους, καθώς επίσης και στα δίκτυα ατμού ή στις παροχές νερού διεργασιών και λεβητοστασιών.

Οι συνήθεις αισθητήρες παροχής δύναται να καταταχθούν ως εξής:

1. Μετρητές διαφορικής πίεσης (τύπου διάτρητου διαφράγματος, σωλήνα Venturi ή Pilot).
2. Παρεμβαλλόμενοι μετρητές (τύπου μεταβλητής διατομής, θετικής μετατόπισης, στροβίλου ή δινομετρητή).
3. Μη παρεμβαλλόμενοι μετρητές (τύπου υπερήχων).
4. Μετρητές μάζας (Coriolis ή στροφορμής). [1]

## ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ

Αυτού του είδους οι μετρήσεις απαιτούνται για την ανάλυση της ενεργειακής απόδοσης της καύσης σε λέβητες, κάμινους και καυστήρες. Περιλαμβάνουν τη μέτρηση του διοξειδίου του άνθρακα, του μονοξειδίου του άνθρακα, των οξειδίων του θείου και του αζώτου, την περιεκτικότητα σε αιθάλη και τη θερμοκρασία. Παραδοσιακά οι μετρήσεις αυτές γίνονται με όργανα φορητά, χαμηλής αξίας. Σήμερα είναι διαθέσιμοι ηλεκτρονικοί αναλυτές καυσαερίων οι οποίοι επιτρέπουν την ταχεία μέτρηση όλων των ανωτέρω.

Εφ' όσον επιτευχθεί η σωστή δειγματοληψία, τα καυσαέρια αναλύονται από τον αναλυτή καυσαερίων και υπολογίζεται, μέσω ενσωματωμένων αλγορίθμων, η απόδοση καύσης του συγκροτήματος καθώς και η περιεκτικότητα των καυσαερίων σε CO, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, C<sub>x</sub>H<sub>x</sub>. Οι αναλυτές καυσαερίων που χρησιμοποιούνται σήμερα για τη μέτρηση της απόδοσης των λεβήτων είναι ηλεκτρονικά όργανα πλήρως αυτοματοποιημένα, έτσι ώστε, όταν επιτευχθεί σωστή δειγματοληψία, όλα τα απαιτούμενα στοιχεία να μπορούν να διαβάζονται στην οθόνη των οργάνων. Ο αναλυτής καυσαερίων έχει τη δυνατότητα να δίνει στιγμιαίες μετρήσεις, όπως επίσης και τη μέση τιμή των μετρήσεων για το χρονικό διάστημα που θα παραμείνει συνδεδεμένος με το λέβητα.

Οι αναλυτές καυσαερίων που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό του δείκτη αιθάλης των καυσαερίων είναι ηλεκτρονικά όργανα πλήρως αυτοματοποιημένα οπότε, τοποθετώντας το ειδικό χάρτινο φίλτρο στο ακροστοιχείο δειγματοληψίας του αναλυτή καυσαερίων, λαμβάνεται κατευθείαν η μέτρηση του δείκτη αιθάλης. [1]

## ΜΕΤΡΗΣΗ ΠΡΟΣΠΙΠΤΟΥΣΑΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ

Η μέτρηση της στιγμιαίας ή συνολικής προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας γίνεται με το πυρανόμετρο. Το όργανο αυτό αποτελείται από ένα φωτομετρικό αισθητήριο

συνδεδεμένο με ολοκληρωτή για τη συλλογή των τιμών, του οποίου η μνήμη επαρκεί για 120 ημέρες περίπου. [1]

#### *ΑΛΛΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ:*

#### ΜΕΤΡΗΣΗ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ.

Γίνεται με τη βοήθεια μονάδας που αποτελείται από την κυρίως συσκευή, τα αισθητήρια θερμοκρασίας χώρου και επιφάνειας, καθώς και από το αισθητήριο θερμικής ροής (για τον καθορισμό της πυκνότητας θερμικής ροής). Τα αισθητήρια του οργάνου μετρούν τις θερμοκρασίες εσωτερικού και εξωτερικού χώρου. Εάν κατά τη διάρκεια των μετρήσεων υπάρχει διαφοροποίηση στα δύο αυτά μεγέθη, είναι δυνατό να υπολογιστεί από το όργανο η διαφορά αυτή της θερμοκρασίας που επιδρά και στο μέγεθος της θερμικής ροής. Παράλληλα, μια πλάκα είναι δυνατόν να δώσει τιμές για την επιφανειακή πυκνότητα θερμοροής ( $q = Q / F$ ) του δομικού στοιχείου. Ο συνολικός χρόνος μέτρησης του οργάνου για κάθε δομικό στοιχείο είναι 120 ώρες. Κατά το χρονικό αυτό διάστημα, για τις μέσες τιμές θερμοκρασίας και πυκνότητας θερμικής ροής που αποθηκεύονται ανά δυο λεπτά, βγαίνει ο μέσος όρος κάθε δίωρου και αποθηκεύεται ως διακριτή τιμή. Κάθε νέα τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας  $k$  που προκύπτει είναι ο μέσος όρος όλων των προηγούμενων τιμών. [1]

#### ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΑΕΡΙΣΜΟΥ.

Η ποσότητα αερισμού ενός χώρου είναι δύσκολο να υπολογιστεί αναλυτικά, γιατί εξαρτάται από την αεροπερατότητα του κελύφους, τη διάταξη των χωρισμάτων, τη διαφορά εσωτερικής και εξωτερικής θερμοκρασίας, τη διεύθυνση και ταχύτητα του ανέμου, το είδος και την ποιότητα της κατασκευής, καθώς και από άλλες παραμέτρους. Δύο συνηθισμένες μέθοδοι μέτρησης του αερισμού των κτιρίων είναι:

1. Μέθοδος Αερίων Δεικτών, κατά την οποία δεν επηρεάζονται οι συνθήκες μέσα και έξω απ' τον υπό μέτρηση χώρο. Η μέθοδος αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση της ποσότητας αερισμού σε κτισμένους χώρους μικρών και μεσαίων διαστάσεων, με σαφώς καθορισμένο περίβλημα.
2. Μέθοδος τεχνητής εφαρμογής πίεσης στον μετρούμενο χώρο, η οποία χρησιμεύει στη μέτρηση της αεροστεγανότητας του κελύφους ενός κτιρίου. Είναι μέθοδος σχετικά σύντομη, απλή και αξιόπιστη, που συνίσταται στη με μηχανικά μέσα δημιουργία υπερπίεσης ή υποπίεσης στο εσωτερικό του υπό μέτρηση χώρου. Ο βασικός εξοπλισμός που απαιτείται για την εφαρμογή της μεθόδου περιλαμβάνει έναν ανεμιστήρα για τη δημιουργία διαφοράς πίεσης μεταξύ του προς μέτρηση χώρου και του περιβάλλοντος, ένα μανόμετρο για τη μέτρηση της διαφοράς πίεσης και ένα ροόμετρο για τη μέτρηση του αέρα που, λόγω της διαφοράς πίεσης, ρέει από το κέλυφος του χώρου. [1]

ΜΕΤΡΟΥΜΕΝΟ ΜΕΓΕΘΟΣ	ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ
Ηλεκτρισμός	Αμπερόμετρο, Βολτόμετρο, Βατόμετρο, Μετρητής cosφ, Πολύμετρο, Αναλυτής Ηλεκτρικής Ισχύος
Θερμοκρασία	Θερμοκρασιακοί Ανιχνευτές Αντιστάσεως, Θερμοστοιχεία, Θεμοκρασιακοί Αισθητήρες Ημιαγωγών, Πυρόμετρα Ακτινοβολίας, Θερμογραφική Κάμερα
Παροχή	Μετρητές Διαφορικής Πίεσης, Παρεμβαλλόμενοι Μετρητές, Μη Παρεμβαλλόμενοι Μετρητές, Μετρητές Μάζας
Υγρασία	Ψυχρόμετρο, Κυψέλη Χλωριούχου Λιθίου, Υγρασιόμετρο με Αισθητήρα Ρητίνης Εναλλαγής Ιόντων, Ψηφιακό Υγρασιόμετρο, Θερμο-υγραγράφος
Καυσαέρια	Αναλυτές Καυσαερίων
Χρόνος	Μετρητές Ωρών Λειτουργίας, Καταγραφικά
Άλλες Μετρήσεις	Μετρητές Φωτεινότητας, Μετρητές Συνολικά Διαλυμένων Στερεών, Μετρητές Κατάστασης Ατμοπαγίδων, Μετρητές Συντελεστή Θερμοπερατότητας, Μετρητές Απωλειών Αερισμού, Ανεμολογικοί Μετρητές, Μετρητές Ολικού Ηλιακού Ακτινοβολισμού

Πίνακας 1: Μετρητικός Εξοπλισμός

### 3.5 ΔΡΑΣΕΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ

Τα μέτρα ενεργειακής βελτίωσης αποτελούν τις δυνατές επεμβάσεις στο κέλυφος και τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις ενός κτιρίου, η εφαρμογή των οποίων μπορεί να επιφέρει σημαντική μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας. Ανάλογα με τις ενεργειακές μετρήσεις υπολογίζονται τα δυνατά ποσά εξοικονόμησης ενέργειας, τα οποία μπορούν να επιτευχθούν με τρεις δράσεις ενεργειακής βελτίωσης:

1. Επεμβάσεις Νοικοκυρέματος. Είναι μέτρα χωρίς ειδική χρηματοδότηση, που εφαρμόζονται σε τακτική βάση και εντάσσονται στη συνήθη λειτουργία και συντήρηση του κτιρίου. Τα μέτρα αυτά συνδέονται άμεσα με την αλλαγή συμπεριφοράς των χρηστών ενός κτιρίου, οι οποίοι έχουν συνήθως πολύ περιορισμένη αντίληψη για τα προβλήματα που αντιμετωπίζει το πρόγραμμα ενεργειακής διαχείρισης. Πολλές φορές οι εργαζόμενοι ή οι ένοικοι σε ένα κτίριο αδιαφορούν ή αδρανούν στο να αντιμετωπίσουν ή να προλάβουν την αιτία ενός προβλήματος (ή όταν προβούν σε μια δράση, λόγω άγνοιας, δεν εξασφαλίζουν θετικά αποτελέσματα). Για παράδειγμα, σε περιπτώσεις χειμερινής ή θερινής υπερθέρμανσης ανοίγουν τα παράθυρα συγχρόνως με τη λειτουργία της κεντρικής θέρμανσης (ή του κλιματισμού) – ή κατά τη διάρκεια του χειμώνα δεν μετακινούν τις διατάξεις σκιασμού για να εκμεταλλευτούν το φυσικό φως και χρησιμοποιούν τεχνητό φωτισμό. Οι Επεμβάσεις Νοικοκυρέματος προϋποθέτουν την συνεχή και ορθή ενημέρωση των χρηστών πάνω σε ενεργειακά θέματα.
2. Επεμβάσεις Χαμηλού Κόστους. Είναι μέτρα που λαμβάνονται εφάπαξ, χρηματοδοτούνται από τον υπάρχοντα ετήσιο προϋπολογισμό της διαχείρισης του κτιρίου και έχουν χρόνο απόσβεσης έως 24 μήνες.
3. Επεμβάσεις Ανακατασκευής. Είναι μέτρα σημαντικού αρχικού κόστους που λαμβάνονται εφάπαξ και έχουν συνήθως μεγάλο χρόνο απόσβεσης. [1][2]

### 3.6 ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ

Η πρώτη βασική κατηγορία δράσεων ενεργειακής βελτίωσης αφορά στις διεργασίες που έχουν σαν στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας στην παραγωγική διαδικασία μιας επιχειρησιακής μονάδας. Όταν μια μονάδα αποφασίζει να ελέγξει και να μειώσει την κατανάλωση ενέργειας στις διεργασίες της εφαρμόζοντας δράσεις ενεργειακής διαχείρισης θα πρέπει να ελέγξει αρχικά τα ακόλουθα:

- Παραγόμενη ή/και προμηθευόμενη ενέργεια.
- Διανομή και χρήση της ενέργειας.
- Απώλεια ενέργειας.

Στο παραπάνω πλαίσιο, τυπικές διαδικασίες στον ενεργειακό έλεγχο διεργασιών είναι:

- Περιγραφή Διεργασιών. Συμμετοχή στη συνολική κατανάλωση. Λεπτομερής περιγραφή του ενεργειακού εξοπλισμού, των παραγωγικών διεργασιών με τον εξοπλισμό του και των βοηθητικών μηχανημάτων που συμμετέχουν σε αυτές. Καταγραφή ονομαστικής ισχύος μηχανημάτων και χρόνου λειτουργίας. Προσέγγιση της ποσοστιαίας συμμετοχής τους στη συνολική κατανάλωση ενέργειας.



- Στοιχεία Παραγωγής. Ειδική κατανάλωση ενέργειας. Καταγραφή στοιχείων παραγωγής και προσέγγιση της ειδικής κατανάλωσης ενέργειας.
- Συστήματα Πεπιεσμένου Αέρα. Έλεγχος απωλειών πεπιεσμένου αέρα από το δίκτυο – θερμοκρασία εισαγόμενου αέρα, λειτουργία αεροσυμπιεστή, δυνατότητες ανάκτησης θερμότητας.

Συνηθισμένες δράσεις ενεργειακής βελτίωσης σε μια βιομηχανική επιχειρησιακή μονάδα είναι οι ακόλουθες:

- Χρήση φούρνων με στάδιο προθέρμανσης υλικών. Σχεδιασμός τοιχωμάτων κλιβάνων για μείωση του χώρου έψησης.
- Σχεδιασμός δικτύου και ροής για μείωση της απόστασης μεταφοράς μάζας. Μείωση αντιστάσεων δικτύου.
- Σχεδιασμός προϊόντων με μικρότερες ενεργειακές απαιτήσεις.
- Περιοδική βαθμονόμηση αισθητήρων και οργάνων μέτρησης.
- Ρύθμιση ανεμιστήρων.
- Συντήρηση φίλτρων.
- Καθαρισμός εξοπλισμού.
- Διατήρηση των στερεών καυσίμων σε ξηρά κατάσταση.
- Έλεγχος εξοπλισμού (μείωση χρήσης, αυτοματισμοί). [1][2]

### 3.7 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ [1][2]

#### 3.7.1 ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΚΕΛΥΦΟΣ

Στα κυριότερα μέτρα νοικοκυρέματος του κτιριακού κελύφους συγκαταλέγονται η επισκευή των φθορών του κτιρίου και η ορθολογικότερη χρήση διατάξεων σκίασης. Αναλυτικότερα, γίνεται έλεγχος και επισκευή των ρωγμών που παρουσιάζονται σε πλαίσια ανοιγμάτων και στην τοιχοποιία, σφράγισμα των αρμών, κλείσιμο των διόδων θερμικής ροής σε φρεάτια και κλιμακοστάσια. Όσον αφορά τις διατάξεις σκίασης, η λειτουργία τους υπαγορεύεται από την εποχή και τον προσανατολισμό στην ηλιακή ακτινοβολία του ανοίγματος στο οποίο εφαρμόζονται.

Οι επεμβάσεις χαμηλού κόστους περιλαμβάνουν:

- Κατάργηση περιττών ανοιγμάτων με ταυτόχρονη θερμική προστασία των επιφανειών που καλύπτουν.
- Αντικατάσταση ραγισμένων ή σπασμένων υαλοπινάκων.
- Εφαρμογή μηχανισμών αυτόματης επαναφοράς θυρών.
- Προσθήκη θερμομονωτικού στρώματος σε τμήματα της εξωτερικής τοιχοποιίας που βρίσκονται πίσω από θερμαντικά σώματα κεντρικής θέρμανσης.
- Αντικατάσταση κούφιων μεταλλικών θυρών με άλλες από υλικά με ειδική προστασία και μικρότερη θερμοπερατότητα.
- Σφράγισμα αρμών πλαισίων με θερμομονωτικές ταινίες για αεροστεγάνωση θυρών και παραθύρων.
- Τοποθέτηση έγχρωμων και ανακλαστικών φιλμ ή διατάξεων εσωτερικής σκίασης σε παράθυρα με υψηλό θερινό ηλιακό κέρδος.

Τα παραπάνω μέτρα, παρόλο που έχουν χαμηλό ή μηδαμινό κόστος εφαρμογής, δεν αποφέρουν σημαντικά ενεργειακά οφέλη. Για την επίτευξη σημαντικών ενεργειακών οφελών στο κτιριακό κέλυφος είναι απαραίτητη η υλοποίηση ενεργειακών μέτρων ανακατασκευής, όπως:

- Θερμομόνωση εξωτερικής τοιχοποιίας.
- Θερμομόνωση θερμογεφυρών (υποστυλωμάτων, δοκών κλπ).
- Μείωση του θερμαινόμενου – κλιματιζόμενου όγκου σε χώρους με υπερβολικό ύψος με ένταξη ψευδοροφών.
- Προσθήκη παθητικών ηλιακών συστημάτων (ΠΗΣ) θέρμανσης και φωτισμού, όπως είναι ο τοίχος Trombe, το θερμοσιφωνικό πάνελ, το προσαρτημένο σε κτίριο θερμοκήπιο, το ηλιακό αίθριο, τα ράφια φωτισμού κ.α.
- Εφαρμογή εξωτερικών κινητών ή σταθερών διατάξεων σκίασης (τέντες, παντζούρια, ειδικά διάτρητα ρολά κλπ).

### 3.7.2. ΘΕΡΜΑΝΣΗ

Μία από τις εγκαταστάσεις που παρουσιάζουν υψηλές ενεργειακές απώλειες είναι το συγκρότημα λέβητα καυστήρα του κτιρίου. Στις δραστηριότητες νοικοκυρέματος περιλαμβάνεται κυρίως η περιοδική συντήρηση του καυστήρα και δευτερευόντως ο καθαρισμός των επιφανειών θερμικής συναλλαγής από επικαθίσεις. Για την καλύτερη λειτουργία του συστήματος απαιτούνται επεμβάσεις χαμηλού κόστους όπως:

- Επισκευή ή αναβάθμιση της θερμομόνωσης του λέβητα.
- Τοποθέτηση στροβιλιστήρων καυσαερίων (ελατηρίων) μέσα στους σωλήνες (τούμπα) των αεριαυλωτών λεβήτων, για καλύτερη εναλλαγή θερμότητας μεταξύ καυσαερίων και νερού.
- Τοποθέτηση πτερυγίων στροβιλισμού της φλόγας στην εστία, για καλύτερη ανάμιξη του αέρα καύσης με το διασκορπιζόμενο καύσιμο.
- Αντικατάσταση εγχυτήρων καυσίμου (μπεκ) με μικρότερους ή αντικατάσταση όλου του καυστήρα με όμοιο μικρότερης ισχύος, σε υπερδιαστασιοποιημένα συγκροτήματα.
- Τοποθέτηση μόνιμου μετρητικού συστήματος για την παρακολούθηση των παραμέτρων της καύσης.
- Τοποθέτηση διαφράγματος (ντάμπερ) στις καπνοδόχους, το οποίο περιορίζει τις θερμικές απώλειες.

Σε περίπτωση σοβαρών ενεργειακών απωλειών γίνεται επιτακτική η λήψη μέτρων ανακατασκευής όπως:

- Αντικατάσταση παλαιών λεβήτων και καυστήρων με νέους υψηλής απόδοσης.
- Εγκατάσταση αυτοματισμού για τη βελτιστοποίηση της καύσης.
- Εγκατάσταση εναλλάκτη θερμότητας για την ανάκτηση της θερμότητας των καυσαερίων.
- Εγκατάσταση συστήματος περιοδικής έναυσης λεβήτων ανάλογα με το φορτίο.
- Εγκατάσταση ξεχωριστού λέβητα για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης το καλοκαίρι, σε κτίρια που καλύπτουν τις ανάγκες του αυτές από την καύση πετρελαίου.

### 3.7.3 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ

Μεγάλο ποσοστό απωλειών παρουσιάζεται στις εγκαταστάσεις θερμού νερού χρήσης. Μια από τις κλασικές δραστηριότητες νοικοκυρέματος για τη βελτιστοποίηση της ενεργειακής αποδοτικότητας της εγκατάστασης είναι η μείωση της θερμοκρασίας αποθήκευσης και παραγωγής του θερμού νερού έως τα όρια επαρκούς χρήσης για καθαριότητα και ασφάλεια από βακτήρια και ιούς. Συνηθισμένα μέτρα χαμηλού κόστους είναι:

- Εγκατάσταση μειωτήρων παροχής σε σωληνώσεις.
- Αυτόματος έλεγχος με βαλβίδες μείωσης της πίεσης της ροής.

Στις υψηλού κόστους επεμβάσεις συγκαταλέγονται:

- Τοποθέτηση ηλιακών συλλεκτών ή αντλίας θερμότητας, η οποία χρησιμοποιείται και για τον κλιματισμό των χώρων.
- Προσαρμογή του μεγέθους της δεξαμενής αποθήκευσης στις ανάγκες χρήσης ζεστού νερού.
- Εγκατάσταση μετρητικών διατάξεων ζεστού νερού σε κάθε διαμέρισμα ή όροφο ενός κτιρίου.
- Χρήση τοπικών ταχυθερμαντήρων, οι οποίοι αυξάνουν τη θερμοκρασία τελικής διανομής του ζεστού νερού με αποτέλεσμα να απαιτούνται μικρότερες δεξαμενές και θερμοκρασίες αποθήκευσης στο κεντρικό σύστημα.
- Αντικατάσταση κοινών χειροκίνητων κρουνών με κρουνούς που ελέγχονται από φωτοκύτταρο, υπέρυθρους αισθητήρες ή μηχανικά μέσα.

### 3.7.4 ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ – ΨΥΞΗ – ΑΕΡΙΣΜΟΣ

Η διατήρηση των κατάλληλων συνθηκών κλιματισμού και εξαερισμού αποτελεί μια σημαντική παράμετρο για την κατανάλωση ενέργειας στις σύγχρονες επιχειρησιακές μονάδες. Καθώς οι εγκαταστάσεις ψύξης και εξαερισμού αποτελούνται από πολλά μηχανικά στοιχεία, η συντήρησή τους είναι πολύπλοκη και θα πρέπει να γίνεται σύμφωνα με αυστηρό προγραμματισμό, για κάθε μέρος του συστήματος. Η βελτίωση και η διατήρηση σε υψηλά επίπεδα του βαθμού απόδοσης ενός συστήματος ψύξης και εξαερισμού αποτελεί μια αδιάκοπη διαδικασία. Σαν μέση τιμή αναφέρεται ότι μπορεί να εξοικονομηθεί το 10% έως 30% της ενέργειας όπου χρησιμοποιείται σε αυτά τα συστήματα, εάν ακολουθηθούν πιστά οι πρακτικές της συντήρησης.

Οι κυριότερες επεμβάσεις χαμηλού κόστους στο Ψυκτικό Συγκρότημα Κλιματισμού περιλαμβάνουν τον καθαρισμό αυλών του συμπυκνωτή σε υδρόψυκτα συγκροτήματα και την αναδιάταξη της υδραυλικής συνδεσμολογίας μερών συγκροτημάτων μεταξύ τους (ψύκτες, συμπιεστές, εξατμιστές, συμπυκνωτές). Για περισσότερα περιθώρια εξοικονόμησης ενέργειας, πρέπει να γίνουν επεμβάσεις ανακατασκευής, μερικές από τις οποίες είναι:

- Εγκατάσταση κεντρικού αυτόματου συστήματος βελτιστοποίησης της λειτουργίας του συγκροτήματος.
- Χρήση φυσικών πηγών νερού (λιμνών, ποταμιών) για τον κύκλο συμπύκνωσης.

- Εγκατάσταση συστήματος αποθήκευσης ψυχρού νερού ή πάγου, για την εκμετάλλευση των χαμηλών νυκτερινών ηλεκτρικών τιμολογίων.
- Χρήση εναλλάκτη θερμότητας στο κύκλωμα του νερού ψύξης του συμπυκνωτή ή της θερμής γραμμής του ψυκτικού μέσου.
- Χρήση αποδοτικών διατάξεων ελέγχου, οι οποίες βελτιώνουν την ψυκτική ισχύ που αποδίδει το συγκρότημα όταν λειτουργεί σε μερικά φορτία.
- Παραγωγή ψυχρού νερού σε ψύκτες απορροφητικού κύκλου με χρήση ανακτόμενης θερμότητας, φυσικού αερίου, ηλιακής ενέργειας ή βιομάζας.

Συνηθισμένες πρακτικές χαμηλού κόστους στα Δίκτυα Διανομής Ρευστών Κλιματισμού είναι ανά κατηγορία:

1. Στα Συστήματα Ελέγχου Περιβάλλοντος κλιματιζόμενων χώρων, οι επεμβάσεις περιλαμβάνουν τη μεταβολή της παροχής αερισμού σε κτίρια με μεταβαλλόμενο τρόπο κατοίκησης, την προθέρμανση ή πρόψυξη χωρίς την εισαγωγή νωπού αέρα με επιπλέον θερμικό φορτίο (σε συστήματα με εξοικονομητή ή χωριστό σύστημα εξαερισμού), την τοποθέτηση θερμοστατικών βαλβίδων σε σώματα και ακριβέστερων θερμοστατών χώρου και η εγκατάσταση κύκλου εξοικονομητή σε κεντρικές κλιματιστικές μονάδες με ικανότητα διανομής 100% νωπού αέρα.
2. Στο Δίκτυο Σωληνώσεων – η επισκευή ή αναβάθμιση της θερμομόνωσης σωληνών και δεξαμενών, η υδραυλική εξισορρόπηση του δικτύου με την εγκατάσταση ρυθμιστικών βαλβίδων αυτόματου ελέγχου της παροχής και η μείωση της παροχής σε υπερδιαστασιοποιημένα συστήματα (ή όταν η θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ των γραμμών προσαγωγής και επιστροφής είναι αυξημένη).
3. Στο Δίκτυο Αεραγωγών – η επισκευή σημείων διαρροής αέρα, η εξισορρόπηση του δικτύου για την επίτευξη ορθής παροχής αέρα στους χώρους, η επισκευή ή αναβάθμιση της θερμομόνωσης των αεραγωγών, η μείωση πτώσεων πίεσης σε εγκαταστάσεις με πίεση λειτουργίας μεγαλύτερη από 200 Pa, η τοποθέτηση διαφραγμάτων που εμποδίζουν την εξαγωγή ωφέλιμου σε θερμική ισχύ ρεύματος αέρα στο περιβάλλον, όταν οι ανεμιστήρες δε λειτουργούν κλπ.

Οι επεμβάσεις υψηλού κόστους στα Δίκτυα Διανομής Ρευστών Κλιματισμού περιλαμβάνουν:

1. Συστήματα Ελέγχου Περιβάλλοντος κλιματιζόμενων χώρων.
  - Εγκατάσταση ανεμιστήρων και αεραγωγών για βελτίωση της κίνησης και μίξης αέρα, μεταξύ διαφορετικών θερμικών ζωνών.
  - Εγκατάσταση αυτόματου κεντρικού συστήματος ενεργειακής διαχείρισης (BMS), το οποίο επιτηρεί και ελέγχει τις εγκαταστάσεις θέρμανσης, κλιματισμού – αερισμού, ζεστού νερού χρήσης, φωτισμού και ηλεκτρικής παροχής κλπ.
2. Δίκτυο Σωληνώσεων.
  - Αφαίρεση άχρηστων τμημάτων σωληνώσεων σε δίκτυα που έχουν τροποποιηθεί στο παρελθόν.

- Εγκατάσταση ξεχωριστών κυκλοφορητών σε ζώνες με πολύ διαφορετικές απαιτήσεις.
- Εγκατάσταση ενός κυκλοφορητή με έλεγχο στροφών για άντληση σε βαθμίδες ανάλογα με το φορτίο.

### 3.7.5 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΤΜΟΥ

Στις επεμβάσεις νοικοκυρέματος για την βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας του συστήματος εγκατάστασης ατμού, περιλαμβάνονται η συντήρηση των ατμοπαγίδων και του συστήματος χημικής προστασίας, καθώς και ο έλεγχος – επισκευή διαρροών ατμού και συμπυκνωμάτων σε δοχεία και σωληνώσεις.

Στις επεμβάσεις χαμηλού κόστους συγκαταλέγονται η επισκευή ή αναβάθμιση της θερμομόνωσης σωλήνων και δοχείων – και η βελτιστοποίηση σχεδιασμού της εγκατάστασης (π.χ. περιορισμός κλάδων).

Τέλος, μια προτεινόμενη επέμβαση ανακατασκευής είναι η χρήση εναλλακτών θερμότητας για την ανάκτηση της θερμότητας από τα συμπυκνώματα.

### 3.7.6 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΕΧΝΗΤΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Στις προτεινόμενες επεμβάσεις νοικοκυρέματος περιλαμβάνονται:

- Σβήσιμο λαμπτήρων σε χώρους που δεν κατοικούνται.
- Καθαρισμός, έλεγχος και συντήρηση λαμπτήρων και φωτιστικών σωμάτων.
- Καθαρισμός εσωτερικών τοίχων και βαφή τους με φωτεινότερα χρώματα.
- Βέλτιστη χρήση του φυσικού φωτισμού.
- Διατήρηση χαμηλών επιπέδων φωτισμού όταν η εγκατάσταση χρησιμοποιείται τη νύχτα για λόγους ασφαλείας.

Για μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας στον φωτισμό συστήνονται επεμβάσεις χαμηλού κόστους, μερικές απ' τις οποίες είναι:

- Αντικατάσταση λαμπτήρων χαμηλής φωτεινής απόδοσης με αποδοτικότερους λαμπτήρες.
- Χρήση τοπικού φωτισμού ανάλογα με το είδος δραστηριότητας στον χώρο.
- Εγκατάσταση καλυμμάτων με ανακλαστικές φωτός σε παλαιά γυμνά φωτιστικά σώματα, για βελτίωση της διανομής φωτός στον χώρο.
- Έλεγχος φωτισμού με χρονοδιακόπτες, dimmers και αισθητήρες παρουσίας.
- Χρήση χρονοδιακοπών για ελαχιστοποίηση του εξωτερικού φωτισμού.
- Χρήση στραγγαλιστικών πηνίων (ballast).

Στις επεμβάσεις υψηλότερου/υψηλού κόστους συγκαταλέγονται η χρήση αισθητήρων φυσικού φωτός και χωριστών περιμετρικών κυκλωμάτων, που εξασφαλίζουν τον αυτόματο έλεγχο της εγκατάστασης (ανάλογα με το επίπεδο φυσικού φωτισμού), καθώς και η εγκατάσταση συστήματος BMS για βέλτιστη ενεργειακή διαχείριση (εκτός των άλλων) στις ανάγκες φωτισμού των χώρων.

### 3.7.7 ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ – ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

Σημαντική εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να επιτευχθεί μέσω της σωστής διαχείρισης των ηλεκτρικών συστημάτων κτιρίων του οικιακού τομέα και των επιχειρησιακών μονάδων. Οι επεμβάσεις νοικοκυρέματος ή/και χαμηλού κόστους περιλαμβάνουν:

- Συντήρηση κινητήρων.
- Μείωση χρήσης ανελκυστήρων και κυλιόμενων κλιμάκων ή διαδρόμων.
- Εξισορρόπηση φορτίων ηλεκτρικών φάσεων για τη βελτίωση του βαθμού απόδοσης των κινητήρων.
- Συγχρονισμός κινητήρα και μετάδοσης σε συστήματα κίνησης με ιμάντα.
- Χρήση συσκευών γραφείου με κομβίο εξοικονόμησης ενέργειας.
- Διακοπή λειτουργίας των κινητήρων όταν λειτουργούν εν κενώ. Απόζευξη των αυτομετασχηματιστών όταν λειτουργούν εν κενώ.
- Περικοπή δευτερευόντων φορτίων σε περιόδους αιχμής, τα οποία επηρεάζουν το τιμολόγιο χρέωσης της ηλεκτρικής ζήτησης.

Η συντήρηση των ηλεκτρολογικών συσκευών και του βασικού ηλεκτρολογικού εξοπλισμού εξασφαλίζει την ομαλή λειτουργία του συστήματος και μπορεί να είναι έκτακτη ή προγραμματιζόμενη. Η συντήρηση του εξοπλισμού ανήκει στις δράσεις χαμηλού κόστους.

Ο εκσυγχρονισμός του ηλεκτρικού συστήματος, που αποτελεί δράση ανακατασκευής, επιχειρείται μόνο στην περίπτωση που έχουν εξαντληθεί οι δυνατότητες ορθολογικής διαχείρισης και έχουν ληφθεί όλα τα αναγκαία μέτρα νοικοκυρέματος. Βασικές παρεμβάσεις εκσυγχρονισμού των ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων είναι:

- Εγκατάσταση συστοιχίας πυκνωτών για διόρθωση του συντελεστή ισχύος.
- Αντικατάσταση ηλεκτρικών κινητήρων με νέους υψηλής απόδοσης.
- Εγκατάσταση συστημάτων ελέγχου στροφών ηλεκτρικών κινητήρων.
- Μετατροπές στο δίκτυο διανομής ισχύος για την εξάλειψη των απωλειών που υφίστανται κυρίως στα παλαιά δίκτυα διανομής ισχύος μιας εγκατάστασης, οι οποίες περιλαμβάνουν:
  1. Τοποθέτηση ελεγκτή συντελεστή ισχύος ( $\cos\phi$ ) ηλεκτρικών κινητήρων, για βελτίωση της απόδοσής τους σε μικρά φορτία. Αντιστάθμιση χαμηλού  $\cos\phi$  σε στρατηγικά σημεία του δικτύου.
  2. Αναβάθμιση των υποδιαστασιολογημένων αγωγών.
  3. Τοπογραφική βελτίωση των κυκλωμάτων.
  4. Αναβάθμιση των μετασχηματιστών ή αυτομετασχηματιστών.
  5. Μείωση των υψηλών αντιστάσεων (αν υπάρχουν) δευτερεύοντος εξοπλισμού.

### 3.7.8 ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ

Οι εναλλακτικές δράσεις που μπορεί να εφαρμόσει μια επιχειρησιακή μονάδα αποτελούν στην πλειοψηφία τους δράσεις ανακατασκευής και είναι δυνατό να περιλαμβάνουν:

- Σύνδεση με το δίκτυο φυσικού αερίου.
- Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων.
- Εγκατάσταση ηλιακών συστημάτων.
- Μετατόπιση ηλεκτρικού φορτίου με χρήση παγοδεξαμενών.
- Συμπαράγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού.





## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ & ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

### 4.1 ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ

Ως αισθητήρας (sensor), ορίζεται μια συσκευή που ανταποκρίνεται σ' ένα σήμα ή ερέθισμα. Ο ορισμός είναι ευρύτατος και ασαφής, λόγω του τεράστιου εύρους εφαρμογών: το ανθρώπινο μάτι λ.χ. είναι ένας αισθητήρας. Στο τεχνολογικό/επιστημονικό πεδίο, με τον όρο αισθητήρας, νοείται μια συσκευή η οποία επιτρέπει σε κάθε είδους ηλεκτρονικό εξοπλισμό ν' αντιλαμβάνεται τον φυσικό κόσμο. Οι αισθητήρες βοηθούν τις ηλεκτρονικές συσκευές να βλέπουν, να ακούν, να οσφραίνονται, να γεύονται και να αγγίζουν. Όλα τα παραπάνω επιτυγχάνονται με την παροχή από τους αισθητήρες μιας διεπαφής (interface) που αναλαμβάνει να μεταφράζει τα σήματα του φυσικού κόσμου σε καταληπτή μορφή για τις ηλεκτρονικές συσκευές: μεταφράζουν, δηλαδή, μη ηλεκτρικές ή χημικές ποσότητες σε ηλεκτρικά σήματα.

Η ραγδαία τεχνολογική εξέλιξη των τελευταίων δεκαετιών (ημιαγωγοί, ηλεκτρονικά υλικά) έδωσε το ερέθισμα για έρευνα στην περιοχή των αισθητήρων. Με την σημαντική πρόοδο στον τομέα της μικροηλεκτρονικής, αναπτύχθηκαν οι μικροαισθητήρες (αισθητήρες εξαιρετικά μικρών διαστάσεων, στην περιοχή του μικρόμετρου). Σήμερα, η Τεχνολογία Αισθητήρων φέρνει νέες διαστάσεις στα προϊόντα, όσον αφορά στην ευκολία χρήσης, στην ασφάλεια και, στην εξοικονόμηση ενέργειας, οδηγώντας σε μια έκρηξη στις εφαρμογές που χρησιμοποιούνται αισθητήρες.

Η αρχή λειτουργίας ενός συγκεκριμένου αισθητήρα εξαρτάται απ' τον τύπο της φυσικής ποσότητας που σχεδιάστηκε να αντιλαμβάνεται. Έτσι, οι αισθητήρες ταξινομούνται σαν θερμικοί, μηχανικοί, χημικοί, μαγνητικοί και αισθητήρες ακτινοβολίας. Άλλες μορφές ταξινόμησης αισθητήρων αναφέρονται στο κατά πόσον χρησιμοποιούν ή όχι βοηθητική πηγή ενέργειας (ενεργητικοί, παθητικοί κλπ) ή σε κάποια ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους. Από τις απλούστερες μορφές αισθητήρων, θεωρείται το θερμοστοιχείο τύπου thermistor, το οποίο παράγει μια ηλεκτροδιεγερτική δύναμη (ΗΕΔ) από την διαφορά στις θερμοκρασίες επαφής. Παράδειγμα ενεργητικών αισθητήρων είναι οι φωτοдиодοι και τα φωτοκύτταρα. Ανάλογα με το είδος τους και τη χρήση τους, οι αισθητήρες διακρίνονται σε οπτικούς αισθητήρες, ανιχνευτές κίνησης, βιοαισθητήρες, επιταχυνσιόμετρα, αισθητήρες υπερύθρων, υπερήχων, θερμοκρασίας κ.α.

Οι αισθητήρες καλύπτουν ένα τεράστιο φάσμα εφαρμογών: από τηλεόρασεις, smartphones, ραντάρ και πλήθος ηλεκτρονικών συσκευών μέχρι τον έλεγχο των υδάτων (πόσιμο νερό, βιομηχανικά απόβλητα), τις ιατρικές συσκευές κάθε είδους, την αεροναυπηγική και τα διαστημόπλοια. Η αυτοκινητοβιομηχανία, η οπτική, η ιατρική και η στρατιωτική βιομηχανία, οι οποίες αποτελούν την αιχμή της βιομηχανίας των αισθητήρων, για να ανταποκριθούν στην ζήτηση της αγοράς και να βελτιώσουν την ανταγωνιστικότητά τους, προχώρησαν στην ανάπτυξη αισθητήρων με χαμηλό κόστος παραγωγής και αυξημένη

λειτουργικότητα, καθώς και με συνεχώς μεγαλύτερο βαθμό ολοκλήρωσης. Η παγκόσμια αγορά αισθητήρων καθίσταται διαρκώς αυξανόμενη. Ο βαθμός καινοτομίας είναι εξαιρετικά υψηλός. Για το λόγο αυτό, η επιστημονική έρευνα επικεντρώνεται ολοένα στην πρόκληση της αυξανόμενης απόδοσης/καινοτομίας σε συνδυασμό με την ελαχιστοποίηση κόστους των αισθητήρων, έχοντας (ειδικά στις μέρες μας) να αντιμετωπίσει την παγκόσμια οικονομική κρίση, το ενεργειακό πρόβλημα και την δυσπιστία των επιχειρήσεων στον κίνδυνο εφαρμογής καινοτόμων ιδεών έναντι στην αξιοπιστία των παραδοσιακών τύπων/κεκτημένων.

#### 4.1.1 ΑΝΙΧΝΕΥΤΕΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣ (Occupancy sensors)

Η ανάγκη για εντοπισμό κίνησης/παρουσίας σ' ένα συγκεκριμένο χώρο (εξοικονόμηση ενέργειας, προστασία κτιρίων, συστήματα ασφάλειας κλπ) εξηγεί το αυξανόμενο ενδιαφέρον και την έρευνα πάνω σε πιο αξιόπιστα συστήματα ανίχνευσης ανθρώπινης παρουσίας. Οι ανιχνευτές (αισθητήρες) παρουσίας (presence detectors) ανιχνεύουν την παρουσία ανθρώπων (και κάποιες φορές ζώων) σε μια συγκεκριμένη περιοχή. Οι ανιχνευτές κίνησης (motion detectors) ανταποκρίνονται περισσότερο σε κινούμενα αντικείμενα. Η διαφορά μεταξύ των δύο αισθητήρων είναι σαφής, αλλά πολύ συχνά συγχέεται: οι ανιχνευτές παρουσίας εντοπίζουν «παρουσία» ανθρώπου, δηλαδή, πολύ μικρές/ανεπαίσθητες κινήσεις μέσα στη ζώνη ανίχνευσης. Λόγω της ανάγκης ευαισθησίας τους, βασίζονται σε υψηλότερη τεχνολογία αισθητήρων, ενώ συνήθως είναι ακριβότεροι και μεγαλύτεροι σε μέγεθος απ' τους αισθητήρες κίνησης. Από την άλλη, οι αισθητήρες κίνησης είναι «επιλεγμένα» ευαίσθητοι σε κινούμενα αντικείμενα (όπως ο βηματισμός του ανθρώπου).

Ανάλογα με τις εφαρμογές στις οποίες χρησιμοποιούνται (φωτισμός, έξυπνο σπίτι, συναγερμοί), η παρουσία ανθρώπων μπορεί να ανιχνευτεί με διαφορετικό τρόπο, ο οποίος συνδέεται με κάποιο στοιχείο του ανθρώπινου σώματος. Για παράδειγμα, αισθητήρες μπορεί να είναι ευαίσθητοι στο ανθρώπινο βάρος, τη θερμοκρασία του σώματος, σε ήχους ή διηλεκτρικές σταθερές κλπ. Παραδείγματα τέτοιων αισθητήρων είναι:

1. Αισθητήρες πίεσης (air pressure): ανιχνεύουν αλλαγές στην πίεση του αέρα προκαλούνται π.χ. από ανοιχτές πόρτες ή παράθυρα.
2. Χωρητικοί (capacitive): ανιχνευτές χωρητικότητας ανθρώπινου σώματος.
3. Ακουστικοί (acoustic): ανιχνευτές ήχων που παράγονται απ' τον άνθρωπο.
4. Φωτοηλεκτρικοί (photoelectric): ανταποκρίνονται σε διακοπές ακτίνων φωτός από κινούμενα αντικείμενα
5. Οπτοηλεκτρονικοί (optoelectic): ανιχνεύουν παραλλαγές στον φωτισμό σε προστατευμένες περιοχές
6. Μαγνητικοί Διακόπτες (magnetic switches): ανίχνευση θέσης εξ αποστάσεως
7. Ανιχνευτές κραδασμών (vibration detectors): αντιδρούν σε δονήσεις/κραδασμούς τοίχων ή άλλων κατασκευών (μπορούν να συνδεθούν σε πόρτες/παράθυρα για ανίχνευση κίνησης)

8. Ανιχνευτές θραύσης (glass breakage detectors): ανιχνεύουν θραύσεις γυαλιών ή άλλων παρεμφερών στοιχείων
9. Αισθητήρες πίεσης – ματ (pressure mat switches): ευαίσθητες στην πίεση μακριές λωρίδες που χρησιμοποιούνται σε πατώματα κάτω από χαλιά για ανίχνευση «εισβολέων» μέσω ελέγχου του βάρους
10. Υπερύθρων (infrared motion detectors / PID): ανίχνευση υπέρυθρης ακτινοβολίας (IR) – συσκευές ευαίσθητες σε κύματα που εκπέμπονται από θερμά ή κρύα αντικείμενα
11. Μικροκυμάτων (microwave) και Υπερήχων (ultrasonic): ανταποκρίνονται σε μικροκύματα ή υπερήχους που εκπέμπονται από αντικείμενα στην περιοχή ανίχνευσης
12. Άλλοι αισθητήρες: ανιχνευτές αναγνώρισης προσώπων, video-ανιχνευτές, ανιχνευτές λέιζερ, τριβοηλεκτρικοί (triboelectric) κλπ.
13. Υβριδικοί (hybrid): συνδυασμός δύο ή περισσότερων τύπων αισθητήρων

#### 4.1.2 ΕΞΥΠΝΟΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ

Ως έξυπνος αισθητήρας (smart sensor) ορίζεται μια συσκευή η οποία αποτελείται κατά βάση από έναν αισθητήρα κι ένα κύκλωμα επεξεργασίας σήματος. Ένας έξυπνος αισθητήρας πρέπει να κατέχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

1. Να επικοινωνεί με μία ή περισσότερες συσκευές.
2. Να μπορεί να λαμβάνει αποφάσεις με την χρήση σαφών ή ασαφών δεδομένων, τα οποία συλλέγει ο ίδιος είτε του παρέχονται από κάποιον άλλον.
3. Να εκτελεί κάποιου είδους λογική εργασία.

Εκτός των άλλων, ένας έξυπνος αισθητήρας παρουσιάζει και κάποιες ιδιαίτερες ιδιότητες που τον διαφοροποιούν από τους συνήθεις ολοκληρωμένους (integrated) αισθητήρες. Οι ιδιότητες που προτείνονται απ' τους Hauptmann και Giachino είναι:

- Δομική αντιστάθμιση: Πρόβλεψη κατάλληλων δομικών χαρακτηριστικών σε συνάρτηση με την προβλεπόμενη χρησιμοποίησή του.
- Ολοκληρωμένη επεξεργασία σήματος: πλήρης, εντός του αισθητήρα, επεξεργασία του συλλεγόμενου σήματος.
- Αυτοβαθμονόμηση: αυτόματη προσαρμογή της αντιστάθμισης και της ευαισθησίας (ή του κέρδους) σε συνάρτηση με την προβλεπόμενη χρήση του.
- Αυτοέλεγχος: ικανότητα του αισθητήρα να ελέγχει τη λειτουργικότητά του.
- Πολυαίσθηση: βελτίωση της απόδοσης ενός αισθητήρα μέσα από την χρήση άλλων αισθητήρων που παρακολουθούν ανεπιθύμητες εξαρτημένες μεταβλητές.
- Επικοινωνία: δυνατότητα αυτόνομης επικοινωνίας με το περιβάλλον του.

Η ανάπτυξη της αγοράς απαιτεί όλο και περισσότερο «έξυπνους» αισθητήρες. [3] Οι εφαρμογές έξυπνων αισθητήρων περιλαμβάνουν πολλούς τομείς της καθημερινότητας και πολλές νέες καινοτομίες, όπως το έξυπνο σπίτι, το έξυπνο αυτοκίνητο, έλεγχο υλικού και ποιότητας προϊόντων, interface για άτομα με ειδικές ανάγκες κλπ.

## 4.2 ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ

Ένα ασύρματο δίκτυο αισθητήρων (Wireless Sensor Network/WSN) αποτελείται από διασκορπισμένους αυτόνομους αισθητήρες, οι οποίοι επικοινωνούν μεταξύ τους ασύρματα, στέλνοντας δεδομένα σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία.

Το δίκτυο περιλαμβάνει κόμβους (nodes) καθένας απ' τους οποίους συνδέεται με έναν ή περισσότερους αισθητήρες. Τα (καταναμημένα) ασύρματα δίκτυα αισθητήρων αποτελούνται από το δίκτυο συλλογής δεδομένων (data acquisition network) και το δίκτυο διανομής δεδομένων (data distribution network), τα οποία παρακολουθούνται και ελέγχονται από το κέντρο διαχείρισης (management center).

Η ανάπτυξη των ασύρματων δικτύων αισθητήρων τα τελευταία χρόνια διαμόρφωσε νέα πεδία και προοπτικές στις σύγχρονες τεχνολογικές εφαρμογές. Η ασύρματη δικτύωση και η δυνατότητα αυτοοργάνωσης των δικτύων χωρίς την ανάγκη ανθρώπινης παρέμβασης κάνουν δυνατή την εξάπλωσή τους σε περιβάλλοντα που είναι δύσκολο (ή αδύνατο) να προσεγγίσει ο άνθρωπος. Η έλλειψη καλωδίωσης για την επίτευξη της μεταξύ τους επικοινωνίας αποτελεί και τον κυρίαρχο παράγοντα που συμβάλλει σε αυτό. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται η μεγάλη και ασφαλής απόσταση παρατήρησης.

Πλεονεκτήματα των ασύρματων δικτύων αισθητήρων είναι:

- Η δυνατότητά τους να λειτουργούν κάτω από ακραίες συνθήκες.
- Η δυνατότητα υποστήριξης πολλών αισθητήρων σε ένα δίκτυο, η οποία επιδρά στην δυνατότητα υψηλής συχνότητας δειγματοληψίας και στην υψηλή ανάλυση πολύπλοκων μετρήσεων.
- Η αυξημένη χωρική πυκνότητα της διάταξης, η οποία βελτιώνει τα ποσοστά σφάλματος με πλεονασμό πληροφοριών από γειτονικούς κόμβους για την ίδια περιοχή κάλυψης.
- Η χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση και το χαμηλό κόστος.

Καθοριστικός επίσης παράγοντας στην υλοποίηση εφαρμογών είναι η μεγάλη ποικιλία των τύπων των αισθητήρων για φαινόμενα όπως θερμοκρασία, πίεση, ένταση φωτός, υγρασία, κίνηση, επιτάχυνση κ.α.

Τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων μπορούν να διακριθούν σε δίκτυα επίβλεψης (monitoring) και ανίχνευσης (tracking). Έχουν ένα ευρύτατο φάσμα εφαρμογών όπως περιβαλλοντικές εφαρμογές, γεωργικές, οικιακές, ιατρικές, εφαρμογές πρόληψης καταστροφών και παροχής βοήθειας, εφαρμογές ασφαλείας, εμπορικές, στρατιωτικές κλπ.

Τα δίκτυα WSN ενσωματώνουν μέσω κατάλληλων μηχανισμών τις απαιτήσεις χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης, σχηματίζοντας τα λεγόμενα WPAN (Wireless Personal Area Networks). Πρόκειται δηλαδή για ένα δίκτυο αισθητήρων και ενεργοποιητών, οι οποίοι επικοινωνούν ασύρματα μεταξύ τους, αλλά και με την κεντρική μονάδα που υπάρχει συνήθως και η οποία διαθέτει σίγουρα επεξεργαστική ισχύ.

Μία σημαντική ικανότητα των δικτύων αυτών, είναι η χρήση της τεχνολογίας “plugging in”, όπου όταν δύο τοπικά δίκτυα βρίσκονται εντός εμβέλειας μεταξύ τους, μπορούν (ιδανικά) να επικοινωνούν, σαν να ήταν συνδεδεμένα με καλώδιο. Αυτό το επιτυγχάνουν περιορίζοντας ή ακόμα και διακόπτοντας κάποιες επικοινωνίες σε τοπικό επίπεδο, δίνοντας έτσι προτεραιότητα στην επικοινωνία μεταξύ των δικτύων. Πολύ γνωστά WPANs είναι τα Bluetooth, ZigBee, Mi-Wi, wireless USB, IrDA, Z-Wave, τα οποία συμμορφώνονται με το

πρότυπο IEEE 802.15. Ως κρίσιμα χαρακτηριστικά μπορούμε να διακρίνουμε την ευελιξία, το χαμηλό κόστος, το χαμηλό επίπεδο πολυπλοκότητας και τη χαμηλή κατανάλωση. [27][42] [58] [59]

#### 4.3 ΕΥΦΥΗ ΔΙΚΤΥΑ

Ως έξυπνο/ευφύες δίκτυο (smart grid) ορίζεται ένα δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας που διαθέτει δυνατότητες συλλογής και επεξεργασίας δεδομένων, καθώς και ικανότητα αμφίδρομης επικοινωνίας (two-way communication). Το ευφύες ηλεκτρικό δίκτυο θεωρείται εκσυγχρονισμός του υπάρχοντος συστήματος ηλεκτρικής ισχύος, καθώς αποτελεί σημείο σύγκλισης της πληροφορικής, των επικοινωνιών και των συστημάτων ισχύος με στόχο τη δημιουργία ενός πιο στιβαρού, αποτελεσματικότερου και ευέλικτου δικτύου ηλεκτρικής ισχύος. Παρέχοντας τη δυνατότητα αμφίδρομης επικοινωνίας μεταξύ παραγωγών, καταναλωτών και διαχειριστών υποδομών, προσφέρει σημαντική βελτίωση στη λειτουργία του ηλεκτρικού δικτύου αυξάνοντας την αποδοτικότητα, την αξιοπιστία, την επεκτασιμότητα και την ασφάλειά του. Ένα ευφύες δίκτυο αποτελείται από συστήματα αισθητήρων, επικοινωνιών, ελέγχου και ενεργοποίησης που δίνουν τη δυνατότητα διεισδυτικής παρακολούθησης και ελέγχου του δικτύου ηλεκτρικής ισχύος.

Βασικά χαρακτηριστικά ενός ευφύους δικτύου είναι:

- Τιμολόγηση ηλεκτρικής ενέργειας σε πραγματικό χρόνο.
- Διαχείριση κατανάλωσης και προγραμμάτων απόκρισης ζήτησης.
- Αυτόνομη ανάρρωση δικτύου. Αυτοματοποιημένη συντήρηση και λειτουργία.
- Αύξηση της χωρητικότητας και βελτίωση της αποτελεσματικότητας των υπαρχόντων ηλεκτρικών δικτύων.
- Βελτίωση ποιότητας και υπηρεσιών ηλεκτρικής ενέργειας.
- Απομακρυσμένος έλεγχος έξυπνων οικιακών συσκευών μέσω έξυπνων μετρητών.
- Αύξηση ενεργειακής απόδοσης και ποιότητας ισχύος.
- Εξοικονόμηση κόστους από τη μείωση του φορτίου αιχμής.
- Ενσωμάτωση κατανεμημένων πηγών παραγωγής, όπως ανεμογεννήτριες, φωτοβολταϊκά συστήματα κλπ. Ενσωμάτωση ΑΠΕ στα υπάρχοντα δίκτυα.
- Αύξηση της ασφάλειας και της επιτήρησης του δικτύου.
- Υποστήριξη φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων (υβριδικών) και νέων μεθόδων αποθήκευσης ενέργειας.

Κύρια στοιχεία υλοποίησης ενός ευφύους δικτύου αποτελούν τα συστήματα έξυπνης μέτρησης (smart meters) και τα συστήματα έξυπνης παρακολούθησης (smart monitoring).

Τα συστήματα ευφύους μέτρησης στηρίζονται στην εγκατάσταση έξυπνων διατάξεων (έξυπνοι μετρητές) στα διάφορα σημεία ενδιαφέροντος του δικτύου. Οι μετρητές αυτοί υποστηρίζουν την αμφίδρομη μετάδοση δεδομένων από το σημείο μέτρησης προς το κεντρικό σύστημα και αντίστροφα. Ελέγχουν την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε κτίρια και νοικοκυριά προσφέροντας καλύτερες προοπτικές διαχείρισης στους καταναλωτές. Αποτελούν μέρος της λεγόμενης υποδομής AMI (Automatic Metering Infrastructure), η οποία είναι υπεύθυνη για την αυτόματη συλλογή δεδομένων σχετικών με

την κατάσταση του δικτύου, την κατανάλωση σε πραγματικό χρόνο και τα ενδεχόμενα προβλήματα σε αυτήν (ή ειδικότερα σε συγκεκριμένα σημεία του δικτύου).

Τα συστήματα έξυπνης παρακολούθησης συμβάλλουν στην καλύτερη αξιοπιστία του δικτύου και της παρεχόμενης ποιότητας ισχύος. Με την επιτήρηση του δικτύου καθίσταται δυνατός ο προσδιορισμός της θέσης των μηχανικών βλαβών και, γενικότερα, ο εντοπισμός διαφόρων προβλημάτων σχετιζόμενων με τη λειτουργία του – έτσι, επιτυγχάνεται καλύτερη πρόληψη και αποκατάσταση των βλαβών στο δίκτυο. Η λειτουργία της ευφυούς παρακολούθησης επιτυγχάνεται με χρήση αισθητήρων που εγκαθίστανται σε διάφορα σημεία του δικτύου. Με την εγκατάσταση τέτοιων αισθητήρων δημιουργείται το σύστημα καταναμημένων κόμβων σε όλη την έκταση του δικτύου. Τα δεδομένα που μεταδίδονται μέσω του δικτύου ποικίλλουν. Μπορεί να αφορούν ανίχνευση σφαλμάτων στο δίκτυο, παρακολούθηση της ποιότητας υπηρεσιών, δεδομένα καταγραφής από κάμερες που ενεργοποιούνται όταν παρατηρηθεί κρούσμα κλοπής ρεύματος ή υλικού – ή να σχετίζονται με την κατάσταση των γραμμών μεταφοράς.

Σημαντική παράμετρος των smart grids είναι και η χαμηλή κατανάλωση. Τα ευφυή δίκτυα, όχι μόνο δίνουν μεγάλη βαρύτητα στη χαμηλή κατανάλωση, αλλά προχωράνε και ένα βήμα παραπάνω, στην παραγωγή δηλαδή ενέργειας (energy harvesting) χαμηλής ισχύος, από διάφορες πηγές (φως, δονήσεις, θερμοηλεκτρικές γεννήτριες κλπ). Η ενέργεια αυτή καταλήγει σε μέσα αποθήκευσης όπως μπαταρίες ή πυκνωτές. Σε πολλές περιπτώσεις μάλιστα, κάποιοι αισθητήρες μπορεί να τροφοδοτούνται αποκλειστικά από τέτοιες πηγές ενέργειας. [58][59][60]

Τα ευφυή δίκτυα θεωρούνται προϋπόθεση για την ανάπτυξη έξυπνων κτιρίων και πόλεων, καθώς συμβάλλουν, λαμβάνοντας υπ' όψιν διάφορες παραμέτρους, στην βελτιστοποίηση της ενεργειακής κατανομής και της εξοικονόμησης ενέργειας.

#### 4.4 ΕΞΥΠΝΑ ΚΤΙΡΙΑ

Στη βιβλιογραφία έχουν προταθεί πολλοί ορισμοί για το τι είναι και τι στόχους εξυπηρετεί ένα έξυπνο κτίριο. Οι επικρατέστεροι ορισμοί έξυπνων κτιρίων επικεντρώνονται στον συνδυασμό αξιοποίησης συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας και χρήσης ευφυών τεχνολογιών με στόχο τη βέλτιστη εξισορρόπηση επιπέδων άνεσης για τους κατοίκους και ενεργειακής κατανάλωσης. Ανάλογα με το βαθμό ευφυΐας και προσαρμοστικότητας των συστημάτων αυτοματισμού του κτιρίου, ένα κτίριο χαρακτηρίζεται – σε γενικές γραμμές – «έξυπνο» ή «ευφύες». Ο όρος «ευφύης» εμπεριέχει την ικανότητα ενός συστήματος να λειτουργεί αυτόνομα απ' τους χρήστες και – ως ένα βαθμό – να προδιαγράφει λειτουργίες (να «μαθαίνει»). Ωστόσο, η ευφυΐα ενός σύγχρονου έξυπνου σπιτιού λογαριάζεται, εκτός απ' το βαθμό εξέλιξης και αυτοματοποίησης ενός συστήματος, και απ' τον βαθμό που το σύστημα εξυπηρετεί τις ανάγκες ενός σπιτιού «πράσινου» (δηλαδή, ο χαρακτηρισμός «ευφύης», όταν χρησιμοποιείται ως ορισμός για κτίρια, θα πρέπει να εμπεριέχει στη λειτουργία του μηχανισμούς εξοικονόμησης ενέργειας). Σε κάθε περίπτωση, ένα έξυπνο κτίριο προσαρμόζεται ή «εκπαιδεύεται» να προσαρμόζει τη λειτουργία του ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες και τις διάφορες διακυμάνσεις των παραμέτρων λειτουργίας του με βάση προεπιλεγμένα σενάρια ή «έξυπνους» αλγόριθμους αυτοματοποίησης ή/και

πρόβλεψης μελλοντικών λειτουργιών – διεργασιών. Για το σκοπό αυτό, περιλαμβάνει «αισθητήρια» συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας. Παρόλ' αυτά, η εξοικονόμηση ενέργειας δεν είναι πάντα ανάλογη της ευφυΐας ενός κτιρίου. Για παράδειγμα, ένα πράσινο κτίριο, το οποίο εκμεταλλεύεται στο έπακρο την χρήση ΑΠΕ στη λειτουργία του παρουσιάζοντας πρακτικά μηδενικό ισοζύγιο, μπορεί να μην είναι ευφύες, αλλά είναι κατ' ουσίαν «έξυπνο» ως προς τον τρόπο αξιοποίησης της ενέργειας – κάτι που ένα πραγματικά έξυπνο/ευφύες κτίριο μπορεί να μην είναι σε θέση να επιτύχει.

Ο παραδοσιακός τρόπος σχεδιασμού και λειτουργίας ενός κτιρίου βασίζεται συνήθως στην ανεξάρτητη λειτουργία των διάφορων υποσυστημάτων. Αντιθέτως, ένα έξυπνο κτίριο παρακολουθείται και λειτουργεί κάτω απ' την εποπτεία ενός συστήματος κεντρικής διαχείρισης, το οποίο ελέγχει κατά τον βέλτιστο τρόπο τις περισσότερες απ' τις λειτουργικές και ενεργειακές παραμέτρους του (BMS). Ταυτόχρονα, αποτελεί μέρος ενός ευφούς δικτύου (smart grid). Για παράδειγμα, για να μπορέσει ένα κτίριο να αξιοποιήσει με τον καλύτερο τρόπο διαφορετικές τιμολογήσεις ηλεκτρικής ενέργειας με παράλληλη βέλτιστη πολιτική διαχείρισης ενέργειας, πρέπει να έχει εγκατεστημένο ένα σύστημα αυτοματισμού το οποίο να ενοποιεί επικοινωνιακά όλα τα ηλεκτρομηχανολογικά του εξαρτήματα. Η έξυπνη διαχείριση ενέργειας, δεν περιλαμβάνει μόνο πρακτικές και μόνιμα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας (ή καθημερινά μέτρα εφαρμοζόμενα απ' τους καταναλωτές), αλλά και δυναμικές παραμέτρους όπως αμφίδρομη επικοινωνία επιμέρους χώρων – κτιρίου και αντίστοιχη επικοινωνία του κτιρίου με το δίκτυο στο οποίο είναι συνδεδεμένο.

#### 4.5 ΕΞΥΠΝΟ ΣΠΙΤΙ

Μικρογραφία ενός έξυπνου κτιρίου αποτελεί το έξυπνο σπίτι (έξυπνη κατοικία), η οποία ως μέρος ενός μεγαλύτερου συγκροτήματος, έχει παρόμοιες (ή και περισσότερες) λειτουργικές δυνατότητες αυτοματοποίησης (ευφείς λειτουργίες) με αυτές του έξυπνου κτιρίου.

Συνοπτικά, μπορούμε να διακρίνουμε 5 (ιδανικά) επίπεδα λειτουργίας ενός έξυπνου σπιτιού. Το έξυπνο σπίτι:

- Επίπεδο 1: Παρέχει βασικές δυνατότητες σύνδεσης/επικοινωνίας (internet κλπ).
- Επίπεδο 2: Ανταποκρίνεται σε απλές εντολές ελέγχου λειτουργίας μέσα ή έξω απ' το σπίτι. Ο τοπικός ή απομακρυσμένος έλεγχος μπορεί να περιλαμβάνει διάφορες δυνατότητες (ανοιγοκλείσιμο πορτών, έλεγχος παραθύρων – πορτών που είναι ανοιχτές, έλεγχος φωτισμού απ' τον χρήστη κ.α.). Ο έλεγχος εξαρτάται στο επίπεδο αυτό αυστηρά απ' τον χρήστη.
- Επίπεδο 3: Αυτοματοποιημένη λειτουργία (ένανυση – σβέση φωτισμού σε προκαθορισμένο διάστημα, προγραμματισμένη λειτουργία συστημάτων θέρμανσης ή συστημάτων ασφαλείας κλπ).
- Επίπεδο 4: Ανίχνευση παρουσίας & παραμέτρων ασφαλείας – υγείας. Το σύστημα λειτουργεί η υπολειτουργεί βασισμένο στην ανθρώπινη παρουσία σ' ένα χώρο ή σε ενδείξεις σχετιζόμενες με την βέλτιστη ποιότητα ζωής των ανθρώπων.

- Επίπεδο 5: Ανάλυση πληροφοριών – Λήψη Αποφάσεων και Δράσεων. Το σύστημα παρέχει πληροφορίες κατάστασης ή ενεργειακής κατανάλωσης σε έναν ή περισσότερους χρήστες, δημιουργεί reports για τους κατοίκους, τους διαχειριστές ή τους παρόχους, πραγματοποιεί αλλαγές σε αυτοματοποιημένες λειτουργίες (βασισμένο σε προδιαγεγραμμένες συμπεριφορές/επιλογές ή σε εξεζητημένους αλγορίθμους που μεταλλάσσουν την λειτουργία του συστήματος ανάλογα με διάφορες παραμέτρους) με στόχο τη βέλτιστη συνολική λειτουργία.

Εκτός απ' τις προαναφερόμενες λειτουργίες, ένα έξυπνο σπίτι μπορεί συμπληρωματικά να παρέχει και άλλες λειτουργικές δυνατότητες όπως π.χ. να παρέχει πληροφορίες, υπενθυμίσεις – ωθήσεις στους ενοίκους – χρήστες σχετικές με το καθημερινό τους πρόγραμμα, να «απαντά» σε αντίστοιχες ερωτήσεις ή να λειτουργεί για λογαριασμό των ενοίκων σε ιδιαίτερες εξεζητημένες περιπτώσεις κ.α. (αυτά προς διευκόλυνση των χρηστών για ικανοποίηση προσωπικών αναγκών ή extra εξοικονόμησης ενέργειας).

Γενικότερα, ένα έξυπνο σπίτι (ή κτίριο) παρέχει:

- Πλήρη εποπτεία της λειτουργίας του σπιτιού (ή κτιρίου)
- Διαχείριση φορτίου στην κατοικία ή στο κτίριο με στόχο την βέλτιστη εξοικονόμηση ενέργειας
- Επικοινωνία του οικιακού χρήστη με κεντρικούς παρόχους υπηρεσιών
- Διασυνδεσιμότητα συσκευών – Τηλεχειρισμό
- Ευφυή Συστήματα Διαχείρισης Ηλεκτρικών Φορτίων

καθώς και άλλες πιθανές πρόσθετες λειτουργικές ικανότητες, οι οποίες ικανοποιούν τις απαιτήσεις βέλτιστης λειτουργίας – εξοικονόμησης ενέργειας και συνολικού κόστους.

#### 4.6 ΕΞΥΠΝΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

Έξυπνες συσκευές καλούνται οι ηλεκτρονικές συσκευές, οι οποίες έχουν την ικανότητα σύνδεσης με άλλες συσκευές ή (ευφυή) δίκτυα μέσω διαφορετικών πρωτοκόλλων (Bluetooth, NFC, Wifi, 3G) και μπορούν να λειτουργούν ως ένα βαθμό διαδραστικά και αυτόνομα. Η ανάπτυξη των έξυπνων συσκευών τα τελευταία χρόνια έχει διαμορφώσει μια καινούργια αγορά προϊόντων καλούμενη «αγορά έξυπνων συσκευών» ή «αγορά έξυπνης τεχνολογίας». Αυτές οι συσκευές πιστεύεται ότι θα αντικαταστήσουν μακροπρόθεσμα τις συμβατικές οικιακές συσκευές ως βασικό χαρακτηριστικό στοιχείο «έξυπνων σπιτιών» και «έξυπνων νοικοκυριών». Οι έξυπνες τεχνολογίες αποτελούν ακόμη κύριο παράγοντα διαμόρφωσης αυτού που ονομάζεται Ίντερνετ των Πραγμάτων. Ο όρος «έξυπνη συσκευή» μπορεί ακόμα να αναφέρεται σε μια τεχνολογικά εξελιγμένη υπολογιστική συσκευή, η οποία έχει προχωρημένες δυνατότητες ή/και στοιχεία Τεχνητής Νοημοσύνης.

Η βασική ιδέα πίσω απ' τις έξυπνες συσκευές είναι η δυνατότητα που παρέχουν στον χρήστη να τις χειρίζονται τοπικά ή απομακρυσμένα μέσω ασύρματης επικοινωνίας. Πολλές απ' τις έξυπνες συσκευές διαθέτουν αισθητήρια συστήματα, που τις διαφοροποιούν απ' τις κλασικές συσκευές έτσι όπως τις γνωρίζουμε σήμερα. Η χρήση αισθητήρων εξυπηρετεί την διεπαφή της συσκευής με τον χρήστη (ή με άλλες συσκευές), αλλά και την προσαρμογή του συστήματος ανάλογα με τις συνθήκες του περιβάλλοντος, το φορτίο που εξυπηρετείται ή τον ανθρώπινο παράγοντα. Οι έξυπνες συσκευές εκπληρώνουν τον στόχο του οικιακού –



κτιριακού αυτοματισμού, διαθέτοντας έναν επαρκή (ή μεγάλο) βαθμό ανεξαρτητοποίησης απ' τον χρήστη κι έναν ελάχιστο (ή μεγαλύτερο) βαθμό ευφυΐας. Επικεντρώνονται, δε, στον τομέα της εξοικονόμησης ενέργειας είτε ανήκοντας σε ανώτερες ενεργειακές κλάσεις ή/και πρακτικά μέσω της λειτουργίας τους (η προσαρμοστικότητα τους σε διάφορους παράγοντες λειτουργίας στοχεύει στην αυτονομία ή/και στην χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση). Λόγω των πολλών δυνατοτήτων που παρέχουν στον χρήστη ή της εξειδικευμένης λειτουργίας τους, οι έξυπνες συσκευές είναι συνήθως λίγο (ή αρκετά) ακριβότερες απ' τις συμβατικές συσκευές. Τυπικά παραδείγματα έξυπνων συσκευών είναι οι έξυπνοι θερμοστάτες, τα έξυπνα ψυγεία, οι έξυπνες συσκευές κινητής τηλεφωνίας κ.α.

#### 4.7 ΤΟ ΙΝΤΕΡΝΕΤ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (Internet of Things) είναι μια μελλοντική κατάσταση, κατά την οποία καθημερινά αντικείμενα (όπως κινητά τηλέφωνα, αυτοκίνητα, οικιακές συσκευές, ρούχα, ακόμη και τρόφιμα) θα συνδέονται ασύρματα στο διαδίκτυο μέσω έξυπνων μικροκυκλωμάτων και θα μπορούν να συλλέγουν και να ανταλλάσσουν δεδομένα. Αποτελεί, δηλαδή, ένα δίκτυο συσκευών που μεταδίδουν, διαμοιράζουν και χρησιμοποιούν δεδομένα από το φυσικό περιβάλλον προκειμένου να παρέχουν υπηρεσίες σε πρόσωπα, εταιρείες και, γενικότερα, στην κοινωνία. Τα αντικείμενα – πράγματα είναι μόνα ή συνδεδεμένα με άλλα αντικείμενα ή άτομα και διαθέτουν μοναδικά αναγνωριστικά (identifiers). Οι εφαρμογές του Internet of Things είναι απεριόριστες όπως π.χ. στον χώρο της υγείας, των μεταφορών, του περιβάλλοντος, της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας κλπ. Τα είδη συσκευών μπορεί να είναι αισθητήρες, έξυπνες συσκευές, συσκευές που φοριούνται (wearable), οικιακοί αυτοματισμοί (domotics) κ.α. Τυπικό παράδειγμα – οι έξυπνοι μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας (smart meters).

Σήμερα, 11 δισεκατομμύρια συσκευές είναι συνδεδεμένες ασύρματα παγκοσμίως. Ο αριθμός μπορεί να είναι σχετικός, αλλά αναμένεται να φτάσει τα 50 δις μέχρι το 2050. Το διαδίκτυο προσφέρει πρόσβαση σε περιεχόμενο και πληροφορίες μέσω σύνδεσης με ιστοσελίδες από πολλαπλά τερματικά, όπως είναι οι προσωπικοί υπολογιστές, τα έξυπνα τηλέφωνα ή οι τηλεοράσεις. Η αναμενόμενη εξέλιξη θα καταστήσει δυνατή την πρόσβαση σε πληροφορίες που σχετίζονται με το φυσικό περιβάλλον μέσω συνδεδεμένων αντικειμένων με ικανότητες αντίληψης του περιβάλλοντος και επικοινωνίας μέσω έξυπνων μικροκυκλωμάτων που χρησιμοποιούν ραδιοσυχνική αναγνώριση (RFID), με ή χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση.

Υπάρχουν αναρίθμητα παραδείγματα αυτής της εξέλιξης των δικτυωμένων συσκευών: ένα αυτοκίνητο μπορεί να είναι σε θέση να αναφέρει την κατάσταση των διαφόρων υποσυστημάτων του προς τηλεδιάγνωση και συντήρηση, χρησιμοποιώντας ενσωματωμένους αισθητήρες που επικοινωνούν· όσοι βρίσκονται εκτός οικίας μπορούν να λάβουν πληροφορίες στο έξυπνο τηλέφωνό τους σχετικά με την κατάσταση του σπιτιού τους - πόρτες, παραθυρόφυλλα ή ακόμα και το περιεχόμενο του ψυγείου - που διαβιβάζονται από αισθητήρες στο σπίτι τους· ένα αυτοκίνητο μπορεί να παρακάμψει μια πιθανή κυκλοφοριακή συμφόρηση· προσωπικές συσκευές μπορούν να διαβιβάσουν σε μια κεντρική θέση πληροφορίες σχετικά με την πιο πρόσφατη κατάσταση της υγείας των

ασθενών που δέχονται περίθαλψη εξ αποστάσεως. Το Ίντερνετ των πραγμάτων θα δημιουργήσει νέες θέσεις εργασίας και καινούργια επιχειρηματικά μοντέλα.

Απαραίτητη προϋπόθεση για την διαμόρφωση του Internet of Things είναι να καταστεί το σημερινό Διαδίκτυο πιο ασφαλές. Οι κίνδυνοι προστασίας προσωπικών δεδομένων για τους χρήστες είναι εμφανείς (χρήση δεδομένων για δευτερεύοντες σκοπούς, απουσία δυνατότητας συγκατάθεσης, λεπτομερής παρακολούθηση, λήψη αυτοματοποιημένων αποφάσεων, απουσία ανωνυμίας κλπ). Η έλλειψη ασφάλειας δημιουργεί την ανάγκη βελτιστοποίησης των υπολογιστικών πόρων και την υλοποίηση μέτρων για εξασφάλιση της εμπιστευτικότητας, της ακεραιότητας και της διαθεσιμότητας.

#### 4.8 ΕΞΥΠΝΗ ΠΟΛΗ

Ο όρος «έξυπνη πόλη» αναφέρεται στη βελτίωση των πόλεων στην επίλυση προβλημάτων και την καινοτομία με χρήση νοημοσύνης – ευφυΐας, η οποία προσδιορίζεται ανάλογα με τους Πολίτες, τα συνεργαζόμενα συστήματα, τη γενικότερη ψηφιακή υποδομή και τα εργαλεία που μια κοινότητα είναι σε θέση να προσφέρει στους Πολίτες της. Μια έξυπνη πόλη στηρίζεται βασικά σε 6 πλαίσια βασικών αξόνων, που έχουν να κάνουν με την περιφερειακή ανταγωνιστικότητα, τις μεταφορές, την οικονομία, τους φυσικούς πόρους, το κεφάλαιο (τόσο το ανθρώπινο όσο και το κοινωνικό), καθώς και την ποιότητα ζωής, σε συνδυασμό με τη συμμετοχή των Πολιτών στη διακυβέρνηση των πόλεων. Με λίγα λόγια, έξυπνες πόλεις είναι αυτές που χρησιμοποιούν τη νέα τεχνολογία για επίτευξη των στρατηγικών τους στόχων και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των πολιτών, όπως επίσης και των παρεχόμενων υπηρεσιών.

Πέντε τεχνολογίες θα σημαδέψουν την ανάπτυξη των έξυπνων πόλεων:

1. Η ευρυζωνική συνδεσιμότητα.
2. Η υπολογιστική του Σύννεφου (Cloud).
3. Οι έξυπνες οικιακές συσκευές.
4. Οι εξελίξεις στις δημόσιες διαπαφές.
5. Τα ανοιχτά δεδομένα.

Βασικό χαρακτηριστικό μίας έξυπνης πόλης θα είναι ο τομέας της εξοικονόμησης ενέργειας με πλήρη αξιοποίηση της παραγόμενης περίσσιας ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ, καθώς αυτή θα μπορεί να διοχετεύεται στις αντίστοιχες περιοχές της πόλης που είναι απαραίτητη. Με τον τρόπο αυτό, επιταχύνεται η δραστική μείωση της κατανάλωσης ενέργειας παραγόμενης από ορυκτά καύσιμα, μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> και κατά συνέπεια εξοικονόμηση φυσικών και οικονομικών πόρων. Μια έξυπνη πόλη θα πρέπει να υποστηρίζει επιπλέον την ανερχόμενη αγορά του ηλεκτρικού αυτοκινήτου και των έξυπνων τεχνολογιών. Τέλος, μια έξυπνη πόλη απαιτεί για τη λειτουργία της την εγκατάσταση ευφών δικτύων και αισθητηρίων συσκευών – συστημάτων.

Παράδειγμα έξυπνης πόλης είναι η πόλη Santander. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει χρηματοδοτήσει το έργο “SmartSantander”, το οποίο άλλαξε το προφίλ της πόλης Santander, στη Βόρεια Ισπανία, η οποία πλέον αποτελεί μια έξυπνη πόλη και παρέχει μια από τις μεγαλύτερες υποδομές αισθητήρων στην Ευρώπη. Περισσότεροι από 12.500 αισθητήρες εγκαταστάθηκαν σε διάφορα σημεία της πόλης για καταγραφή συνθηκών

υγρασίας, θορύβου, μόλυνσης, περιβαλλοντικών μετρήσεων, αλλά και ανεύρεσης θέσεων parking. Οι εγκατεστημένοι αισθητήρες, μέσα και γύρω από την περιοχή του κέντρου της πόλης, μετρούν τα πάντα, από τον όγκο των σκουπιδιών στους κάδους, μέχρι τον αριθμό των χώρων στάθμευσης και το μέγεθος του συνωστισμού στα πεζοδρόμια. Επιπλέον, οι αισθητήρες στα οχήματα, όπως τα αυτοκίνητα της αστυνομίας και των ταξί μετρούν τα επίπεδα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και των συνθηκών κυκλοφορίας. Τα δεδομένα από τους αισθητήρες αυτούς ρέουν προς τις τράπεζες των ηλεκτρονικών υπολογιστών που αναλύουν τις πληροφορίες που συλλέγουν σε πραγματικό χρόνο για να δώσουν στους υπαλλήλους της πόλης το είδος της μεγάλης εικόνας που τους επιτρέπει να προσαρμόσουν το ποσό της ενέργειας που χρησιμοποιούν, τον αριθμό των παραλαβών απορριμμάτων που απαιτούνται σε μια δεδομένη εβδομάδα και την ποσότητα νερού που χρειάζεται για να ψεκαστεί το γρασίδι των πάρκων της πόλης. Την ίδια στιγμή, η πόλη ανοίγει τα δεδομένα της, έτσι ώστε οι προγραμματιστές να μπορούν να δημιουργήσουν εφαρμογές που βοηθούν τους πολίτες να βρουν χρόνους άφιξης των λεωφορείων ή να αφήσουν τους τουρίστες να ανακαλύψουν τις παραστάσεις σε συναυλιακούς χώρους απλώς στρέφοντας τα κινητά τους τηλέφωνα σε μια στάση λεωφορείου ή σε ένα κτίριο. Η πόλη του Santander αποτέλεσε με αυτό τον τρόπο ένα “ζωντανό εργαστήριο” πειραματισμού και προκήρυξε τη διαθεσιμότητα της υποδομής για προτάσεις πειραματισμού. [61]



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΕΞΥΠΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ & ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ

### 5.1 ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΚΕΛΥΦΟΣ

Βασικός παράγοντας εξοικονόμησης ενέργειας σ' ένα κτίριο είναι ο σωστός σχεδιασμός ή η αναβάθμιση του κτιριακού κελύφους. Η πιο συνηθισμένη πρακτική είναι η θερμομόνωση του κτιριακού κελύφους.

Η θερμική προστασία του κελύφους είναι βασική προϋπόθεση για τη σωστή θερμική συμπεριφορά οποιουδήποτε κτιρίου. Η θερμομόνωση αποτελεί βασική αρχή θερμικής προστασίας, μειώνοντας τις ανταλλαγές θερμότητας μεταξύ του κτιρίου και του περιβάλλοντος. Η θερμομόνωση συνίσταται από ένα σύνολο κατασκευαστικών-δομικών στοιχείων (υλικών και συστημάτων) και συνδέεται άμεσα με το κόστος κατασκευής και λειτουργίας των κτιρίων. Τα συνήθη θερμομονωτικά υλικά εμποδίζουν την αγωγή θερμότητας από το κτίριο προς το εξωτερικό περιβάλλον (αντίστροφα το καλοκαίρι) επειδή περιέχουν ακίνητο αέρα παγιδευμένο είτε σε ίνες (π.χ. υαλοβάμβακας) είτε σε κλειστές κυψελίδες (π.χ. διογκωμένη πολυστερίνη). Η θερμική αντίσταση και, συνεπώς, η θερμομονωτική ικανότητα του κάθε δομικού στοιχείου εξαρτάται από τη θερμική αγωγιμότητα του υλικού και αυξάνεται με το πάχος του.

Εν γένει, συνιστάται τα θερμομονωτικά υλικά να τοποθετούνται εξωτερικά ή ενδιάμεσα στις τοιχοποιίες, οροφές και δάπεδα, έτσι ώστε να μην αδρανοποιείται η θερμική μάζα (θερμοχωρητικότητα) του κελύφους. Η τοποθέτησή της όμως εξαρτάται από τεchnικοοικονομικούς παράγοντες, αλλά και από τη χρήση (ωράριο λειτουργίας) των χώρων.

Ένα προσεκτικά μονωμένο κτίριο με την απαιτούμενη από τους ισχύοντες κανονισμούς θερμομόνωση, καλύπτει εν γένει τις ανάγκες ενός σωστά σχεδιασμένου από ενεργειακή άποψη κτιρίου, αρκεί να προσεχθεί η μόνωση όλων των δομικών στοιχείων ώστε να αποφεύγονται οι θερμογέφυρες (αμόνωτα ή περιορισμένης μονωτικής ικανότητας στοιχεία του κελύφους), οι οποίες μπορεί να δημιουργήσουν «ευαίσθητα» σημεία στην οικοδομή, ακόμα και συμπύκνωση υδρατμών.

Εκτός από τα αδιαφανή σημεία του κελύφους (τοιχοί, οροφές, δάπεδα) θα πρέπει να εξασφαλίζεται η θερμική προστασία των ανοιγμάτων, με τη χρήση διπλών (ή τριπλών για πολύ ψυχρές περιοχές, γενικά δεν συνιστώνται για τις Ελληνικές κλιματικές συνθήκες), είτε απλών είτε βελτιωμένων υαλοπινάκων, θερμομονωτικών κουφωμάτων και, σε πολλές περιπτώσεις, με τη χρήση κινητής νυκτερινής μόνωσης (π.χ. θερμομονωτικά ρολά ή παντζούρια, θερμοκουρτίνες, κ.α).

Η θερμομόνωση του κτιρίου συνεισφέρει θετικά στη θερμική προστασία του κτιρίου κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, ιδιαίτερα εφ' όσον συνδυάζεται με τον απαιτούμενο αερισμό, ιδιαίτερα το νυχτερινό. Όταν δεν υπάρχει επαρκής αερισμός του κτιρίου, η αυξημένη μόνωση του κελύφους, πέραν της προβλεπόμενης από τους κανονισμούς, επιβαρύνει τη

θερμική λειτουργία του το καλοκαίρι, καθώς εμποδίζει την «αποφόρτιση» του κτιρίου από τη συσσωρευμένη θερμότητα.

Ενσωματώνοντας μηχανισμούς αισθητήρων στο κτιριακό κέλυφος μπορεί να επιτευχθεί σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας. Από τα επιμέρους υποσυστήματα (κινητά συστήματα σκίασης, αυτόματη επαναφορά θυρών κλπ) και ανάλογα με το βαθμό εξέλιξης του συστήματος ελέγχου ενός κτιριακού κελύφους, προχωράμε σε διαφορετικά και πιο σύνθετα είδη κτιριακών κελυφών με διαφορετικά ποσοστά εξοικονόμησης (έξυπνα). Πρέπει να επισημανθεί ωστόσο ότι η τεχνολογική εξέλιξη στον εν λόγω τομέα (έξυπνα κτιριακά κελύφη), αν και πολύ μεγάλη, δεν είναι ακόμα προσιτή σε κόστος στους μέσους καταναλωτές.

### 5.1.1 ΑΥΤΟΜΑΤΗ/ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΗ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑ ΘΥΡΩΝ

Η αυτόματη επαναφορά θυρών γίνεται είτε με υδραυλικούς μηχανισμούς (σούστες) είτε με χρήση αισθητήρων (ελεγχόμενη). Οι υδραυλικοί μηχανισμοί συνίστανται σε συμβατικά κτίρια/οικίες. Η ελεγχόμενη επαναφορά υλοποιείται με χρήση αισθητήρων κίνησης/παρουσίας ή αισθητήρες απόστασης/εγγύτητας. Η ελεγχόμενη επαναφορά με ανίχνευση είναι ευρέως διαδεδομένη σε ξενοδοχεία, σουπερ μάρκετ και δημόσιους χώρους, καθώς:

- Συμβάλλουν αποτελεσματικά στην διατήρηση της θερμοκρασίας του εσωτερικού χώρου, μειώνοντας το συνολικό θερμικό φορτίο που αποβάλλεται (ειδικά σε χώρους με συχνή παρουσία ανθρώπων) το χειμώνα. Τις θερινές περιόδους, συντελούν στην διατήρηση της επιθυμητής θερμοκρασίας κλιματιζόμενων χώρων.
- Προστασία σε περίπτωση πυρκαγιάς. Ελαχιστοποίηση ζημιών.
- Είναι αθόρυβες, φιλικές προς τους καταναλωτές/εργαζόμενους και ειδικά σε ανθρώπους με αναπηρίες.
- Το κόστος εγκατάστασης είναι σχετικά χαμηλό.

### 5.1.2 ΕΞΥΠΝΟ ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΚΕΛΥΦΟΣ

Η ραγδαία ανάπτυξη των λεγόμενων έξυπνων/ευφυών υλικών παίζει σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση ενός έξυπνου κτιριακού κελύφους. Ένα έξυπνο κτιριακό κέλυφος (smart building envelope) βασίζει τη λειτουργία του στη χρήση έξυπνων υλικών – συστημάτων, δηλαδή, που έχουν την ικανότητα να μεταβάλλουν την συμπεριφορά τους ή κάποια χαρακτηριστικά τους (σχήμα, ιδιοσυχνότητα, θερμική συμπεριφορά κλπ) με συγκεκριμένο και ελεγχόμενο τρόπο, μέσω μιας διέγερσης. Εξ αιτίας των πολλών πλεονεκτημάτων τους έναντι των συμβατικών υλικών (όπως π.χ. της ικανότητάς τους να ανταλλάσσουν θερμότητα με το περιβάλλον χωρίς εξωτερική πηγή ενέργειας), τα έξυπνα υλικά είναι ιδιαίτερα ελκυστικά στους αρχιτέκτονες, οι οποίοι στοχεύουν στην βελτίωση της λειτουργικότητας των κτιρίων/κτιριακών κελυφών με ταυτόχρονη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης.

Η Doris Sung, επικεφαλής σ' επιστημονικά προγράμματα στο DoSu Studio Architecture, πειραματίζεται με τη χρήση θερμικών διμεταλλικών στοιχείων με στόχο την κατασκευή ενεργειακά αυτόνομου κτιριακού κελύφους· τα θερμοδιμεταλλικά στοιχεία είναι ικανά να ανοίξουν τους πόρους τους με στόχο τον αυτό-κλιματισμό/δροσισμό, χωρίς χρήση εξωτερικής πηγής ενέργειας. Το σύστημα αποτελείται από συγκολλημένα μέταλλα με διαφορετικούς θερμικούς συντελεστές τα οποία, όταν εκτίθενται σε κυμαινόμενα θερμοκρασιακά επίπεδα, παραμορφώνονται – διεγείροντας και προκαλώντας την κίνηση των θερμοδιμεταλλικών στοιχείων. Όταν η πηγή θερμότητας απομακρύνεται, το σύστημα επιστρέφει στην αρχική του κατάσταση.

Στο Ελβετικό Ομοσπονδιακό Ινστιτούτο Τεχνολογίας (ETH) στη Ζυρίχη αναπτύχθηκε ένα πρωτότυπο δυναμικό κέλυφος (λεγόμενο Shape Shift), το οποίο αποτελεί μια πολυεπίπεδη αυτό-υποστηριζόμενη μονάδα, κατασκευασμένη από ελαστομερές φιλμ, η οποία παραμορφώνεται όταν διεγείρεται ηλεκτρικά. Παράλληλα, οι αρχιτέκτονες Soo-in Yang και David Benjamin ανέπτυξαν ένα νέο έξυπνο υλικό, καλούμενο «Ζωντανό Γυαλί» (Living Glass), το οποίο αποτελείται από μια συστοιχία πολυμερικών στοιχείων διασυνδεδεμένων με αισθητήρες. Το σύστημα ανοίγει και κλείνει ανταποκρινόμενο στον συνδυασμό ανθρώπινης παρουσίας και επιπέδων διοξειδίου του άνθρακα – έχει σχεδιαστεί, δε, για τον έλεγχο της ποιότητας αέρα του χώρου.

Και αν πολλά επιτεύγματα στον χώρο των έξυπνων υλικών είναι ακόμα σε πειραματικό στάδιο, ένα πρόσφατο παράδειγμα πρακτικής εφαρμογής έξυπνου κτιριακού κελύφους είναι αυτό που κατασκευάστηκε στο κτίριο Media-TIC στην Βαρκελώνη το 2011. Το όλο σύστημα ενεργοποιείται αυτόματα από αισθητήρες φωτός οι οποίοι ανταποκρίνονται στην παρουσία ηλιακής ενέργειας. [26]

### 5.1.3 ΕΥΦΥΕΣ ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΚΕΛΥΦΟΣ

Ενώ τα έξυπνα υλικά προσφέρουν πολλά πλεονεκτήματα στην κατασκευή κτιριακών κελυφών υψηλής απόδοσης, οι επιδόσεις τους συχνά περιορίζονται σ' ένα συγκεκριμένο εύρος κλιματικών συνθηκών και προβλέψιμων αντιδράσεων. Ωστόσο, ένα έξυπνο κτιριακό κέλυφος απαιτείται πολλές φορές να εξυπηρετεί ευρύτερες διακυμάνσεις στις περιβαλλοντικές συνθήκες – να ανταποκρίνεται, δηλαδή, σε πιο πολύπλοκες απαιτήσεις (λ.χ. ο ανθρώπινος παράγοντας), να προσαρμόζεται ανάλογα ή να «μαθαίνει». Ως εκ τούτου, τα έξυπνα υλικά συχνά ενσωματώνονται σε σύνθετα κτιριακά κελύφη, ο έλεγχος των οποίων πραγματοποιείται από εξειδικευμένα συστήματα θερμικής διαχείρισης. Ο συνδυασμός αυτών των δύο (έξυπνα υλικά + σύστημα ενεργειακής διαχείρισης) καθιστά τα αντίστοιχα κτιριακά κελύφη «ευφυή» (intelligent).

Ο όρος «ευφυής» συνεπάγεται υψηλότερο βαθμό οργάνωσης και λειτουργικότητας από τον όρο «έξυπνος». Ένα ευφυές κτιριακό κέλυφος βελτιστοποιεί πολλαπλά συστήματα – μεταβλητές ενός κτιρίου, τα οποία σχετίζονται με τις περιβαλλοντικές συνθήκες, την ενεργειακή εξισορρόπηση και την ανθρώπινη άνεση, συνήθως βασιζόμενο σε μοντέλα πρόβλεψης. Αυτό συχνά επιτυγχάνεται μέσω κτιριακών αυτοματισμών και φυσικά προσαρμοζόμενων στοιχείων όπως περσίδες, σκίαστρα, ανοίγματα στο κέλυφος ή εξειδικευμένων κατασκευών με χρήση έξυπνων υλικών.

Η ικανότητα ενός κτιριακού κελύφους να αλλάζει τη μορφή του και να προσαρμόζει τη λειτουργία του σε σχέση με την πορεία του ήλιου (ή τα επίπεδα φυσικού/τεχνητού φωτισμού) (είτε μπλοκάροντας τις ακτίνες του ήλιου για να αποτρέψει την υπερθέρμανση ή/και το έντονο φως είτε επιτρέποντάς τις να διεισδύσουν στους εσωτερους χώρους με στόχο την παθητική αύξηση της θερμότητας ή/και του φυσικού φωτισμού) αποτέλεσε ύψιστη προτεραιότητα και πεδίο επιστημονικής έρευνας, στον τομέα των ευφύων κτιριακών κελυφών. Το επιστημονικό κέντρο Terrence Donnelley (Κυτταρικής και Διμοριακής Έρευνας) στο Πανεπιστήμιο του Τορόντο, του οποίου η κατασκευή ολοκληρώθηκε το 2006, διαθέτει μια νότιου προσανατολισμού «διπλής όψης» πρόσοψη με ευφύως ελεγχόμενες εσωτερικές περσίδες και γρίλιες εξαερισμού οι οποίες, από κοινού, διαχειρίζονται τις ανάγκες φωτισμού, τη θέρμανση και τον φυσικό αερισμό του ενεργειακά αποτελεσματικού γυάλινου κτιρίου.

Το συγκεκριμένο πεδίο έρευνας και καινοτομίας είναι ευρύτατο. Η εταιρεία Buro Happold σε συνεργασία με τον καινοτόμο Chuck Hoberman, ο οποίος ασχολείται με πτυσσόμενες κατασκευές, έχουν αναπτύξει μια μονάδα σχεδιασμού αποκλειστικά για ευφυείς επιφάνειες/κτιριακά κελύφη (ABI). Η εταιρεία έχει αναπτύξει μια σειρά κινούμενων συστημάτων σκίασης και κτιριακής επένδυσης, συμπεριλαμβανομένου του συστήματα Strata, το οποίο αποτελείται από αυτοματοποιημένες σπονδυλωτές κινούμενες μονάδες, οι οποίες προσαρμόζονται ανάλογα με τις περίπλοκες ενεργειακές ανάγκες ενός χώρου. Το σύστημα Strata αποτέλεσε τη βάση για την ανάπτυξη της πρόσοψης Helio Traces, που αποτελείται από κινούμενα σκίαστρα, ελεγχόμενα από εξειδικευμένο εσωτερικό μηχανικό σύστημα. Η πρόσοψη Helio Traces:

- Συμβάλλει σε αυξημένη αποτελεσματικότητα σε συστήματα HVAC.
- Με την συλλογή – διαχείριση του φυσικού φωτισμού, παρέχει μειωμένη κατανάλωση ενέργειας σε τεχνητό φωτισμό και θέρμανση.
- Σε ετήσια βάση, το σύστημα παρέχει αποτελεσματικά επίπεδα σκίασης της τάξεως του 78% και μειώνει τα θερμικά κέρδη περίπου 81%.

Παρά το γεγονός πως ένα μεγάλο ποσοστό της έρευνας και ανάπτυξης ευφύων κτιριακών κελυφών επικεντρώνεται σε εμπορικά κτίρια και βιομηχανίες (όπου ο κτιριακός αυτοματισμός και οι εξελιγμένες τεχνολογίες υιοθετούνται, εφαρμόζονται και διαδίδονται ταχύτερα, προφανώς και λόγω κόστους), το ενδιαφέρον για ένα ευφύες κτιριακό κέλυφος δεν εξαντλείται μόνο σ' αυτόν τον τομέα, αλλά συμπεριλαμβάνει και κτίρια κατοικιών. Το ευφύες σπίτι TRON (TRON-Concept Intelligent House) αποτέλεσε μια πρόιμη αλλά πολύ σημαντική προσπάθεια ευφύους διαχείρισης του κτιριακού κελύφους. Διέθετε αυτοματοποιημένες κουρτίνες και ευφύως ελεγχόμενα παράθυρα, η λειτουργία των οποίων ήταν συνάρτηση δεδομένων που λαμβάνονταν από εσωτερικές και εξωτερικές κλιματικές συνθήκες. Το πρωτότυπο αναπτύχθηκε απ' τον καθηγητή Ken Sakamura (Πανεπιστήμιο του Τόκιο) αποτελώντας ένα «ζωντανό εργαστήριο» για την έρευνα πάνω σε οικιακά αυτοματοποιημένα περιβάλλοντα στο διάστημα 1989-1993. Πιο πρόσφατα, το σπίτι που χτίστηκε από το πανεπιστήμιο Darmstadt της Γερμανίας (Technische Universität Darmstadt) το 2007 εμπεριείχε ένα ευφύες εξωτερικό κτιριακό κέλυφος, αποτελούμενο από ηλεκτρονικά ελεγχόμενες ξύλινες περσίδες με ενσωματωμένα φωτοβολταϊκά πάνελ – σύστημα που παρήγαγε ενέργεια ενώ ταυτόχρονα διαχειριζόταν τον εσωτερικό φωτισμό του σπιτιού.



Η βασικότερη διαφορά, ως εκ τούτου, ανάμεσα στους όρους «έξυπνο» και «ευφυές» είναι πως, στην περίπτωση του «έξυπνου» κελύφους, η λειτουργία καθορίζεται από ενδογενείς ιδιότητες των υλικών, ενώ στο «ευφυές» κέλυφος, διαχειρίζεται και ελέγχεται μέσω υπολογιστικών προγραμμάτων με σημαντικό βαθμό αυτοματοποίησης. Το ευφυές κέλυφος τυπικά έχει περισσότερες επιλογές – δυνατότητες διαχείρισης από το έξυπνο κέλυφος, το οποίο έχει περιορισμένη δυνατότητα ελέγχου. Ακόμα, το ευφυές κέλυφος απαιτεί συνήθως εξωτερική τροφοδοσία, κάτι που δεν είναι απαραίτητο στο έξυπνο κέλυφος. Όστε, όσον αφορά στην συνολική ενεργειακή εξοικονόμηση ενός κτιρίου, το ευφυές κτιριακό κέλυφος θα πρέπει ιδανικά να κατασκευάζεται με αυτοτροφοδοτούμενα έξυπνα υλικά (να εμπεριέχει δηλαδή την έννοια του «έξυπνου» στη λειτουργία του εκτός απ' την ευφυή αυτοματοποίηση). [26]

#### 5.1.4 ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΟ – ΠΡΟΣΑΡΜΟΖΟΜΕΝΟ ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΚΕΛΥΦΟΣ

Ο όρος «διαδραστικό» (interactive) χρησιμοποιείται συνήθως για να περιγράψει ένα έργο ή εγκατάσταση ή περιβάλλον που εμπεριέχει τη χρήση υπολογιστικών συστημάτων και ενθαρρύνει την ενεργή συμμετοχή του ατόμου, παρά για την περιγραφή ενός κτιριακού κελύφους αυτού καθ' αυτού. Διαδραστικό, λοιπόν, είναι το έργο που απαιτεί είσοδο απ' τον άνθρωπο προκειμένου ν' ανταποκριθεί. Παρόλ' αυτά, η ορολογία πολλές φορές είναι αντικρουόμενη – με την έννοια ότι σύγχρονα διαδραστικά συστήματα αναφέρονται συχνά ως έξυπνα, ευφυή ή προσαρμοζόμενα. Σε τελική ανάλυση, ακόμα και «ευφυή» συστήματα απαιτούν απ' τον άνθρωπο – χρήστη ένα minimum (αρχικών ή χρονικά τακτικών) επιλογών (παρακολούθηση) για να λειτουργήσουν ή/και να έχουν αυξημένη απόδοση. Τυπικό παράδειγμα – ένα σύστημα κεντρικής κτιριακής διαχείρισης (BMS).

Λαμβάνοντας υπ' όψιν τα παραπάνω, μια σειρά από έργα που συχνά αναφέρονται ως «ευφυή» μπορούν ουσιαστικά να περιγραφούν πιο ορθά ως «διαδραστικά». Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι το Adaptive House Project, το οποίο αναπτύχθηκε από τον Michael C. Mozer στο Πανεπιστήμιο του Κολοράντο, στο Boulder. Το σπίτι είναι εξοπλισμένο με πάνω από 75 αισθητήρες οι οποίοι συλλέγουν πληροφορίες για τις κλιματολογικές (και όχι μόνο) συνθήκες (θερμοκρασία, επίπεδα φυσικού φωτισμού, ανθρώπινη παρουσία, ακουστικές συχνότητες, ανοιγοκλείσιμο πορτών και παραθύρων κ.α.), καθώς και ενεργοποιητές (actuators) για τον έλεγχο του θερμοαντιστατικού συστήματος, των θερμοστατών, του θερμοσίφωνα, των μονάδων φωτισμού και των ανεμιστήρων οροφής. Το βασικό στοιχείο του συστήματος είναι το Αυτοματοποιημένο Σύστημα Κεντρικής Διαχείρισης, το οποίο είναι προγραμματισμένο να παρακολουθεί και να βελτιστοποιεί την ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου, διασφαλίζοντας την άνεση των κατοίκων του. Ο αλγόριθμος πάνω στον οποίο βασίζεται η λειτουργία του συστήματος «μαθαίνει» με την πάροδο του χρόνου συγκεκριμένες προτιμήσεις των κατοίκων, τις οποίες σταδιακά προβλέπει.

Γενικότερα, η κεντρική διαχείριση του κτιρίου σ' ένα διαδραστικό – ευφυές κτίσμα μπορεί να εμπεριέχει προφανώς και έλεγχο – παρακολούθηση του κτιριακού κελύφους.

Ο όρος «(αντ)αποκρινόμενος» (responsive) χρησιμοποιείται συχνά εναλλακτικά του «διαδραστικού» ή/και του «προσαρμοζόμενου» (adaptive). Αναφέρεται στο πώς τα φυσικά ή τεχνητά συστήματα μπορούν να αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον τους (στο οποίο συμπεριλαμβάνεται και ο άνθρωπος) και να προσαρμόζονται κατάλληλα.

Ένα ανταποκρινόμενο (ή προσαρμοζόμενο) κτιριακό κέλυφος περιλαμβάνει λειτουργίες παρόμοιες με αυτές ενός ευφυούς (πραγματικός χρόνος αντίχρεωσης, κινούμενα στοιχεία προσαρμοζόμενα στις περιβαλλοντικές συνθήκες, έξυπνα υλικά, αυτοματισμός και ικανότητα παράκαμψης του χρήστη). Ταυτόχρονα όμως, το προσαρμοζόμενο κέλυφος περιλαμβάνει διαδραστικά χαρακτηριστικά, όπως υπολογιστικούς αλγόριθμους, που επιτρέπουν στο Κτιριακό Σύστημα να αυτορυθμίζεται και να μαθαίνει με την πάροδο του χρόνου, ενώ επιτρέπει στους κατοίκους να ελέγχουν και οι ίδιοι στοιχεία/δομές του κελύφους προκειμένου να ελέγξουν τις περιβαλλοντικές συνθήκες.

Η ευφυής «μάθηση» πραγματοποιείται σε σχέση με τις μεταβαλλόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες, καθώς και τις προτιμήσεις των κατοίκων, έτσι ώστε ο αλγόριθμος να προβλέπει επιθυμητές μελλοντικές επιλογές – δράσεις. Ένα πραγματικά προσαρμοζόμενο κτιριακό κέλυφος, οπότε, δεν περιλαμβάνει μόνο μηχανισμούς αντίχρεωσης παρούσας και ανατροφοδότησης, αλλά «εκπαιδεύεται» και «εκπαιδεύει» τους κατοίκους του κτιρίου. Κατ' αυτόν τον τρόπο, κτίριο και κάτοικοι βρίσκονται σε μια διαρκή συζήτηση – διάδραση – επικοινωνία.

Ένα παράδειγμα τέτοιου έργου είναι το πρωτότυπο σπίτι North House, που σχεδιάστηκε, αναπτύχθηκε και κατασκευάστηκε από μια διεπιστημονική συνεργατική ομάδα με μέλη από διάφορα πανεπιστήμια στις Η.Π.Α. Το κτιριακό κέλυφος του North House μπορεί να χαρακτηριστεί ως «διαρκώς προσαρμοζόμενο», καθώς περιλαμβάνει αυτοματοποιημένες εξωτερικές περσίδες σκίασης, ικανές να αυτορυθμίζονται και να αυτοπροσαρμόζονται συνεχώς στις περιβαλλοντικές συνθήκες. Το ενεργειακό ισοζύγιο του συστήματος – βασισμένο σε πραγματικές πληροφορίες που αφορούν το εσωτερικό – εξωτερικό κλίμα και τις επιλογές των χρηστών – στοχεύει διαρκώς στην ελάχιστη ενεργειακή κατανάλωση. Παρόλο που δεν αναπτύχθηκε στο πρωτότυπο αυτό εξειδικευμένος αλγόριθμος που να «μαθαίνει» τις προτιμήσεις των χρηστών, ερευνητές του πανεπιστημίου Simon Fraser ανέπτυξαν ένα τέτοιο περιβάλλον – ένα υπολογιστικό προσαρμοζόμενο σύστημα διεπαφής, δηλαδή, επονομαζόμενο ALIS (Adaptive Living Interface System). Το σύστημα ALIS παρείχε σε live χρόνο τις πραγματικές ενεργειακές καταναλώσεις, προειδοποιούσε τους χρήστες όταν οι ενέργειες των παριστάμενων /κατοίκων έθεταν σε κίνδυνο την ενεργειακή βελτιστοποίηση (όπως π.χ. το άνοιγμα των σινοριών σε μια ηλιόλουστη μέρα), ενώ παράλληλα υποστήριζε προγράμματα κοινωνικής δικτύωσης για την προώθηση μεθόδων εξοικονόμησης ενέργειας (εκπαίδευση του χρήστη).

Το κτίριο North House σχεδιάστηκε ως κτίριο «νέας γενιάς» ειδικά για βόρεια κλίματα με στόχο να παράγει περισσότερη ενέργεια απ' όση καταναλώνει, συνδυάζοντας ενεργητικά συστήματα εκμετάλλευσης ηλιακής ακτινοβολίας – παραγωγής ενέργειας, δυναμικό – ευφυές κτιριακό κέλυφος, καθώς και ποικίλα ενεργειακά αποδοτικά συστήματα κτιρίων. [26][52]

## 5.2 ΦΩΤΙΣΜΟΣ

Ο φωτισμός αντιπροσωπεύει περίπου το 20% της παγκόσμιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Αποτελεί μια από τις σημαντικότερες παραμέτρους για την εξασφάλιση βιολογικής άνεσης στους εσωτερικούς χώρους των κτιρίων. Στόχος του σχεδιασμού των συστημάτων φωτισμού είναι η εξασφάλιση οπτικής άνεσης, μέσω:

- της παροχής της απαιτούμενης ποσότητας φωτισμού, η οποία καθορίζεται από Διεθνή standards, βάσει της χρήσης και των λειτουργικών απαιτήσεων κάθε χώρου
- της ποιότητας του φωτισμού, η οποία εξασφαλίζεται με καλή κατανομή και αποφυγή φαινομένων θάμβωσης, κατάλληλη χρωματική απόδοση και χρώμα φωτισμού, ανάδειξη στοιχείων χώρου, κατεύθυνση φωτισμού και δημιουργία κατάλληλων contrast κ.λπ.

Στον καθορισμό των Διεθνών standards έχει ενσωματωθεί η ενεργειακή παράμετρος και η ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας. Ωστόσο, στα σύγχρονα κτίρια παρατηρείται συχνά το φαινόμενο της υπερδιαστασιολόγησης των συστημάτων τεχνητού φωτισμού με σκοπό κυρίως την πρόληψη προβλημάτων που προκύπτουν από ανεπαρκείς μελέτες (ή και παντελή έλλειψη μελέτης). Αυτό το φαινόμενο, σε συνδυασμό με τη χρήση πεπερασμένης ή συμβατικής τεχνολογίας στις εγκαταστάσεις φωτισμού, οδηγεί σε υψηλή κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για τη λειτουργία των συστημάτων του τεχνητού φωτισμού, με «πενιχρά» αποτελέσματα ως προς την ποιότητα και την οπτική άνεση. Η κατανάλωση αυτή μπορεί να αποτελεί σημαντικό ποσοστό του συνόλου της ενεργειακής κατανάλωσης του κτιρίου. Από έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί σε διάφορες κατηγορίες χρήσης, προκύπτει ότι η κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό ανέρχεται σε:

ΧΡΗΣΗ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΓΙΑ ΦΩΤΙΣΜΟ (% Συνολικής Ενεργειακής Κατανάλωσης)
Κτίρια Γραφείων	30-50
Καταστήματα	25-50
Νοσοκομεία	10-20
Ξενοδοχεία	10-25

Πίνακας 2: Κατανάλωση Ενέργειας για Φωτισμό επί της Συνολικής Κατανάλωσης σε διάφορα κτίρια.

Με την εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας, μπορεί να επιτευχθεί μείωση κατανάλωσης κατά 10 – 50 % περίπου (στα υφιστάμενα κτίρια και τις μελλοντικές κατοικίες). Η εξοικονόμηση ενέργειας σε ανάγκες φωτισμού εσωτερικών χώρων επιτυγχάνεται με καλύτερη εκμετάλλευση του φυσικού φωτισμού και με διορθωτικές κινήσεις που σχετίζονται με την αναβάθμιση του τεχνητού φωτισμού. [19]

### 5.2.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ

Διαδεδομένες τεχνικές λύσεις για την εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας σε φωτισμό που σχετίζονται με την απόδοση των φωτιστικών σωμάτων είναι:

- Αντικατάσταση λαμπτήρων με λαμπτήρες χαμηλής κατανάλωσης (λάμπες φθορισμού, LED κλπ). Οι λάμπες εξοικονόμησης ενέργειας έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής (6000 έως 15000 h) απ' τους συμβατικούς λαμπτήρες πυράκτωσης (1000 h), ενώ ξοδεύουν το 1/4 έως 1/5 της κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος ενός συμβατικού λαμπτήρα. Το κόστος του συνολικού κύκλου ζωής των λαμπτήρων οικονομίας είναι χαμηλότερο οικονομικά και περιβαλλοντικά. Παράλληλα, συνίσταται η χρησιμοποίηση λαμπτήρων T5 αντί των συνήθως χρησιμοποιούμενων T8. Οι λαμπτήρες T5 λειτουργούν μόνο με ηλεκτρονικά ballast και έχουν έως 21% καλύτερη απόδοση απ' τους T8.
- Χρήση ηλεκτρικών ballast αντί των συμβατικών ηλεκτρομαγνητικών. Τα στραγγαλιστικά πηνία (ballast) συνδέονται σε σειρά με τους λαμπτήρες, εξομαλύνοντας την κυματομορφή του ρεύματος. Τα ηλεκτρονικά ballast έχουν χαμηλότερη κατανάλωση απ' τα αντίστοιχα ηλεκτρομαγνητικά, μικρές απώλειες, ενώ συντελούν στην καλύτερη απόδοση του λαμπτήρα. Είναι συμβατά με Συστήματα Κεντρικής Διαχείρισης (BMS). Παρέχουν επίσης τη δυνατότητα dimming και σύνδεσης με αισθητήρες φωτισμού. Η εξοικονόμηση ενέργειας με χρήση ηλεκτρονικών ballast μπορεί να φτάσει το 25%.
- Ορθή επιλογή λαμπτήρων: Επιλογή λαμπτήρων με τον κατάλληλο συνδυασμό χρωματικής και φωτεινής απόδοσης. Επιλογή φωτιστικών σωμάτων που παρέχουν το βέλτιστο συνδυασμό αισθητικής προσαρμογής στο χώρο, ανάδειξης των χαρακτηριστικών του, ποιότητας του φωτισμού και υψηλής ενεργειακής απόδοσης.
- Διόρθωση του συντελεστή ισχύος: Είτε τοπικά στο φωτιστικό είτε στον πίνακα διανομής. Η χρήση των αντίστοιχων συσκευών διόρθωσης συντελεστή ισχύος ή/και του συντελεστή φάσης είναι αμφιλεγόμενη. Υποστηρίζεται ότι μπορεί να επιτευχθεί εξοικονόμηση 10-20%, ανάλογα την κατανάλωση.
- Συντήρηση εγκατάστασης φωτισμού: Η απόδοση της εγκατάστασης μειώνεται από 25% (με τακτική συντήρηση) έως 40% (πλημμελής συντήρηση). Μετρήσεις σε τυπικούς χώρους έδειξαν πως είναι δυνατή εξοικονόμηση ενέργειας έως και 15% με καθαρισμό των φωτιστικών ανά έτος και αντικατάσταση του 1/3 των λαμπτήρων. [4][5][6]

### 5.2.2 ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Ο Βιοκλιματικός Σχεδιασμός παρέχει ήπιες ή ριζοσπαστικές αρχιτεκτονικές λύσεις εκμετάλλευσης του φυσικού φωτισμού, που πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψιν κατά τον σχεδιασμό των κτιρίων. Στόχος: ο έλεγχος και η εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας προκειμένου να παρέχεται επαρκής και ομοιόμορφα κατανεμημένος φωτισμός στους εσωτερικούς χώρους. Τα εν λόγω συστήματα αναφέροντας ως Συστήματα Εκμετάλλευσης Φυσικού Φωτισμού.

Ορισμένες προτάσεις εκμετάλλευσης του φυσικού φωτισμού είναι:

- Ηλιακά ράφια (εσωτερικά/εξωτερικά): αντανακλούν στην επιφάνειά τους την ηλιακή ακτινοβολία αυξάνοντας τον φωτισμό εσωτερικών χώρων. Ενσωματώνονται/τοποθετούνται οριζόντια (γωνία: 90°), κάθετα στα παράθυρα. Τα ηλιακά ράφια είναι σταθερά ή περιστρεφόμενα.
- Περσίδες / Συστήματα Σκίασης: Προστατεύουν απ' την ανεπιθύμητη ηλιακή ακτινοβολία (αντηλιά). Τοποθετούνται σε πόρτες και παράθυρα. Όταν ο ουρανός είναι συννεφιασμένος, ανάλογα με το σχεδιασμό τους, και τα δύο συστήματα μπορεί να παρέχουν καλύτερη αναλογία φωτισμού στον εσωτερικό χώρο. Εξωτερικά συστήματα σκίασης συνδεδεμένα με αισθητήρες βροχής παρέχουν τη δυνατότητα αυτόματου κλείσιμου (δημιουργία στεγάστρου). Ο συνδυασμός αισθητήρων βροχής (rain sensors) με συστήματα σκίασης μπορεί να εφαρμοστεί σε θερμοκήπια ή χώρους που επιβάλλεται εκμετάλλευση φυσικού φωτισμού και ταυτόχρονη προστασία απ' το νερό της βροχής. Τα τελευταία χρόνια αναπτύσσονται συστήματα σκίασης (εσωτερικά/εξωτερικά) με χρήση αισθητήρων ήλιου ή ανέμου (sun/wind sensors), τα οποία, υπό προϋποθέσεις ή προεπιλογές, ανοίγουν ή κλείνουν αυτόματα, ανάλογα με τις επιθυμίες του χρήστη. Εκτός απ' την εξοικονόμηση ενέργειας στον άνθρωπο (αυτοματοποίηση, remote controls κλπ), ανάλογα με τη χρήση τους, μπορεί να εξοικονομήσουν ενέργεια σε ανάγκες φωτισμού ή θέρμανσης.
- Πρισματικά πάνελ: είναι λεπτά επίπεδα πριονωτά συστήματα που χρησιμοποιούνται για την ανακατεύθυνση/μεταστροφή της ηλιακής ακτινοβολίας. Χρησιμοποιούνται ως συστήματα σκιασμού ή/και διάχυσης/ανακατεύθυνσης του ηλιακού φωτός σε προσόψεις κτιρίων ή φεγγίτες, σε γυάλινες οροφές, εξωτερικούς χώρους, στο πάνω μέρος των παραθύρων ή σε εσωτερικούς χώρους. Η εξοικονόμηση ενέργειας βασίζεται στην όσο το δυνατόν καλύτερη εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας.
- Laser-cut πάνελ: συστήματα που ανακατευθύνουν το ηλιακό φως. Χρησιμοποιούνται σε παράθυρα, φεγγίτες αλλά και σε οποιοδήποτε σημείο ενός εσωτερικού χώρου, ως συστήματα – σκίασης ή διείσδυσης του φωτός. Χρησιμοποιούνται ως διαχωριστικά σε χώρους, με εντυπωσιακά αρτιστικά αποτελέσματα, αλλά αμφίβολη ενεργειακή απόδοση.
- Sun-directing glass: μακρά, ελαφρώς καμπύλα, τμήματα γυαλιού που τοποθετούνται μεταξύ υαλοπινάκων. Το όλο σύστημα ανακατευθύνει την ηλιακή ακτινοβολία προς τις οροφές των εσωτερικών χώρων. Τοποθετείται συνήθως πάνω από τα παράθυρα.
- Ανειδωλικά συστήματα (ανοίγματα σε οροφές/παραπλήσιες επιφάνεις σε οροφές) (anidolic lighting/ceilings): Τα εν λόγω συστήματα εκμεταλλεύονται τις ιδιότητες των παραβολικών και ελλειπτικών κατόπτρων «αιχμαλωτίζοντας» την ηλιακή ακτινοβολία και κατευθύνοντάς την βαθύτερα σε εσωτερικούς χώρους. Ο ανειδωλικός φωτισμός (AIC) συλλέγει το ηλιακό φως, το οποίο ανακλάται στην οροφή του αντίστοιχου χώρου. Παρέχουν μεγάλη ποσότητα φωτός απ' τον ουράνιο θόλο. Λόγω της θέσης τους, συντελούν στην ομοιόμορφη κατανομή του φυσικού φωτός μέσα στους χώρους. Συνίσταται σύστημα ηλιοπροστασίας (εκτροπής του φυσικού φωτός) όπως περσίδες, ανακλαστήρες, κινητά πετάσματα κλπ.

- Φωτοσωλήνες (σωληνοειδείς συσκευές φυσικού φωτισμού): κατασκευές που χρησιμοποιούνται για την μεταφορά ή τη διάχυση/διανομή φυσικού ή τεχνητού φωτός σ' ένα συγκεκριμένο χώρο. Οι φωτοσωλήνες είναι συσκευές σωληνοειδούς φυσικού φωτισμού και εγκαθίστανται ή εφαρμόζονται συνήθως σε οροφές κτιρίων, εγκαταστάσεων ή βιομηχανιών. Εφαρμόζονται σε κάθε είδους κτίριο (μονοκατοικίες, δημόσια κτίρια, βιομηχανίες). Οι φωτοσωλήνες οδηγούν και διαχέουν το ηλιακό φως στον χώρο χρήσης τους. Η συλλογή του ηλιακού φωτός πραγματοποιείται από ένα θόλο, ο οποίος αντανακλά όσο το δυνατόν περισσότερο ηλιακό φως μέσα απ' το σωλήνα. Η ενεργειακή απόδοση σε φυσικό φωτισμό είναι αποτελεσματικότερη αν ο σωλήνας είναι σύντομος και ευθύς (κάθετος). Για την βέλτιστη συγκέντρωση του ηλιακού φωτός, χρησιμοποιούνται συνήθως ηλιοστάτες στην κορυφή του σωλήνα. Η χρήση τους είναι ενδεδειγμένη σε υπόγειες εγκαταστάσεις (μετρό, πάρκινγκ κλπ). Σε οικιακές εγκαταστάσεις, η χρήση τους σε μεμονωμένα δωμάτια είναι σχετική (μπορεί να έχουν την αποτελεσματικότητα ενός παραθύρου ή μιας πόρτας), γι' αυτό και προτιμώνται σε μεγαλύτερους ή πιο κεντρικούς χώρους (διάδρομοι, μεγάλες αίθουσες κλπ). Υπό προϋποθέσεις (μέγεθος χώρου, καταλληλότητα κλπ) είναι ενεργειακά κερδοφόροι. Δεν απαιτούν ηλεκτρική εγκατάσταση ή μόνωση. Ενδείκνυνται σε χώρους με μεγάλο ποσοστό υγρασίας όπως π.χ. πισίνες. Ως κατασκευές είναι εντυπωσιακές, αλλά λόγω του κόστους τους θα πρέπει να προϋπολογίζονται ως στοιχείο μιας εγκατάστασης, παρά να λογαριάζονται ως επεμβάσεις νοικοκυρέματος ή χαμηλού κόστους. Σε υπόγειες εγκαταστάσεις, εντούτοις, αποτελούν ιδανική επιλογή, ειδικά για δημόσια κτίρια με περιορισμένη ορατότητα και μεγάλες βιομηχανικές μονάδες.

Με την ανάπτυξη των έξυπνων τεχνολογιών, αποτελεί πρόκληση τα τελευταία χρόνια ο συνδυασμός στοιχείων βιοκλιματικού σχεδιασμού και ευφυών συστημάτων ελέγχου, ως μέρος ενός προσαρμοζόμενου – έξυπνου κτιριακού κελύφους.

Οι ανωτέρω τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε ανάγκες φωτισμού είναι ενδεικτικές. Νέες καινοτομίες στην βιοκλιματική εφαρμόζονται και προτείνονται. Οι περισσότερες από τις τεχνικές ενδείκνυνται για νέα ή νεόδμητα κτήρια. Ούτως ή άλλως, πολλές από αυτές τις προτάσεις απαιτούν τεχνικοοικονομική μελέτη έτσι ώστε να μην επιβαρύνεται το ψυκτικό φορτίο των κτιρίων, σε χώρες με μεγάλη ηλιοφάνεια.

Οι απόψεις για τα ενεργειακά οφέλη του βιοκλιματικού σχεδιασμού ποικίλουν. Όσον αφορά τον τομέα του φωτισμού, υποστηρίζεται ότι τα βιοκλιματικά κτίρια μπορεί να συνεισφέρουν σε μια σεβαστή εξοικονόμηση ενέργειας γενικότερα και στον τομέα το φωτισμού ειδικότερα. Από την άλλη μεριά, τα ενεργειακά οφέλη είναι πολύ δύσκολο να εκτιμηθούν, διότι απαιτούν το συνυπολογισμό όλων των ενεργειακών παραμέτρων (θέρμανση, ψύξη κλπ) σε ένα ενιαίο δυναμικό μοντέλο. Πολλές προτάσεις ενεργειακής εξοικονόμησης που άπτονται του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού Κτιρίων είναι επωφελέστερες οικονομικά όταν λογαριάζονται πριν την κατασκευή/δόμηση μιας κατοικίας ή ενός συγκροτήματος. Για τις υφιστάμενες κατοικίες, προτείνονται μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας που σχετίζονται με επεμβάσεις χαμηλότερου κόστους στον φωτισμό και βραχυπρόθεσμης ενεργειακής αποδοτικότητας (αντικατάσταση λαμπτήρων, τοπικοί αυτοματισμοί κλπ).

### 5.2.3 ΕΞΥΠΝΟΙ ΦΕΓΓΙΤΕΣ

Θολωτές γυάλινες κατασκευές που χρησιμοποιούν συστήματα συλλογής/αντανάκλασης του ηλιακού φωτός για τον φωτισμό εσωτερικών χώρων. Τοποθετούνται συνήθως σε οροφές κτιρίων. Περιλαμβάνουν trackers με συστήματα GPS που παρακολουθούν τον ήλιο, σύστημα φακών – καθρεφτών που συλλαμβάνει και μεγεθύνει το ηλιακό φως, ανακατευθύνοντάς το στον εσωτερικό χώρο. Συνδυασμός φεγγιτών και αισθητήρων φωτισμού συμβάλλει στην αυτοματοποίηση του όλου συστήματος: όταν το επίπεδο φωτεινότητας στον χώρο βαίνει μειούμενο, ενεργοποιείται αυτόματα ο τεχνικός φωτισμός στο εσωτερικό του χώρου. Ως συστήματα, συνδυάζουν στοιχεία βιοκλιματικού σχεδιασμού και έξυπνων αισθητήριων τεχνολογιών.

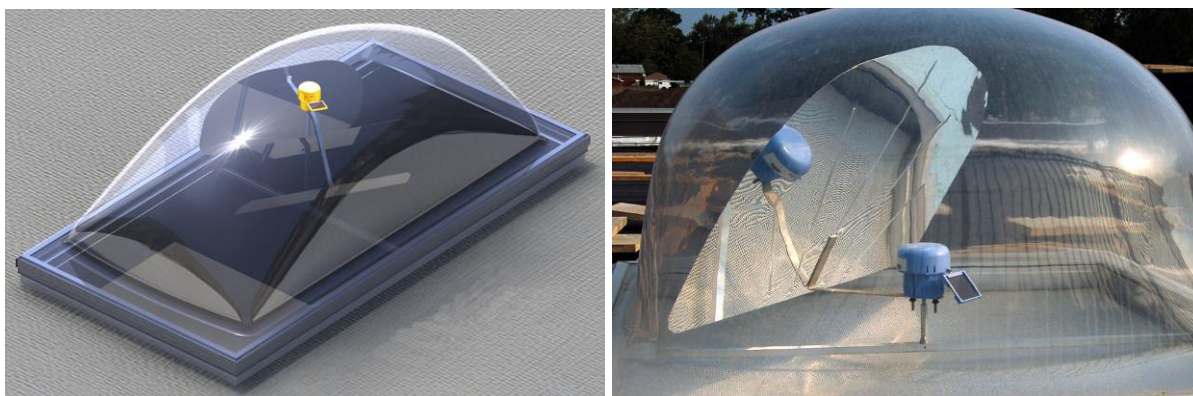
### 5.2.4 ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ

Ο φωτισμός μέσω φωτοβολταϊκών συστημάτων (PV lighting) είναι ο φωτισμός εσωτερικών ή εξωτερικών χώρων του οποίου η αντίστοιχη ενέργεια καλύπτεται εν μέρει ή ολοκληρωτικά από ηλιακούς συλλέκτες – φωτοβολταϊκά πάνελ. Η χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων επιτρέπει την αυτόνομη λειτουργία ενός φωτιστικού ή/και την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών ενός ολόκληρου διαμερίσματος ή κτίριου.

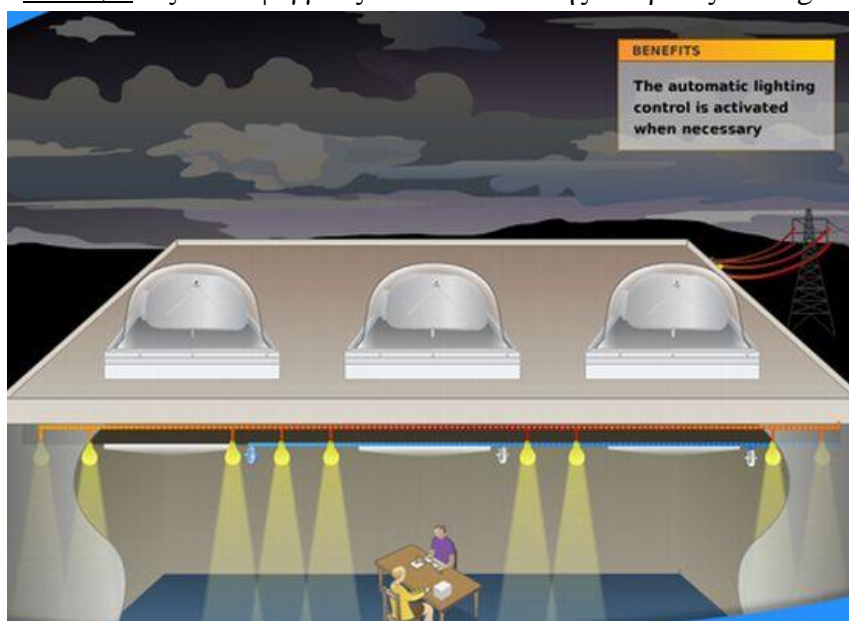
Τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιούνται ευρέως συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας με συνδυασμό φωτοβολταϊκών συστημάτων και λαμπτήρων LED. Αποτελούν έξυπνη λύση για τον φωτισμό εξωτερικών χώρων σε δημόσια κτήρια, δρόμους, πάρκα κλπ. Τα ηλιακά φωτιστικά αξιοποιούν αποκλειστικά την ενέργεια από το φως του ήλιου, χρησιμοποιώντας ενσωματωμένα φωτοβολταϊκά πλαίσια. Η ηλιακή ενέργεια που συλλέγεται από τα φωτοβολταϊκά πάνελ αποθηκεύεται στην ενσωματωμένη στο σύστημα μπαταρία κατά τη διάρκεια της ημέρας. Στη συνέχεια η αποθηκευμένη ενέργεια χρησιμοποιείται έξυπνα μέσω των αυτόματων ρυθμιστών, έτσι ώστε ο φωτισμός να ξεκινάει αυτόματα μόλις σκοτεινιάσει χωρίς να χρειάζεται εξωτερική παρέμβαση. Το σύστημα διαθέτει αυτονομία μερικών ημερών, ανάλογα την εγκατάσταση. Τα φωτοβολταϊκά φωτιστικά δεν χρειάζονται σύνδεση με το τοπικό ηλεκτρικό δίκτυο, λόγω του γεγονότος ότι παράγουν την απαιτούμενη για τη λειτουργία τους ηλεκτρική ενέργεια μέσω των φωτοβολταϊκών πλαισίων. Η χρήση τους είναι ενδεδειγμένη σε περιοχές που υπάρχουν δυσκολίες σύνδεσης με το ηλεκτρικό δίκτυο.

Τα ηλιακά φωτιστικά χρησιμοποιούνται και σε εσωτερικούς χώρους. Το Φ/Β πάνελ τοποθετείται εξωτερικά ως συλλέκτης και συνδέεται ενσύρματα (ή ασύρματα με χρήση wireless sensor network) με έναν ή περισσότερους λαμπτήρες σε εσωτερικούς χώρους.

Η αυτοματοποίηση των εν λόγω φωτιστικών σωμάτων ή/και ο συνδυασμός τους με αισθητήρες παρουσίας καθιστά τα εν λόγω συστήματα φωτισμού έναν έξυπνο τρόπο φωτισμού (κυρίως) εξωτερικών ή εσωτερικών χώρων.



Εικ. 2,3: Έξυπνοι φεγγίτες. Sun trackers της εταιρείας Ciralight.



Εικ. 4: Αυτοματοποιημένο σύστημα συνδυασμένης εκμετάλλευσης φυσικού και τεχνητού φωτισμού.

### 5.2.5 ΤΟΠΙΚΟΙ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ

Η εκμετάλλευση του φυσικού φωτισμού αποφέρει σημαντικά ενεργειακά οφέλη στην ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων. Οι παρεμβάσεις που μπορεί να γίνουν προς την κατεύθυνση αυτή είναι πολλές. Οι περισσότερες στοχεύουν στην αρχιτεκτονική σχεδίαση και εσωτερική διαρρύθμιση των κτιρίων (βιοκλιματική αρχιτεκτονική) ή στη χρησιμοποίηση συστημάτων προσαγωγής του φωτός στους εσωτερικούς χώρους (οπτικοί σωλήνες, κάτοπτρα κ.λπ.) τα οποία αποτελούν αντικείμενο μείζονος αρχιτεκτονικής παρέμβασης.

Η πιο ρεαλιστική και υλοποιήσιμη σε υφιστάμενα κτίρια (κατοικίες, δημόσια κτήρια, επιχειρήσεις, βιομηχανίες) είναι η χρησιμοποίηση αυτόνομων αυτοματισμών στους επί μέρους χώρους. Το κόστος είναι λογικό και η επένδυση αποσβένεται αρκετά σύντομα. Επιπροσθέτως δε, οι εργασίες εγκατάστασης μπορούν να διεξαχθούν χωρίς να υπάρχει σοβαρή διατάραξη της επαγγελματικής δραστηριότητας του κτιρίου.



### 5.2.5.1 DIMMERS (ρυθμιστές έντασης φωτισμού)

Τα dimmers είναι ρυθμιζόμενοι μετασχηματιστές που μεταβάλλουν την ένταση φωτεινότητας του χώρου (0~100 %). Είναι σχετικά φθηνοί και παρέχουν ένα ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας. Οι dimmers ποικίλλουν σε μέγεθος. Στον οικιακό φωτισμό, έχουν συνήθως μέγεθος ενός τυπικού διακόπτη, ενώ σε μεγαλύτερα συγκροτήματα – βιομηχανίες, η λειτουργία τους μπορεί να καθορίζεται τοπικά από dimmers τύπου κατοικίας ή από μεγάλες μονάδες υψηλής ισχύος – κεντρικά συστήματα διαχείρισης (BMS). Υπάρχουν dimmers αφής, περιστροφικοί και ασύρματου ελέγχου.

Η ιδέα του dimming βασίζεται στον καθορισμό της φωτεινότητας συγκεκριμένων χώρων ή στον βαθμό χρησιμοποίησής τους κατά τη διάρκεια της μέρας. Η μέση ισχύς των μόνιμα εγκατεστημένων λαμπτήρων φωτισμού είναι συχνά υψηλότερη σε συγκεκριμένους χώρους/δωμάτια (μπάνια, κουζίνες, διάδρομοι κλπ). Κάθε μία από αυτές τις περιοχές είναι υποψήφια για εξοικονόμηση ενέργειας μέσω διακοπών – ρυθμιστών dimmer, επειδή δεν απαιτούν πάντα το φωτεινότερο δυνατό φως.

Ο βαθμός εξοικονόμησης ενέργειας με χρήση ρυθμιστών dimmer ποικίλλει ανάλογα με το πόσο ρυθμίζεται η ένταση, για πόσο χρόνο, ενώ εξαρτάται βασικά απ' τον τύπο λάμπας/φωτιστικού που ρυθμίζεται. Με χρήση συμπαγών λαμπτήρων φθορισμού (CFL), υποστηρίζεται ότι η εξοικονόμηση «καθρεφτίζεται» στο επίπεδο μείωσης της έντασης: η πτώση του επιπέδου φωτισμού στο 35% έχει σαν αποτέλεσμα 35% εξοικονόμηση κατά την διάρκεια χρησιμοποίησης του dimmer. Ανάλογα με την συμβατότητα dimmers-λαμπτήρων και την ποσότητα ρυθμιστών έντασης που χρησιμοποιούνται, θεωρείται ότι η εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί να φτάσει το 20%. Το ποσοστό, βέβαια, είναι σχετικό: πολλές επιχειρήσεις υποστηρίζουν ότι μπορεί να φτάσει ακόμα μεγαλύτερα επίπεδα, αλλά η πραγματικότητα συχνά τις διαψεύδει.

Η επιλογή του σωστού τύπου dimmer για ένα λαμπτήρα είναι εξαιρετικά σημαντική. Καθώς οι λαμπτήρες LED και CFL αντικαθιστούν τους παλιούς λαμπτήρες πυρακτώσεως στις συμβατικές κατοικίες και τη βιομηχανία (εξαιτίας της μειωμένης κατανάλωσης ενέργειας και του κόστους παροχών εξοικονόμησης), ανακύπτει το πρόβλημα της «εκπαίδευσης» των καταναλωτών σχετικά με το κατά πόσο οι νέοι τύποι λαμπτήρων είναι συμβατοί με τις υπάρχουσες συσκευές ελέγχου φωτισμού – εν προκειμένω, τα dimmers. Το πρόβλημα συμβατότητας αντικατοπτρίζεται στην εξοικονόμηση ενέργειας, η οποία δεν είναι πάντα αυτή που διαφημίζεται ή επιζητείται απ' τον καταναλωτή. Κι αυτό γιατί οι τεχνολογίες SSL (όπως είναι οι LED λαμπτήρες) απαιτούν το κατάλληλο/συμβατό με αυτές dimmer. Σε αντίθετη περίπτωση (μη συμβατότητα), ο ρυθμιστής μπορεί να μη δουλέψει καθόλου, η εξοικονόμηση ενέργειας είναι ελάχιστη/μηδαμινή σε περίπτωση μερικής λειτουργίας, ενώ ταυτόχρονα μειώνεται σημαντικά η διάρκεια ζωής του λαμπτήρα. Το πρόβλημα του «dimming» (ρύθμιση της φωτεινότητας) απασχολεί όλο και περισσότερο την επιστημονική έρευνα και τη βιομηχανία. Η παρούσα κατάσταση, πάντως, είναι ελπιδοφόρα: ένας αυξανόμενος αριθμός από dimmers κατάλληλους για κάθε λαμπτήρα προωθούνται στην αγορά, ενώ οι κατασκευαστές αναπτύσσουν καινούργιους ρυθμιστές που λειτουργούν καλύτερα με τα προϊόντα LED.

Άλλωστε, τα πλεονεκτήματα του dimming είναι πολλά και δεν έχουν να κάνουν μόνο με την εξοικονόμηση ενέργειας. Στις κατοικίες, οι dimmers βρίσκουν εφαρμογή οπουδήποτε υπάρχει εστία φωτός που θα θέλαμε να ελέγξουμε τη φωτεινότητά της: κουζίνα, μπάνιο, γραφείο, σαλόνι, κρεβατοκάμαρα, γκαράζ κλπ. Προσφέρουν ευκολία στη χρήση μέσω τηλεχειρισμού και άνεση. Στις επιχειρήσεις και τα ξενοδοχεία, το dimming έχει συνδεθεί με αναβάθμιση της ποιότητας ζωής, των προσφερόμενων υπηρεσιών και του εργασιακού περιβάλλοντος. Διατηρώντας το απαραίτητο επίπεδο φωτεινότητας σε χώρους όπως διάδρομοι, γραφεία, αίθουσες συνεδριάσεων, αλλά και μεγαλύτερους χώρους (βιομηχανίες) η εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί να φτάσει σε ικανοποιητικά επίπεδα (η ρύθμιση φωτεινότητας μπορεί να συμβάλλει σε μειωμένη κατανάλωση όταν εφαρμόζεται ορθά σε σχέση με τη χρήση απλών λαμπτήρων χωρίς dimmer). Τέλος, πρέπει να σημειωθεί ότι οι ρυθμιστές φωτεινότητας χρησιμοποιούνται στις περισσότερες εφαρμογές Έξυπνου Φωτισμού.

#### 5.2.5.2 ΧΡΟΝΟΔΙΑΚΟΠΤΕΣ

Οι χρονοδιακόπτες είναι ηλεκτρονικά ή μηχανικά συστήματα, τα οποία ενεργοποιούν ή απενεργοποιούν τα κυκλώματα φωτισμού για προγραμματισμένα χρονικά διαστήματα, ανάλογα με τις ανάγκες των χρηστών του χώρου. Οι χρονοδιακόπτες ομαδοποιούνται ανάλογα με την πολυπλοκότητά τους σε απλούς μηχανικούς με ελατήριο έως σύνθετους με μικροεπεξεργαστές που μπορούν να προγραμματίσουν μια ακολουθία γεγονότων για ένα ολόκληρο έτος. Κατά κανόνα, πρέπει να υπάρχει μια επιλογή παράκαμψης από τους χρήστες, ώστε να λαμβάνονται υπ' όψιν τυχόν αποκλίσεις από το προκαθορισμένο πρόγραμμα.

#### 5.2.5.3 ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ (light sensors)

Συχνά αναφέρονται ως Αισθητήρες Εκμετάλλευσης Φυσικού Φωτισμού: είναι ηλεκτρονικές μονάδες ελέγχου φωτισμού, οι οποίες ρυθμίζουν αυτόματα το επίπεδο φωτισμού που παράγεται από συστήματα τεχνητού φωτισμού με βάση την ποσότητα του φυσικού φωτισμού που ανιχνεύεται στο χώρο. Αποτελούν πλήρεις μονάδες ελέγχου που περιέχουν κατάλληλο φακό για την είσοδο της ακτινοβολίας, φωτοκύτταρο και το απαραίτητο ηλεκτρικό κύκλωμα για την παραγωγή του σήματος εξόδου. Οι αισθητήρες φωτισμού αντικαθιστούν ή συμπληρώνουν τον χειροκίνητο έλεγχο στα κτίρια.

Η εξοικονόμηση ενέργειας επιτυγχάνεται μέσω της απενεργοποίησης του τεχνητού φωτισμού ή την προσαρμογή της στάθμης του (dimming), όταν και όποτε κρίνεται ότι δεν απαιτείται η πλήρης λειτουργία του τεχνητού φωτισμού δοθέντος ενός ικανοποιητικού επιπέδου φυσικού φωτισμού. Εξοικονομείται ενέργεια χωρίς επέμβαση του ανθρώπινου παράγοντα. Οι αισθητήρες φωτισμού είναι μία από τις πιο απλές λύσεις εξοικονόμησης ενέργειας μέσω βέλτιστης εξισορρόπησης τεχνητού – φυσικού φωτισμού σ' έναν χώρο.

#### 5.2.5.4 ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣ / ΚΙΝΗΣΗΣ (occupancy sensors)

Οι αισθητήρες παρουσίας διακόπτουν αυτόματα τη λειτουργία των κυκλωμάτων φωτισμού που ελέγχουν, όταν δεν ανιχνεύουν ανθρώπινη παρουσία στους χώρους στους οποίους είναι τοποθετημένοι. Έτσι, μειώνεται η ενεργειακή κατανάλωση των εσωτερικών/εξωτερικών χώρων και, συνεπώς, ολόκληρου του κτιρίου. Μειονέκτημα των εν λόγω αισθητήρων είναι πως αν δεν τοποθετηθούν σωστά μειώνεται η αποτελεσματικότητά τους (περιορίζεται η ζώνη ανίχνευσης). Χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή καθώς μεμονωμένα αντικείμενα παρακείμενα ή μπροστά στους αισθητήρες μπορεί να μειώσουν την περιοχή εμβέλειάς τους.

Οι περισσότεροι αισθητήρες διαθέτουν χειροκίνητες και αυτόματες επιλογές για τη ρύθμιση της ευαισθησίας στην ανίχνευση της κίνησης και τη ρύθμιση της χρονικής καθυστέρησης για την απενεργοποίηση του συστήματος φωτισμού από τη στιγμή που ο αισθητήρας δεν αντιλαμβάνεται κίνηση στο χώρο ελέγχου. Σε γενικές γραμμές, οι αισθητήρες αυτοί έχουν τις εξής τρεις ρυθμίσεις: α) αυτόματης ή χειροκίνητης έναυσης, β) αυτόματης ή χειροκίνητης σβέσης και γ) χρόνου αναμονής. Η μεγαλύτερη εξοικονόμηση επιτυγχάνεται με συνδυασμό χειροκίνητης έναυσης και αυτόματης σβέσης.

Ανάλογα με τις ανάγκες φωτισμού του χώρου, χρησιμοποιούνται ανιχνευτές κίνησης (μόνο), ή ανιχνευτές παρουσίας (μόνο) ή συνδυασμός αυτών. Οι ανιχνευτές παρουσίας θεωρούνται καταλληλότεροι για εσωτερικούς χώρους, όπου η παραμικρή ανίχνευση παρουσίας στο χώρο (διάδρομοι, μπάνια κλπ) ενεργοποιεί τον φωτισμό. Στους εξωτερικούς χώρους, όπως κήποι/ακάλυπτοι, προτιμώνται οι ανιχνευτές κίνησης (γι' αυτό κι έχουν συνδεθεί περισσότερο με προστασία/ασφάλεια του κτιρίου). Ωστόσο, οι εν λόγω αισθητήρες/ανιχνευτές πολλές φορές συνδυάζονται, ανάλογα με τις απαιτήσεις χρήσης/εξοικονόμησης (υβριδικοί). Οι υβριδικοί ανιχνευτές είναι αποτελεσματικότεροι κι έχουν ένα πολύ μεγάλο φάσμα εφαρμογών, αλλά συνήθως είναι ακριβότεροι και απαιτούν προσεκτικότερη ρύθμιση.

Η εξοικονόμηση ενέργειας με χρήση ανιχνευτών παρουσίας/κίνησης κυμαίνεται από 35 – 45 % (εξαρτάται απ' τον χώρο εφαρμογής, το είδος φωτισμού και το μοντέλο ανιχνευτή).

#### 5.2.5.5 ΕΞΥΠΙΝΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΑΝΙΧΝΕΥΤΩΝ & DIMMERS

Η πιο απλή λύση για την εκμετάλλευση του φυσικού φωτισμού είναι η τοποθέτηση αισθητήρα φωτός σε κάθε διακριτό χώρο εργασίας ο οποίος μετρά την ένταση φωτισμού και ρυθμίζει την ένταση του τεχνητού φωτισμού στο επιθυμητό επίπεδο μέσω ρυθμιστή φωτός (dimmer). Το σύστημα αυτό είναι τοπικού χαρακτήρα και δεν συνδυάζεται ούτε επικοινωνεί με αντίστοιχα συστήματα εγκατεστημένα σε άλλους χώρους. Δεν προϋποθέτει δηλαδή την ύπαρξη συστήματος κεντρικής διαχείρισης κτιρίου (BMS). Αντιθέτως, απαραίτητη προϋπόθεση είναι τα υφιστάμενα φωτιστικά να λειτουργούν με ηλεκτρονικά ballast.

Τα κυκλώματα που ρυθμίζουν τη φωτεινότητα των λαμπτήρων λειτουργούν σε υψηλές συχνότητες οι οποίες εκτείνονται στην περιοχή συχνοτήτων των ηλεκτρονικών ballast (και πέραν αυτής). Η συχνότητα λειτουργίας (50 Hz) των συμβατικών μαγνητικών ballast τα καθιστά ακατάλληλα για dimming.

Η επιλογή του κατάλληλου συστήματος εξοικονόμησης ενέργειας είναι εξαιρετικά σημαντική, καθώς στην αγορά κυκλοφορούν πολλά επωνομαζόμενα «economizer» συστήματα, τα οποία όμως δεν κάνουν τίποτε άλλο παρά μείωση της τάσης τροφοδοσίας και, άρα, τη μείωση της στάθμης φωτισμού. Αυτού του είδους το dimming θεωρείται απαράδεκτο και πρέπει να αποφεύγεται. Η εξοικονόμηση ενέργειας επιτυγχάνεται με τη μείωση της στάθμης φωτισμού η οποία χειροτερεύει τις συνθήκες εργασίας με ανεπιθύμητο dimming που δεν μπορεί να ελεγχθεί από κανένα.

Η ρύθμιση της φωτεινότητας (dimming) των λαμπτήρων επιτυγχάνεται είτε με το συνδυασμό ηλεκτρονικού ballast και ρυθμιστή (dimmer), είτε με ηλεκτρονικό ballast που ενσωματώνει τον ρυθμιστή (HF regulator). Απαραίτητος φυσικά είναι ο αισθητήρας φωτισμού, ο οποίος επιδέχεται ρύθμιση από το χρήστη του χώρου για το επιθυμητό επίπεδο φωτισμού καθώς και το εύρος ρύθμισης ως ποσοστό της ονομαστικής απόδοσης. Συνήθως, εντός του κελύφους περιλαμβάνεται και αισθητήρας παρουσίας που διακόπτει τη λειτουργία του φωτιστικού όταν δεν ανιχνεύει την παρουσία ή κίνηση ατόμων στο χώρο.

Μία επιπλέον επιλογή είναι η εγκατάσταση χρονοδιακόπτη που διακόπτει το κύκλωμα φωτισμού για καθορισμένα χρονικά διαστήματα εντός των οποίων δεν προβλέπεται η χρήση τους.

Η εφαρμογή των ανωτέρω συστημάτων αξιοποιεί το φυσικό φωτισμό και περικλύπτει την άσκοπη λειτουργία του τεχνητού φωτισμού όταν οι χρήστες απουσιάζουν. Έχει διαπιστωθεί με μετρήσεις εξειδικευμένων φορέων ότι με τη χρησιμοποίηση αυτόνομων αυτοματισμών αυτού του τύπου επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας στο φωτισμό 10% έως 20% ανάλογα με τη χρήση του χώρου. Επισημαίνεται ότι η εφαρμογή αυτών των αυτόνομων αυτοματισμών δεν προϋποθέτει την ύπαρξη συστήματος κεντρικής διαχείρισης κτιρίου (BMS), άρα μπορούν να εγκατασταθούν σε όλα τα υφιστάμενα κτίρια υπό τις προϋποθέσεις που αναφέρθηκαν.

#### 5.2.5.6 ΕΞΥΠΝΟΙ ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ

Οι έξυπνοι λαμπτήρες που αναπτύχθηκαν τα τελευταία χρόνια συνδυάζουν στοιχεία διασυνδεσιμότητας, δυνατότητα απομακρυσμένου ελέγχου ή χειρισμού τους μέσω εφαρμογών απ' το κινητό τηλέφωνο, αποτελούν κατά κόρον αισθητήρια συστήματα που προσαρμόζονται στις διακυμάνσεις των επιπέδων φυσικού φωτισμού στον χώρο, ενώ παράλληλα εξοικονομούν ενέργεια.

Ο έλεγχος της λειτουργίας ενός φωτιστικού μέσω wifi απ' τον χρήστη δεν είναι κάτι καινούργιο. Πάμπολλες έξυπνες συσκευές διαθέτουν αυτήν ακριβώς την ικανότητα τηλεχειρισμού (τοπικά ή απομακρυσμένα). Το εν λόγω σύστημα ελέγχου μεταφέρει κατ' ουσίαν τον διακόπτη απ' τον τοίχο του σπιτιού στα χέρια του χρήστη.

Βασικό χαρακτηριστικό των έξυπνων λαμπτήρων είναι η δυνατότητά τους να ανιχνεύουν τις συνθήκες χώρου (φωτεινότητα) και να προσαρμόζουν ανάλογα τα επίπεδα τεχνητού φωτισμού, ενσωματώνοντας «έξυπνες» τεχνολογίες μέσα στην ίδια τη συσκευή. Οι λαμπτήρες αυτοί περιλαμβάνουν στο σύστημά τους αισθητήρες και μικροεπεξεργαστές, όπως επίσης και υποστήριξη πρωτοκόλλων Zigbee, Bluetooth ή iBeacon. Η κύρια διαφορά τους με παρόμοια συστήματα έξυπνου φωτισμού είναι ότι το σύστημα εμπεριέχεται μέσα

στο λαμπτήρα, χωρίς βοηθητικά τοπικά υποσυστήματα. Με την χρήση αισθητήρων φωτισμού, οποιαδήποτε αλλαγή στον φωτισμό του χώρου ανιχνεύεται αυτόματα απ' τον λαμπτήρα, ο οποίος μεταβάλλει τα επίπεδα φωτισμού (dimming) στα κατάλληλα επίπεδα.

Παράλληλα, οι έξυπνοι λαμπτήρες μπορεί να περιέχουν και άλλα χαρακτηριστικά, όπως ανιχνευτές κίνησης ή παρουσίας, δυνατότητα πολύχρωμου φωτισμού διαφορετικών επιπέδων, καθώς επίσης και δυνατότητα σύνδεσης με άλλες έξυπνες συσκευές ή έξυπνα συστήματα κεντρικού ελέγχου – διαχείρισης ενέργειας. Ανάλογα με το software το οποίο υποστηρίζεται απ' τον έξυπνο λαμπτήρα και το βαθμό εξέλιξης του αλγορίθμου, το σύστημα μπορεί ή όχι να μαθαίνει ακόμα και τις προτιμήσεις των χρηστών προσαρμόζοντας τη λειτουργία του βασισμένο στην καθημερινή «εμπειρία».

Οι τιμές των έξυπνων λαμπτήρων είναι ακόμα σε υψηλά επίπεδα. Υπόσχονται, όμως, διάρκεια ζωής 50.000 ωρών (ανώτατο όριο LED φωτιστικών) με ταυτόχρονη εξοικονόμηση ενέργειας από 60% μέχρι 80% σε σύγκριση μ' ένα συμβατικό LED σύστημα. Ανεξάρτητα απ' το πραγματικό ποσοστό εξοικονόμησης, που είναι σχετικά δύσκολο να εκτιμηθεί, η ανάπτυξη τέτοιων έξυπνων λαμπτήρων αποτελεί ένα ακόμα βήμα στην εξέλιξη των συστημάτων έξυπνου φωτισμού.

#### 5.2.6 ΕΞΥΠΝΑ/ΕΥΦΥΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Ο έξυπνος φωτισμός (Smart Lighting) αναφέρεται σε μια συγκεκριμένη τεχνολογία φωτισμού χώρων που στόχο έχει την εξοικονόμηση ενέργειας. Στον έξυπνο φωτισμό περιλαμβάνονται φωτιστικά υψηλής απόδοσης με αυτοματοποιημένους ελέγχους που προσαρμόζονται ανάλογα με την παρουσία ανθρώπων στον επιθυμητό χώρο ή/και με τις συνθήκες πληρότητας – διαθεσιμότητας του φωτός.

Τα ευφυή συστήματα διαχείρισης φωτισμού είναι πολύπλοκα συστήματα ελέγχου που διαχειρίζονται και καθορίζουν τα επίπεδα φωτισμού πολλαπλών χώρων ενός σπιτιού, κτιρίου ή συγκροτήματος, με τη χρήση ενός ή περισσότερων κεντρικών υπολογιστικών συστημάτων, βασισμένα σε πολλαπλούς ενεργειακούς παράγοντες. Χρησιμοποιούνται ευρέως για τον φωτισμό εμπορικών, βιομηχανικών και οικιακών χώρων. Τέτοιοι παράγοντες είναι η ώρα της ημέρας, η τοποθεσία, η πληρότητα των χώρων (με χρήση ανιχνευτών παρουσίας στους χώρους), η διαθεσιμότητα φυσικού φωτισμού κλπ. Συνήθως, εφαρμόζεται συνδυαστική λογική για τη βέλτιστη απόδοση.

Το κυριότερο πλεονέκτημα των συστημάτων αυτών σε σχέση με πιο συμβατικές μεθόδους διαχείρισης φωτισμού είναι η δυνατότητά τους να έχουν εποπτεία και να διαχειρίζονται μεμονωμένα ή συνδυαστικά ένα ή/και πολλαπλά φωτιστικά σώματα σε ανεξάρτητους χώρους, μέσω ενός κεντρικού υπολογιστικού συστήματος. Ο έξυπνος φωτισμός βασίζεται στην χρήση αισθητήρων παρουσίας/κίνησης και αισθητήρων φωτισμού, η συμπεριφορά των οποίων προγραμματίζεται από τον χρήστη. Ανάμεσα στις συνηθέστερες λειτουργίες που παρέχονται στα συμβατικά έξυπνα συστήματα φωτισμού αναφέρονται:

- Η ενεργοποίηση συγκεκριμένων/επιλεγμένων φωτιστικών, όταν ανιχνευτεί παρουσία ή κίνηση απ' τους αισθητήρες.

- Το αυτόματο κλείσιμο συγκεκριμένων φωτιστικών σωμάτων, όταν δεν ανιχνεύεται κίνηση/παρουσία σ' ένα χώρο για ένα ορισμένο χρονικό διάστημα.
- Αυτόματη ενεργοποίηση ή αύξηση της φωτεινότητας των άνω φωτιστικών σωμάτων, όταν μειώνονται τα επίπεδα φυσικού φωτισμού.
- Αυτόματο κλείσιμο ή μείωση της φωτεινότητας του τεχνητού φωτισμού, όταν τα επίπεδα φυσικού φωτισμού αυξάνονται.

Παρέχουν σημαντικά μικρότερη ενεργειακή κατανάλωση, συμβάλλοντας στην μέγιστη απόδοση και διάρκεια ζωής των λαμπτήρων. Τα ασύρματα (wireless) συστήματα ελέγχου φωτισμού έχουν πρόσθετα πλεονεκτήματα ανάμεσα στα οποία περιλαμβάνονται το μειωμένο κόστος εγκατάστασης και αυξημένη ευελιξία ως προς το που θα τοποθετηθούν οι αντίστοιχοι διακόπτες και αισθητήρες. Τέτοια συστήματα βασίζονται σε ασύρματα πρωτόκολλα επικοινωνίας για έξυπνα κτίρια, όπως το KNX, το DALI και το DMX.

### 5.2.7 ΥΒΡΙΔΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Τα Υβριδικά Συστήματα Φωτισμού (HLS) βασίζονται στην ταυτόχρονη αξιοποίηση φυσικού και τεχνητού φωτισμού σε εσωτερικούς χώρους. Σε αυτά τα συστήματα, το ηλιακό φως διοχετεύεται στον εσωτερικό χώρο όπου συνδυάζεται με τον ηλεκτρικό φωτισμό σε ειδικά διαμορφωμένα φωτιστικά (υβριδικά). Ερευνητικά προγράμματα ανέπτυξαν υβριδικά συστήματα φωτισμού, τα οποία, ανάλογα με το βαθμό ευφυΐας τους και συνδυαζόμενα με συστήματα BMS (κεντρικής ενεργειακής διαχείρισης), μπορούν να χαρακτηριστούν ως «ευφυή».

Το ευρωπαϊκό ερευνητικό πρόγραμμα Arthelio (1998-2001) είχε ως στόχο να βελτιώσει τόσο την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, όσο και την οπτική άνεση του εσωτερικού περιβάλλοντος. Το υβριδικό σύστημα φωτισμού Arthelio αποτελείται από:

- Ένα σύστημα φυσικού φωτισμού βασισμένο σε ηλιοστάτες, το οποίο συλλέγει, μεταφέρει και διανέμει το ηλιακό φως.
- Τεχνητή πηγή φωτισμού (λάμπα θείου) με ρυθμιζόμενη ένταση φωτισμού (χρήση dimmer και ηλεκτρονικού ballast).
- Σύστημα που συνδυάζει φυσικό και τεχνητό φωτισμό, ανάλογα με την ημερήσια διαθεσιμότητα ηλιακού φωτός.
- Ευφυή συστήματα που ελέγχουν την λειτουργία του ηλιοστάτη και διαχειρίζονται το τεχνητό φως, ως μέρος Συστήματος Διαχείρισης Φωτισμού, συνδεδεμένου με Σύστημα BMS.

Στόχοι του συστήματος ήταν η βέλτιστη αξιοποίηση φυσικού και τεχνητού φωτισμού για ελαχιστοποίηση της ενεργειακής κατανάλωσης, μειωμένα κόστη συντήρησης, χρήση τεχνολογιών φιλικών προς το περιβάλλον, αυξημένη ασφάλεια χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας.

Κατασκευάστηκαν δύο τέτοια συστήματα, στο Μιλάνο και στο Βερολίνο. Μετρήσεις σε μια ηλιόλουστη ημέρα στο Βερολίνο έδειξαν ενεργειακή εξοικονόμηση πάνω από 50%.

Το Υβριδικό Σύστημα Ηλιακού Φωτισμού (HLS) του αμερικάνικου εργαστηρίου Oak Ridge εφαρμόστηκε σε δημόσια κτίρια στις ΗΠΑ. Στο εν λόγω σύστημα, το ηλιακό φως μεταφέρεται μέσω οπτικών ινών στους εσωτερικούς χώρους. Οι οπτικές ίνες καταλήγουν σε υβριδικά φωτιστικά, όπου το ηλιακό φως συνδυάζεται με τον τεχνητό φωτισμό: το όλο σύστημα προσαρμόζεται αυτόματα έτσι ώστε να επιτυγχάνεται σταθερό επίπεδο φωτισμού στον εσωτερικό χώρο. Ο ηλιακός συλλέκτης τοποθετείται στις στέγες: συμπεριλαμβάνεται συνδυασμός tracker παρακολούθησης του ήλιου (με βάση το γεωγραφικό μήκος και πλάτος, την ημέρα και την ώρα) και συστήματος GPS για μεγαλύτερη ακρίβεια. Η ηλιακή ακτινοβολία, αντανακλάται σ' έναν παραβολικό καθρέφτη και μέσω ενός δευτερεύοντος ελλειπτικού κατόπτρου συγκεντρώνεται σ' έναν δέκτη κι από κει μεταφέρεται δια μέσου της δέσμης οπτικών ινών στο φωτιστικό σύστημα. Αισθητήρες φωτισμού ελέγχουν τα επίπεδα του φυσικού φωτισμού, ενώ ηλεκτρονικά ballast συνδεδεμένα με dimmers ρυθμίζουν κατάλληλα τον φωτισμό σ' ένα προεπιλεγμένο επίπεδο. Η εξοικονόμηση ενέργειας του συστήματος σε μια ηλιόλουστη μέρα κυμαίνεται από 30 έως 50%.

Το Ηλιακό Σύστημα Φωτισμού SCIS (Solar Canopy Illuminance System) χρησιμοποιεί ανακλαστικές επιφάνειες για να διοχετευτεί το φως έως και 20 μέτρα σ' ένα κτίριο. Το σύστημα αποτελείται από έναν εξωτερικό ηλιακό θόλο (κουβούκλιο), εγκατεστημένο στο επίπεδο της οροφής, που συλλέγει το ηλιακό φως, το οποίο συγκεντρώνεται μέσω ενός συστήματος κατόπτρων, οδηγείται μέσα από έναν ειδικά κατασκευασμένο οδηγό, όμοιο με τούνελ και τελικά ανακλάται διαχεόμενο ομοιόμορφα στον εσωτερικό χώρο. Στο SCIS περιλαμβάνονται ballast ελεγχόμενα απ' το σύστημα DALI, ταυτόχρονα με αισθητήρες φωτισμού, για να διατηρηθεί το βέλτιστο επίπεδο φωτεινότητας στον χώρο. Το σύστημα μειώνει την ενεργειακή κατανάλωση τουλάχιστον 25%. Προτείνεται απ' τους κατασκευαστές ως έξυπνη λύση για εμπορικά καταστήματα ή κτίρια γραφείων.

Το Ηλιακό Σύστημα Φωτισμού Οπτικών Ινών της εταιρείας Parans περιλαμβάνει ηλιακό συλλέκτη που περιέχει 64 φακούς Fresnel, κάθε ένας από τους οποίους παρακολουθεί, συλλαμβάνει και συγκεντρώνει ηλιακό φως μέσα στις οπτικές ίνες. Η παρακολούθηση του ήλιου καθορίζεται από έναν μικροεπεξεργαστή, ο οποίος είναι συνδεδεμένος με φωτοαισθητήρα. Το σύστημα «μαθαίνει» και «θυμάται» τη διαδρομή του ήλιου σε οποιαδήποτε θέση και ως εκ τούτου μετακινείται αυτόματα χωρίς προηγούμενο προγραμματισμό. Τα υβριδικά φωτιστικά, εξοπλισμένα με λαμπτήρες CFL ή LED, ρυθμίζουν την έντασή τους αυτόματα ανάλογα με τα επίπεδα φωτεινότητας του χώρου. Το όλο σύστημα είναι σχεδιασμένο με βάση την εξοικονόμηση ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος. Η εταιρεία Parans προωθεί στην αγορά πολλαπλά μοντέλα υβριδικού φωτισμού.

Τα υβριδικά συστήματα φωτισμού έχουν ακόμα σχετικά υψηλό κόστος, γι' αυτό και δεν προτιμώνται στην εγχώρια αγορά. Δεδομένου ότι τα προϊόντα του υβριδικού φωτισμού θα καταστούν ανταγωνιστικά και προσβάσιμα σε περισσότερες χώρες ή/και ιδιώτες, η τεχνολογία αυτή θα μπορούσε να προσφέρει μεγάλη εξοικονόμηση σε κτίρια όπως σχολεία, βιομηχανίες ή γραφεία που ξοδεύουν ετησίως μεγάλα ποσά σε τεχνητό φωτισμό. Υπό τις παρούσες συνθήκες, σε ένα τυπικό σπίτι, η εν λόγω τεχνολογία παραμένει ακόμα

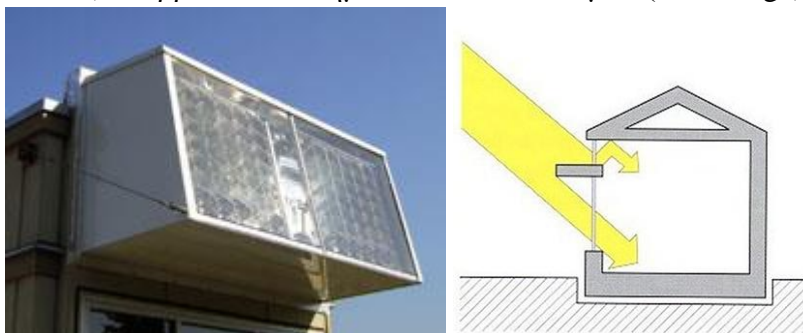
δυσεφάρμοστη λόγω του (αναλογικά) πολύ μεγάλου κόστους σε σύγκριση με τις ευκαιρίες ή υποσχέσεις εξοικονόμησης ενέργειας που προσφέρει.



Εικ. 5,6: Υβριδικό σύστημα φωτισμού Arthelio. Στην αριστερή εικόνα, ο ηλιοστάτης.

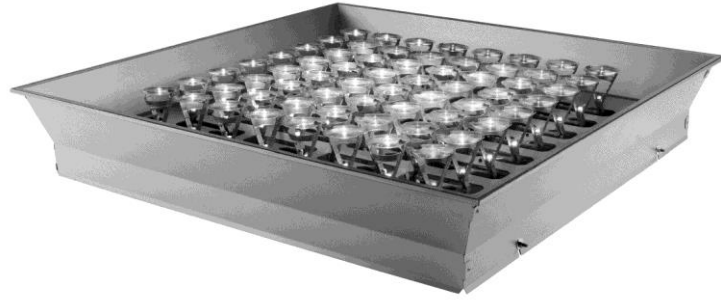


Εικ. 7,8: Υβριδικό Σύστημα Ηλιακού Φωτισμού (Oak Ridge)



Εικ. 9,10: Solar Canopy Illuminance System





Εικ. 11: Ο ηλιακός συλλέκτης του Ηλιακού Συστήματος Φωτισμού με Οπτικές Ίνες της Parans.

### 5.3 ΘΕΡΜΑΝΣΗ

Η θέρμανση των χώρων μιας κατοικίας, ενός κτιρίου ή μιας βιομηχανίας αποτελεί σημαντικό παράγοντα κατανάλωσης ενέργειας. Στην Ελλάδα, η θέρμανση και το μαγείρεμα απορροφούσε μέχρι το 2012 το μεγαλύτερο ποσοστό ενέργειας (64%) (ΕΛΣΤΑΤ / 2011-12).

Οι εγκαταστάσεις θέρμανσης κατατάσσονται:

- Ανάλογα με τη θέση της πηγής παροχής θερμικής ενέργειας σε: τοπικές, κεντρικές ή περιφερειακές θερμάνσεις πόλης (τηλεθέρμανση).
- Ανάλογα με την πηγή θερμικής ενέργειας σε: θερμάνσεις με στερεά καύσιμα, υγρά ή αέρια, με χρήση ηλεκτρικής ή ηλιακής ενέργειας ή θερμάνσεις με χρήση αντλίας θερμότητας.
- Ανάλογα με τον φορέα της θερμικής ενέργειας, σε: θερμάνσεις με νερό (θερμό και υπέρθερμο), με ατμό (χαμηλής ή υψηλής πίεσης) ή με αέρα.
- Τέλος, ανάλογα με τον τρόπο μετάδοσης της θερμότητας στον χώρο, σε: θερμάνσεις με ακτινοβολία θερμότητας, με μεταβίβαση ή συνδυασμό των δύο.

Περίπου το 66% των Ελλήνων χρησιμοποιούσε κεντρική θέρμανση ως κύριο μέσο θέρμανσης μέχρι το 2010 (ΕΛΣΤΑΤ/2012). Ακολουθούσαν η θέρμανση με φυσικό αέριο, οι σόμπες πετρελαίου, υγραερίου και καυσόξυλων κ.α. Ωστόσο, η οικονομική κρίση είχε σημαντικές επιπτώσεις στη διαμόρφωση νέων τάσεων και μορφών θέρμανσης. Λόγω της τεράστιας εγκατεστημένης βάσης, το πετρέλαιο παρέμεινε η κύρια πηγή θέρμανσης, παρά το γεγονός πως πολλοί καυστήρες δε λειτουργούσαν λόγω έλλειψης χρημάτων. Όπως αναφέρει η ΕΛΣΤΑΤ, το 2013 κεντρική θέρμανση στο σπίτι τους χρησιμοποίησαν 1.592.835 νοικοκυριά, μειωμένα κατά 31,3% από τα 2.317.127 νοικοκυριά το 2012. Μάλιστα, η μέση μηνιαία ποσότητα υγρών καυσίμων και φυσικού αερίου που καταναλώνεται στην κύρια κατοικία μειώθηκε κατά 46,1% και 3,2% αντίστοιχα, ενώ η μέση μηνιαία ποσότητα στερεών καυσίμων (καυσόξυλα, πελλέτες κλπ), ηλεκτρικής ενέργειας και υγραερίου αυξήθηκε κατά 20,7%, 1,2% και 0,3% αντίστοιχα.

Το Νοέμβριο του 2014 το Εργαστήριο Ατμοκινητήρων και Λεβήτων του ΕΜΠ, σε συνεργασία με το Ινστιτούτο Χημικών Διεργασιών και Ενεργειακών Πόρων του ΕΚΕΤΑ επικαιροποίησε τους τεchnο-οικονομικούς υπολογισμούς σχετικά με το κόστος θέρμανσης κατοικιών ανά τύπο καυσίμου και τεχνολογία καύσης, για την πλειοψηφία των συστημάτων θέρμανσης που διατίθενται στην Ελληνική αγορά. Τα συμπεράσματα που προκύπτουν απ' την εν λόγω έρευνα συνοψίζονται στα κάτωθι:

- Οικονομικότερο μέσο θέρμανσης είναι οι αντλίες θερμότητας, παρά το γεγονός πως καταναλώνουν ηλεκτρική ενέργεια. Το κόστος μπορεί να περιοριστεί στο 40-44% του αντίστοιχου κόστους που συνεπάγεται η χρήση του καυστήρα πετρελαίου.
- Η χρήση κλασικών τζακιών είναι αρκετά ακριβότερη (σε ποσοστό άνω του 20%) από την χρήση των λεβήτων πετρελαίου.
- Μακράν η ακριβότερη λύση θέρμανσης είναι οι συσκευές που λειτουργούν με ηλεκτρική ενέργεια. Υπολογίζεται ότι το κόστος για τη συγκεκριμένη λύση, φτάνει στο 162% του κόστους που προκύπτει από τη χρήση ενός συνηθισμένου λέβητα πετρελαίου.

Με βάση τα παραπάνω, κάθε μέτρο εξοικονόμηση ενέργειας στη θέρμανση κτιρίων κρίνεται αναγκαίο. Η βελτίωση ή αναβάθμιση των εγκατεστημένων συστημάτων θέρμανσης, η επιλογή του σωστού τύπου θέρμανσης με βάση τις ανάγκες των χώρων, καθώς και η ορθολογική χρήση, μπορεί να συντελέσει σε μειωμένες καταναλώσεις και σημαντικά ποσοστά εξοικονόμησης.

### 5.3.1 ΚΑΤΑΝΕΜΗΤΗΣ ΔΑΠΑΝΩΝ

Οι κατανεμητές κόστους θέρμανσης τοποθετούνται σε (δισωλήνια – κατακόρυφης διανομής) ανεξάρτητα θερμαντικά σώματα μετρώντας την ενέργεια που καταναλώνεται στο συγκεκριμένο σώμα. Το υποσύστημα μέτρησης αποτελείται από μια διακριτική ασύρματη ηλεκτρονική μονάδα που τοποθετείται σε κάθε θερμαντικό σώμα και δέκτες που τοποθετούνται στο κοινόχρηστο κλιμακοστάσιο. Η μονάδα αυτή μετρά με ακρίβεια την πραγματική κατανάλωση του κάθε σώματος, η οποία είναι ανάλογη με το μέγεθος του σώματος και την χρήση του. Ο μετρητής αποστέλλει την ένδειξη της κατανάλωσης ασύρματα στις ειδικές Μονάδες Συλλογής Μετρήσεων. Οι μετρήσεις συλλέγονται καθημερινά αυτόματα από τους κοινόχρηστους δέκτες και στην συνέχεια μηνιαίως από την εταιρεία κοινοχρήστων. Οι συσκευές αυτές αποτελούν όργανα θερμιδομέτρησης και συνήθως συνδυάζονται με τοποθέτηση θερμοστατικής βαλβίδας στο σώμα. Το κύκλωμα μέτρησης αποτελείται από τους αισθητήρες θερμοκρασίας, τον αναλογικό-ψηφιακό μετατροπέα, την αντίσταση αναφοράς για την τυποποίηση του μετασχηματισμού μέτρησης και τον μικροεπεξεργαστή για πρόσβαση στην απόδοση θερμότητας του θερμαντικού σώματος.

Οι κατανεμητές δαπανών θέρμανσης είναι προάγγελος των smart meters (έξυπνα μετρητικά συστήματα). Παρέχουν δυνατότητα στους χρήστες να διαχειρίζονται την ενέργεια που καταναλώνουν για θέρμανση, να κάνουν πιο ορθολογική χρήση των θερμαντικών σωμάτων, καθώς και να γνωρίζουν αναλογικά το (ολικό ή μερικό) ποσοστό της ενέργειας που καταναλώνουν αυτόνομα, σε σύγκριση με την ολική κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση του κτιρίου.

### 5.3.2 ΕΞΥΠΝΟΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΗΣ

Για να μπορεί το ζεστό νερό του λέβητα να φθάσει μέχρι τα θερμαντικά σώματα πρέπει να κυκλοφορήσει στο δίκτυο σωληνώσεων. Για την εξαναγκασμένη κυκλοφορία του νερού χρησιμοποιούνται σήμερα αποκλειστικά φυγοκεντρικές αντλίες που κινούνται από ηλεκτρικούς κινητήρες. Με το όρο κυκλοφορητής αναφερόμαστε στην ειδική κατηγορία των αντλιών που σκοπό έχουν να βάζουν σε κυκλοφορία το νερό των κλειστών δικτύων.

Οι κυμαινόμενες απαιτήσεις θέρμανσης κατά τη διάρκεια της ημέρας συχνά προκαλούν θόρυβο στις εγκαταστάσεις που είναι εφοδιασμένοι με κοινούς κυκλοφορητές. Για το σκοπό αυτό, έχουν αναπτυχθεί οι έξυπνοι κυκλοφορητές που ελέγχουν τη διαφορική πίεση ανάλογα με τη ζήτηση του νερού. Οι κυκλοφορητές αυτοί είναι εφοδιασμένοι με

ηλεκτρονική κάρτα που περιλαμβάνει τα ηλεκτρονικά ισχύος και το μικροεπεξεργαστή, που εξασφαλίζουν το συνεχή έλεγχο των στροφών του ασύγχρονου ηλεκτρικού κινητήρα σε μία ευρεία περιοχή. Στον μικροεπεξεργαστή εισάγονται εκ των προτέρων τα σημεία ρύθμισης που αντιστοιχούν στις καμπύλες λειτουργίας του κυκλοφορητή. Ο μικροεπεξεργαστής μετρά συνεχώς την ταχύτητα του νερού και τη συγκρίνει με τα προκαθορισμένα σημεία. Αν η ταχύτητα διαφέρει από αυτά, ο μικροεπεξεργαστής μεταβάλλει τις στρόφες του κινητήρα και επομένως την απόδοση, μέχρι η ταχύτητα λειτουργίας να αντιστοιχεί στο δεδομένο σημείο.

Είναι αξιοσημείωτο ότι τα συστήματα άντλησης ευθύνονται για το εντυπωσιακό ποσοστό του 20% της παγκόσμιας κατανάλωσης ρεύματος. Οι σύγχρονοι έξυπνοι κυκλοφορητές κυκλοφορούν με ειδική ενεργειακή σήμανση (Energy Label), η οποία δηλώνει πόσο αποδοτικά χρησιμοποιούν την ενέργεια. Εξοικονομούν πολύ μεγαλύτερη ενέργεια απ' τους συμβατικούς κυκλοφορητές, είναι σχετικά φτηνοί, ενώ παράλληλα είναι φιλικόι προς το περιβάλλον. Είναι ενδιαφέρον το γεγονός ότι τόσο χαμηλές καταναλώσεις επιτυγχάνονταν στο παρελθόν μόνο με τους πολύ ακριβότερους ηλεκτρονικούς κυκλοφορητές. Με την προσθήκη συγκεκριμένων στοιχείων, ο έξυπνος κυκλοφορητής μπορεί να συνδεθεί με το Κεντρικό Σύστημα Διαχείρισης Ενέργειας (BMS) του κτιρίου.

### 5.3.3 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ

Η αντιστάθμιση είναι ένα αυτόματο σύστημα το οποίο μέσω ενός ελεγκτή παρακολουθεί τις καιρικές συνθήκες, καθώς και τη θερμοκρασία νερού του λέβητα, ρυθμίζοντας κατάλληλα τη θερμοκρασία του νερού προσαγωγής. Η αντιστάθμιση εφαρμόζεται σε εγκαταστάσεις με θερμαντικά σώματα, σε συστήματα ενδοδαπέδιας θέρμανσης και σε εγκαταστάσεις συνδυαστικής λειτουργίας αυτών με ηλιακή ενέργεια. Επίσης εφαρμόζεται και σε εγκαταστάσεις ψύξης με την ίδια λογική και φιλοσοφία λειτουργίας, με διαφοροποίηση στο κομμάτι των τερματικών μονάδων.

Η ισχύς των σωμάτων που τοποθετούνται σε ένα χώρο υπολογίζεται ώστε να μπορούν να ανταποκριθούν στις ανάγκες θέρμανσης, ακόμα κι αν στο περιβάλλον επικρατούν αντίξοες συνθήκες. Στην περίπτωση που η θερμοκρασία δεν ελέγχεται από ένα θερμοστάτη χώρου (π.χ. σε πολυκατοικίες χωρίς αυτονομία), οι χώροι θα υπερθερμαίνονται με αποτέλεσμα σημαντική απώλεια θερμικής ενέργειας.

Τα διάφορα συστήματα αντιστάθμισης έχουν σαν αποστολή την αυξομείωση της ισχύος των θερμαντικών σωμάτων ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες του περιβάλλοντος.

Σε μία αντισταθμισμένη εγκατάσταση, η θερμοκρασία του νερού προσαγωγής (δηλαδή του νερού που αποστέλλεται στα θερμαντικά σώματα) ρυθμίζεται ανάλογα με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος, έτσι ώστε όταν επικρατούν χαμηλές θερμοκρασίες εξωτερικού περιβάλλοντος η θερμοκρασία στα θερμαντικά σώματα στο εσωτερικό των διαμερισμάτων να είναι υψηλή, ενώ όταν επικρατούν σχετικά υψηλές θερμοκρασίες εξωτερικού περιβάλλοντος, η θερμοκρασία στα σώματα να είναι χαμηλή (χλιαρό νερό).

Η ηλεκτρονική συσκευή αντιστάθμισης τοποθετείται στο λεβητοστάσιο ή σε εύκολα προσβάσιμο σημείο στο οποίο δεν επικρατούν ακραίες τιμές θερμοκρασίας ή υγρασίας. Συνδέεται απαραίτητως με δύο τουλάχιστον αισθητήρες (έναν εξωτερικό κι έναν αισθητήρα

θερμοκρασίας). Ο εξωτερικός αισθητήρας τοποθετείται στη βορινή πλευρά του κτιρίου, σε σημείο που να μην επηρεάζεται η θερμοκρασία του από την ηλιακή ακτινοβολία ή από θερμά ρεύματα που μπορεί να προέρχονται από καμινάδες, πόρτες, παράθυρα. Ο αισθητήρας νερού μπορεί να είναι βαπτιζόμενος ή επαφής. Τοποθετείται στην προσαγωγή νερού προς τα σώματα μετά τη βάνα ανάμειξης και πληροφορεί την συσκευή για τη θερμοκρασία του νερού που πηγαίνει στα σώματα. Η συσκευή επιτυγχάνει την επιθυμούμενη αντιστάθμιση. Με την αντιστάθμιση, επιτυγχάνεται έως και 35% εξοικονόμηση στο κόστος λειτουργίας.

#### 5.3.4 ΘΕΡΜΟΣΤΑΤΙΚΕΣ ΚΕΦΑΛΕΣ

Οι θερμοστατικές κεφαλές είναι εξαρτήματα (αυτορυθμιζόμενες βάνες με αισθητήρα θερμοκρασίας) ή ψηφιακές συσκευές που τοποθετούνται στα θερμαντικά σώματα και επιτρέπουν την ρύθμιση της θερμοκρασίας του σώματος. Η ρύθμιση της θερμοκρασίας γίνεται μέσω ενός αισθητήρα: όσο ανεβαίνει η θερμοκρασία του χώρου, τόσο κλείνει η βάνα περιορίζοντας τη ροή ζεστού νερού στο σώμα.

Οι θερμοστατικές κεφαλές στα θερμαντικά σώματα παρέχουν δυνατότητα εξοικονόμησης ενέργειας, αφού επιτρέπουν στον χρήστη την επιλεκτική λειτουργία των θερμαντικών σωμάτων και συνεπώς τον καθορισμό των χώρων μιας οικίας που επιθυμείται να θερμανθούν. Οι ηλεκτρονικές – ψηφιακές κεφαλές, μέσω του κατάλληλου αισθητήρα, κλείνουν αυτόματα την θέρμανση σε περίπτωση που ένα ή περισσότερα παράθυρα είναι ανοιχτά στον χώρο, παρέχοντας προστασία και εξοικονόμηση ενέργειας. Παράλληλα, οι (προστατευόμενες) αυτόματες θερμοστατικές κεφαλές κλείνουν τα θερμαντικά σώματα όταν η θερμοκρασία στον χώρο είναι ικανοποιητική.

Η εξοικονόμηση ενέργειας με χρήση θερμοστατικών κεφαλών μπορεί να φτάσει το 20-30%, ενώ ταυτόχρονα παρέχουν ακριβή ρύθμιση της θερμοκρασίας ενός χώρου.

#### 5.3.5 ΘΕΡΜΟΣΤΑΤΕΣ

Ο θερμοστάτης είναι μια συσκευή ελέγχου που χρησιμοποιείται για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας σε κάποια συσκευή ή χώρο· συνδέεται με μια μηχανή θέρμανσης ή ψύξης, της οποίας ρυθμίζει την έναυση και σβέση, καθώς και το επιθυμητό επίπεδο θερμοκρασίας. Χρησιμοποιούνται σε θερμαντικά σώματα, κλιματιστικά, καθώς και σε μεγάλο αριθμό σχετικών εγκαταστάσεων.

Υπάρχουν χειροκίνητοι και προγραμματιζόμενοι θερμοστάτες. Οι προγραμματιζόμενοι θερμοστάτες έχουν ένα βαθμό αυτοματοποίησης: παρέχουν τη δυνατότητα προγραμματισμού της επιθυμητής θερμοκρασίας ανά διάφορες χρονικές περιόδους της ημέρας και ανά διάφορες ημέρες. Παρόλ' αυτά, δεν εξασφαλίζουν απαραίτητα εξοικονόμηση ενέργειας: σε μερικές περιπτώσεις, μάλιστα, παρατηρείται ελαφρά αυξημένη κατανάλωση στις κατοικίες.

Οι ψηφιακοί PID θερμοστάτες είναι εξοπλισμένοι με έναν μικροεπεξεργαστή ο οποίος συγκρίνει ανά τακτά χρονικά διαστήματα την τρέχουσα με την επιθυμητή θερμοκρασία,

καταγράφει πόσο γρήγορα μεταβάλλονται οι αποκλίσεις και «προβλέπει» τις μελλοντική συμπεριφορά του συστήματος. Οι PID θερμοστάτες έχουν ένα βαθμό ευφυΐας: «εκπαιδεύονται» και αποφασίζουν τη βέλτιστη στιγμή ενεργοποίησης του συστήματος, ενώ ταυτόχρονα διατηρούν την επιθυμητή θερμοκρασία με τις λιγότερες δυνατές αυξομειώσεις. Οι PID θερμοστάτες είναι ακριβότεροι απ' τους συμβατικούς θερμοστάτες. Το ζήτημα της εξοικονόμησης ενέργειας με χρήση PID θερμοστατών είναι πολύπλοκο, εξαρτάται από πολλούς εξωτερικούς ή αστάθμητους παράγοντες που σχετίζονται με τη δομή και λειτουργία του θερμαντικού συστήματος, τον χώρο και τον ανθρώπινο παράγοντα (επιλογές χρήστη). Θεωρείται πάντως ότι μπορεί να συνεισφέρουν έως και 30% σε εξοικονόμηση ενέργειας.

#### 5.3.5.1 ΕΞΥΠΝΟΙ ΘΕΡΜΟΣΤΑΤΕΣ

Οι έξυπνοι θερμοστάτες λανσαρίστηκαν τα τελευταία χρόνια στην παγκόσμια αγορά με την υπόσχεση καλύτερης διαχείρισης και εξοικονόμησης ενέργειας. Αποτελούν εξέλιξη των προγραμματιζόμενων θερμοστατών και εντάσσονται στις εφαρμογές του έξυπνου σπιτιού και του Internet των Πραγμάτων. Χρησιμοποιούν αισθητήρες κίνησης για να ανιχνεύσουν την παρουσία ανθρώπων σ' ένα χώρο, «μαθαίνουν» από τις προτιμήσεις του χρήστη αλλά και από τη συχνότητα παρουσίας βασισμένοι σε συγκεκριμένους αλγόριθμους, αυτοματοποιούνται διαχειριζόμενοι την ενεργειακή κατανάλωση σε συστήματα HVAC, μεταβάλλουν τη θερμοκρασία του χώρου ακόμα κι αν ο χρήστης είναι χιλιόμετρα μακριά. Παράλληλα κλείνουν αυτόματα αν ένα σπίτι είναι άδειο, ενώ επιτρέπουν στον χρήστη να ελέγχει την ενεργειακή κατανάλωση μέσω wifi από το tablet ή το smartphone του (wifi θερμοστάτες). Οι συγκεκριμένοι θερμοστάτες μπορούν να ελέγχουν τη θέρμανση ενός χώρου, τον κλιματισμό ή/και το ζεστό νερό. Παράδειγμα έξυπνου θερμοστάτη, είναι ο θερμοστάτης της εταιρείας Nest.

Nest Learning Thermostat: Το 2014 η εταιρεία Google πλήρωσε 2,34 δισεκατομμύρια δολάρια για να εξαγοράσει την εταιρεία Nest, κατασκευάστρια έξυπνων οικιακών συσκευών. Ο έξυπνος θερμοστάτης της Nest λειτουργεί με άξονα μια ψηφιακή οθόνη και έναν τροχό στα πρότυπα του iPod, ο οποίος αυξομειώνει τη θερμοκρασία. Συνδέεται σε ασύρματο δίκτυο και επιτρέπει στο χρήστη του να το ρυθμίσει online ή μέσω μιας εφαρμογής για iPhone ή Android. Το δυνατό σημείο του Nest είναι ο συνδυασμός αισθητήρων κίνησης και αλγόριθμων που ρυθμίζουν από μόνοι τους τη θερμοκρασία ανάλογα με το πού βρίσκονται οι χρήστες, ενώ μέσα σε λίγες εβδομάδες μαθαίνουν τις συνήθειές τους δημιουργώντας ένα πρόγραμμα αποκλειστικά βασισμένο σε αυτές. Είναι εύκολοι στη χρήση και την εγκατάσταση, «εκπαιδεύονται» από τον χρήστη, ενώ υποστηρίζονται από σύγχρονο και φιλικό στον χρήστη λογισμικό. Ο έξυπνος θερμοστάτης συλλέγει στοιχεία από διάφορους αισθητήρες (τρεις αισθητήρες θερμοκρασίας για περισσότερη ακρίβεια στη μέτρηση, αισθητήρα υγρασίας αλλά και τοποθετημένους αισθητήρες κίνησης και φωτισμού στον χώρο), ενώ ταυτόχρονα λαμβάνει τοπικές μετρήσεις της περιοχής για δεδομένα καιρού μέσω wifi απ' το internet.

Ο έξυπνος θερμοστάτης προωθείται ως βέλτιστη λύση στην εξοικονόμηση ενέργειας. Υποστηρίζεται ότι εξοικονομεί ενέργεια από 10 έως 25%. Ωστόσο, δεν είναι συμβατός με

όλα τα συστήματα HVAC. Ακόμα, απαιτείται κάποιος χρόνος για να «μάθει» το σύστημα τις συνήθειες του χρήστη, γεγονός που έχει επίπτωση στην εξοικονόμηση. Στα μειονεκτήματά του συμπεριλαμβάνεται και το μεγάλο κόστος του: βγήκε στην αγορά στην τιμή των 200€, την ίδια στιγμή που πωλούνται συμβατικοί θερμοστάτες με 5 – 25 €.

Παρά του γεγονότος ότι η αγορά κατευθύνεται προς τους έξυπνους θερμοστάτες και αναπτύσσεται ταχύτατα, οι τιμές είναι ακόμα υψηλές. Ο έξυπνος θερμοστάτης της Tado έχει πάνω κάτω την ίδια τιμή με τον Nest, ενώ ο θερμοστάτης Hive πωλείται στα 160€ περίπου. Ωστόσο, οι τιμές είναι ενδεικτικές και σχετικές. Ο έξυπνος θερμοστάτης της εταιρείας Honeywell Enohome μαζί με το κόστος εγκατάστασης τιμολογείται στα 235€. Το όλο σύστημα βασίζει τη λειτουργία του πάνω σε ζώνες κάλυψης/ανίχνευσης – κάθε ζώνη απαιτεί τον αντίστοιχο ειδικό αισθητήρα (47€) + προαιρετικό controller ζεστού νερού (55€). Για εποπτεία/έλεγχο του συστήματος πάνω σε 5 τυπικές ζώνες (κουζίνα, σαλόνι, διάδρομος, υπνοδωμάτιο, μπάνιο) απαιτούνται 5 αισθητήρες, που μεταφράζεται σε περίπου 510€ και πάνω για ένα πλήρες σύστημα. Όστε, το όλο σύστημα δεν είναι διόλου φτηνό, ειδικά για τις τυπικές κατοικίες στην Ελλάδα.

Αυτό είναι ένα βασικό ζήτημα στους περισσότερους έξυπνους θερμοστάτες. Σε σύγκριση δηλαδή με την τοποθέτηση ενός απλού (ακριβού) θερμοστάτη, το κόστος είναι δυσανάλογα μεγάλο, όση εξοικονόμηση κι αν υπόσχονται.

Γενικότερα, οι έξυπνοι θερμοστάτες έχουν ακόμα πολύ δρόμο μέχρι να κυριαρχήσουν ως πρακτική εξοικονόμησης ενέργειας σε θέρμανση παγκοσμίως. Η εξοικονόμηση ενέργειας σε αυτά τα συστήματα εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, ενώ επαφίεται και στη σωστή χρήση του από τον χρήστη με στόχο την καλύτερη απόδοση. Η Τεχνολογία Αισθητήρων προσφέρει αφάνταστες δυνατότητες και επιλογές στους χρήστες. Έξυπνοι αισθητήρες μπορούν να τοποθετηθούν σε παράθυρα και να επικοινωνούν με τους έξυπνους θερμοστάτες: αν το παράθυρο ενός δωματίου είναι ανοιχτό, ο αισθητήρας δίνει εντολή στον έξυπνο θερμοστάτη να μην ανοίξει τη θέρμανση, προβλέποντας τη σπατάλη ενέργειας στον χώρο. Ταυτόχρονα όμως με τις πολλές δυνατότητες που παρέχονται στον χρήστη, οι εταιρείες προωθούν πολλές πρόσθετες λειτουργίες για να δικαιολογήσουν το υψηλό κόστος – λειτουργίες οι οποίες δεν είναι πάντα ενεργειακά αποδοτικές ή πραγματικά χρήσιμες για τον καταναλωτή. Σε κάθε περίπτωση πάντως, επαφίεται στον χρήστη η ορθολογική διαχείριση των ενεργειακών αναγκών του και η κρίση του σχετικά με την ανάγκη απόκτησης οποιασδήποτε έξυπνης συσκευής.

### 5.3.6 ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ (NON INVERTER/INVERTER)

Αντλία θερμότητας (heat pump) ονομάζουμε τη μηχανολογική διάταξη που μας επιτρέπει να μεταφέρουμε ενέργεια από έναν χώρο χαμηλής θερμοκρασίας, σε έναν χώρο υψηλότερης θερμοκρασίας. Οι αντλίες θερμότητας αντλούν θερμότητα (με τη μορφή ψύξης ή θέρμανσης) από μια δεξαμενή θερμότητας (αέρας περιβάλλοντος, υπόγεια νερά κλπ) προς ένα χώρο, μέσω ενός κύκλου εξάτμισης και συμπύκνωσης ενός εργαζόμενου μέσου, καταναλώνοντας ηλεκτρική ενέργεια. Οι αντλίες θερμότητας λειτουργούν με τον ίδιο τρόπο που λειτουργούν όλα τα ψυκτικά μηχανήματα – βασίζονται, δηλαδή, στον ψυκτικό κύκλο, που είναι ένας αέναος κύκλος εκτόνωσης και συμπίεσης ενός ρευστού (εργαζόμενο μέσο).

Ανάλογα με το ρευστό στο οποίο αποβάλλει (ή από το οποίο προσλαμβάνει) την ενέργεια η αντλία θερμότητας, οι αντλίες θερμότητας ταξινομούνται σε:

- Αντλίες θερμότητας αέρος/αέρος.
- Αντλίες θερμότητας αέρος/νερού.
- Αντλίες θερμότητας νερού/νερού.

Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα χρήσης αντλίας θερμότητας ή μετατροπής του συστήματος λέβητα – ψύκτη σε αντλία θερμότητας είναι:

1. Υψηλός βαθμός απόδοσης (έως 80%).
2. Δεν ρυπαίνει την τοπική ατμόσφαιρα με καυσαέρια.
3. Εξοικονομεί χώρο (λεβητοστασίου και δεξαμενής καυσίμου).
4. Χρησιμοποιεί ηλεκτρικό ρεύμα, το οποίο στην Ελλάδα παράγεται σε μεγαλύτερο ποσοστό από εγχώρια καύσιμα (λιγνίτη και υδροηλεκτρικά), ενώ το πετρέλαιο εισάγεται.
5. Με την ίδια εγκατάσταση μπορεί να επιτευχθεί ψύξη το καλοκαίρι.

Στα μειονεκτήματα της χρήσης αντλίας θερμότητας συγκαταλέγονται το υψηλό κόστος απόκτησης – εγκατάστασης, καθώς και υψηλή στάθμη θορύβου στο εσωτερικό του θερμαινόμενου χώρου.

Η εγκατάσταση αντλίας θερμότητας είναι οικονομική όταν υπάρχουν ευνοϊκά τιμολόγια ρεύματος, υψηλό κόστος καυσίμου για λέβητες – καυστήρες, υψηλός ετήσιος αριθμός ωρών λειτουργίας και ανάγκη θέρμανσης το χειμώνα – ψύξης το καλοκαίρι.

Είναι ενδεικτικό ότι η έκθεση του ΕΜΠ (2013) σχετικά με τις διαθέσιμες τεχνολογίες θέρμανσης που χρησιμοποιούνται στην ελληνική αγορά έφερε την αντλία θερμότητας στις πρώτες θέσεις ως οικονομικότερο μέσο θέρμανσης μεταξύ των διάφορων τεχνολογιών. Για το λόγο αυτό, οι αντλίες θερμότητας χρησιμοποιούνται ευρύτατα τα τελευταία χρόνια στον ελλαδικό χώρο, τόσο σε μεγάλες επιχειρησιακές μονάδες – ξενοδοχειακά συγκροτήματα, τόσο και στον οικιακό τομέα, εξαιτίας κυρίως της πολύ υψηλής απόδοσής τους με ταυτόχρονα μικρή ενεργειακή κατανάλωση.

Τεχνολογία Inverter: Η τεχνολογία inverter επιτρέπει στην αντλία να μεταβάλλει την απόδοσή της, διατηρώντας σταθερή ονομαστική ικανότητα θέρμανσης ακόμα και όταν η εξωτερική θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι πολύ χαμηλή. Επιπλέον με τη χρήση inverter εξασφαλίζεται αθόρυβη λειτουργία των αντλιών θερμότητας ακόμα και στη μέγιστη ισχύ τους. Η καρδιά μιας αντλίας θερμότητας είναι ο συμπιεστής. Ο συμπιεστής περιστρέφεται με τη βοήθεια ενός ασύγχρονου επαγωγικού -συνήθως τετραπολικού- κινητήρα. Πριν από την ύπαρξη των inverters ο κινητήρας τροφοδοτείτο άμεσα με το AC ρεύμα συχνότητας 50 Hz και συνεπώς περιστρέφεται με ταχύτητα λίγο μικρότερη των 1500 rpm. Έτσι, δεν υπήρχε δυνατότητα ρύθμισης των στροφών του. Παράλληλα υπήρχε το πρόβλημα με το υψηλό ρεύμα εκκίνησης που χαρακτηρίζει τους ασύγχρονους κινητήρες. Ο DC inverter παρεμβάλλεται μεταξύ της AC πηγής -μονοφασικής ή τριφασικής- και του κινητήρα επιτελώντας τις εξής λειτουργίες:

- Μετατροπή του AC ρεύματος των 50 Hz σε DC με τη βοήθεια ενός ανορθωτή.
- Μετατροπή του DC ρεύματος σε AC μεταβλητής συχνότητας από 5 Hz μέχρι περίπου 50 Hz.
- Το ρυθμιζόμενη συχνότητας ρεύμα τροφοδοτεί τον επαγωγικό κινητήρα και αυτός περιστρέφεται με ταχύτητα ανάλογη της συχνότητας.



Η τεχνολογία Inverter, παρακολουθώντας και προσαρμόζοντας τη θερμοκρασία του χώρου ανάλογα με τις συνθήκες, συμβάλλει σε μείωση της κατανάλωσης ενέργειας κατά 30% σε σχέση με τα συμβατικά συστήματα σταθερών στροφών.

Αντλίες θερμότητας υψηλών θερμοκρασιών ονομάζονται οι αντλίες που μπορούν να παράγουν ζεστό νερό θερμοκρασίας έως 80°C για τη θέρμανση χώρων με θερμαντικά σώματα (υδρόψυκτες αντλίες θερμότητας μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης). Η καινοτομία στις αντλίες αυτές έγκειται στη δυνατότητα λειτουργίας ενός ή δύο ψυκτικών κύκλων (smart cascade) ανάλογα με τις συνθήκες (εσωτερικές και εξωτερικές) και την εξοικονόμηση ενέργειας. Το σύστημα ελέγχου της μονάδας επεξεργάζεται τις εξωτερικές συνθήκες που επικρατούν καθώς και τις απαιτήσεις του χώρου και αποφασίζει αν θα λειτουργήσει με έναν ή δύο κύκλους έχοντας σαν βασικό κριτήριο τη μέγιστη εξοικονόμηση ενέργειας. Μέσω των inverter συμπιεστών – ανεμιστήρων επιτυγχάνεται:

- Ρύθμιση της απαιτούμενης θερμοκρασίας σύμφωνα με τις εξωτερικές συνθήκες.
- Σταθερή διατήρηση απόδοσης, ακόμα και σε ακραίες συνθήκες περιβάλλοντος.
- Μέγιστη δυνατή απόδοση με την ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας.
- Αντικατάσταση του λέβητα σε υπάρχουσες εγκαταστάσεις χωρίς καμία αλλαγή και χωρίς την απαίτηση βοηθητικής πηγής ενέργειας.

Το βασικότερο πλεονέκτημα των αντλιών inverter είναι η δυνατότητά τους να προσαρμόζουν την ισχύ τους ανάλογα με το φορτίο, συντηρώντας το νερό στην επιθυμητή θερμοκρασία, χωρίς να ξοδεύουν ενέργεια ξεκινώντας ή σταματώντας τη λειτουργία τους. Ο βαθμός απόδοσής τους μεταβάλλεται ανάλογα με τις συνθήκες εισόδου – εξόδου του νερού απ' την αντλία. Η αντλία στιγμιαία ρυθμίζει όλες τις παραμέτρους της για να πετύχει την μέγιστη κάθε στιγμή απόδοση. Με χρήση αντιστάθμισης, η θερμοκρασία προσαγωγής ρυθμίζεται ανάλογα με την εξωτερική θερμοκρασία.

Σε κάθε περίπτωση, πρέπει να λογαριάζονται πολλοί παράγοντες για την επιλογή του σωστού τύπου αντλίας θερμότητας και ανάλογα πάντα με το μέγεθος του προς θέρμανση χώρου. Για παράδειγμα, υπό προϋποθέσεις (όπως π.χ. το μέγεθος του χώρου), μια αντλία inverter μπορεί να έχει παρόμοιο ή και μικρότερο βαθμό απόδοσης από μια αντλία non inverter.

Η χρήση αντλίας θερμότητας σε συνδυασμό με σύστημα BMS σ' ένα κτίριο ή βιομηχανία μπορεί να συμβάλλει σε εξοικονόμηση σε 10% επιπλέον, σε σύγκριση με την αυτόνομη λειτουργία ενός συμβατικού συστήματος με αντλία θερμότητας ON/OFF. Αυτή η εξοικονόμηση προέρχεται από τον έλεγχο της θερμοκρασίας εισόδου/εξόδου του νερού της αντλίας μέσω συστήματος εσωτερικής – εξωτερικής αντιστάθμισης, δυνατότητα που υποστηρίζεται από πολλά συστήματα κεντρικής διαχείρισης.

Η χρήση αντλίας θερμότητας αποτελεί έναν πραγματικά οικονομικό τρόπο θέρμανσης/ψύξης συμβάλλοντας στην γενικότερη εξοικονόμηση ενέργειας μιας οικίας ή ενός κτιρίου – βιομηχανικής μονάδας.

### 5.3.7 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΤΖΑΚΙ

Τα ενεργειακά τζάκια είναι εστίες καύσης ξύλου (ή πελλέτ). Διακρίνονται σε κλειστού τύπου (με απόδοση περίπου 60-80%) και ανοιχτού (με απόδοση 10-20%). Τα κλειστού τύπου τζάκια προστατεύονται από πόρτα με πυρίμαχο τζάμι. Στα πλεονεκτήματα των ενεργειακών τζακιών έναντι των παραδοσιακών περιλαμβάνονται η αργή κατανάλωση ξύλων, η σύντομη και υψηλή απόδοση θερμότητας, οι χαμηλοί ρύποι απ' τα καυσαέρια, οι περιορισμένες οσμές απ' την καύση καθώς και η αποφυγή καπνού. Τα σύγχρονα ενεργειακά τζάκια διακρίνονται σε θερμοδυναμικά, αερόθερμα και νερού (καλοριφέρ). Οι σημερινές εστίες, λόγω της απόδοσής τους, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για θέρμανση πολύ μεγαλύτερων χώρων παρέχοντας ομοιόμορφη θερμοκρασία (καλοριφέρ) ή λιγότερο ομοιόμορφη (θερμοδυναμικά ή αερόθερμα). Αυτό επιτυγχάνεται είτε με διανομή ζεστού αέρα σε κάθε δωμάτιο με κατάλληλους αεραγωγούς και βεντιλατέρ, είτε με σώματα καλοριφέρ.

Η εξέλιξη και αυτοματοποίηση των σύγχρονων τζακιών είναι θαυμαστή. Διαθέτουν εξειδικευμένους αισθητήρες υπερχειλίσσης και ανίχνευσης CO<sub>2</sub>, οι οποίοι κλείνουν το σύστημα σε περίπτωση ανάγκης παρέχοντας ασφάλεια στους χρήστες ή σημαίνουν συναγερμό. Παράλληλα, ειδικός ρυθμιστής ελέγχει πλήρως τη θερμοκρασία μέσω αντίστοιχου αισθητήρα. Έχουν κυκλοφορήσει ειδικοί θερμοστάτες για ενεργειακά τζάκια με μικροεπεξεργαστή και ψηφιακή οθόνη (στα πρότυπα σχεδόν του έξυπνου θερμοστάτη), οι οποίοι παρέχουν πολλές λειτουργίες ελέγχου στον χρήστη, όπως έλεγχο της επιθυμητής θερμοκρασίας, αθόρυβη λειτουργία, καθορισμό της ώρας καύσης, ενώ υπάρχει και αυτοματοποιημένη προγραμματιζόμενη από τον χρήστη λειτουργία. Τα ενεργειακά τζάκια, με κατάλληλη εγκατάσταση, τροφοδοτούν και τον θερμοσίφωνα για παραγωγή ζεστού νερού. Ο χρήστης μπορεί ακόμα να ελέγξει τη λειτουργία του ενεργειακού τζακιού μέσω wifi απ' το smartphone του.

Το 2013, λόγω της ευρείας χρήσης συμβατικών τζακιών ως βασικό σύστημα θέρμανσης σε πολλές περιοχές της Ελλάδος (συμπεριλαμβανομένων των μεγάλων πόλεων) και της συνεπαγόμενης αιθαλομίχλης που αυτά παρήγαγαν με κίνδυνο για τη δημόσια υγεία, το πρόγραμμα «Εξοικονομώ κατ' οίκον» του Υπουργείου Περιβάλλοντος περιελάμβανε ειδική επιδότηση για τοποθέτηση ενεργειακών τζακιών (ειδικής κατηγορίας).

## 5.4 ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ – ΑΕΡΙΣΜΟΣ

Οι απαιτήσεις κλιματισμού στον τριτογενή τομέα αυξάνονται συνεχώς, ιδιαίτερα λόγω των μεγαλύτερων απαιτήσεων θερμικής άνεσης και των υψηλότερων θερμοκρασιών που έχουν εμφανιστεί κατά τη διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας. Παράλληλα, εφαρμογές παθητικών και ημι-ενεργητικών συστημάτων φαίνεται να μην αξιοποιούνται σε πολλά νέα κτίρια. Η εκτενής χρήση των ηλεκτροκίνητων συστημάτων ψύξης με συμπίεση είναι υπεύθυνη για την αυξανόμενη ζήτηση αιχμής της ηλεκτρικής ενέργειας το καλοκαίρι, η οποία φτάνει σε διάφορες περιπτώσεις στο ανώτατο όριο του δικτύου. Στον αντίποδα, υπάρχουν εφαρμογές ηλιακών τεχνολογιών ψύξης με αποδοτικότητα και αξιοπιστία, οι οποίες έχουν στην πλειονότητά τους μηδενικές εκπομπές CO<sub>2</sub>.

Κατά καιρούς, έχουν χρησιμοποιηθεί διάφορες μέθοδοι για την αποφυγή της υπερθέρμανσης και τη μείωση των εσωτερικών θερμοκρασιών κτιρίων κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Οι εναλλακτικές μέθοδοι δροσισμού είναι βασισμένες σε διάφορες τεχνικές παθητικής ψύξης και ψύξης χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης (προστασία με μέτρα στο σχεδιασμό του κτιρίου, χρήση ειδικού εξοπλισμού για τη μείωση των θερμικών κερδών ή για την απόρριψη θερμότητας στο περιβάλλον). Όλες αυτές οι τεχνικές στοχεύουν στη μείωση των ψυκτικών φορτίων και της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας για κλιματισμό.

Η αύξηση της πολυπλοκότητας – αυτοματοποίησης των εξελιγμένων μορφών ελέγχου κλιματισμού – δροσισμού χώρων συμβάλλει σε μεγάλα ποσοστά εξοικονόμησης ενέργειας. Τα συστήματα αυτά προσαρμόζουν την λειτουργία τους με βάση τις εξωτερικές – εσωτερικές συνθήκες των χώρων, επιτρέποντας (ανάλογα το βαθμό προσαρμοστικότητάς τους ή της ευφυΐας τους) πολλαπλές ενεργειακά αποδοτικές λειτουργίες χωρίς αυτό να γίνεται εις βάρος της ποιότητας ζωής των ανθρώπων. [19]

### 5.4.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

Τα συστήματα ενεργειακής διαχείρισης κλιματισμού είναι ευρύτατα διαδεδομένα την τελευταία δεκαετία στον τομέα του τουρισμού και της εστίασης. Υιοθετήθηκαν ως πρακτική από μικρά και μεγάλα ξενοδοχεία λόγω της σημαντικής ενεργειακής εξοικονόμησης σε ανάγκες κλιματισμού που προσφέρουν, εντασσόμενα σε προγράμματα χρηματοδότησης τουριστικών επιχειρήσεων του ΕΣΠΑ. Περιλαμβάνουν συστήματα ελέγχου κλιματισμού – φωτισμού – παρουσίας πελατών ανά χώρους – δωμάτια είτε σε ξενοδοχεία που λειτουργούν με θερμαντικά μέσα τύπου fan coils (Σώματα Εξαναγκασμένης Κυκλοφορίας Αέρα) είτε με split units κλιματιστικά.

Τα ξενοδοχεία χωρίς εγκατεστημένα συστήματα διαχείρισης παρουσιάζουν σημαντικά προβλήματα στην ενεργειακή κατανάλωση κυρίως εξαιτίας της απρόβλεπτης συμπεριφοράς των πελατών (π.χ. ο πελάτης επιλέγει μία – πολλές φορές υπερβολική – θερμοκρασία χώρου ή αφήνει το κλιματιστικό μηχάνημα να λειτουργεί με ανοιχτά παράθυρα ή όταν απουσιάζει απ' το δωμάτιο κλπ).

Τα συγκεκριμένα συστήματα εξοικονόμησης που κυκλοφορούν είναι συμβατά με κάθε τύπου κλιματιστικά μηχανήματα και ασύρματα, απαιτώντας ελάχιστη καλωδίωση και μικρό χρόνο εγκατάστασης. Συνδυάζονται με πρόσθετο εξοπλισμό όπως:

- Χειριστήρια για έλεγχο φωτισμού και σκίασης (ρολών)
- Διακόπτες key card (έλεγχος της πρόσβασης και άνοιγμα του φωτισμού και της θέρμανσης/κλιματισμού)
- Αισθητήρες παρουσίας (ρύθμιση θερμοκρασίας και φωτισμού με βάση τον εντοπισμό ανθρώπινης παρουσίας στον χώρο)
- Θερμοστάτες χώρου (ή έξυπνους θερμοστάτες)
- Διακόπτες θέσης – αισθητήρια πορτών/παραθύρων (επαφές κατάστασης που απενεργοποιούν τον κλιματισμό όταν τα παράθυρα είναι ανοιχτά)

Ο βαθμός εξέλιξης των εν λόγω συστημάτων είναι ανάλογος με τις δυνατότητες διαχείρισης που προσφέρουν. Τα πιο εξελιγμένα συστήματα διαχείρισης προσφέρουν πολύ περισσότερες δυνατότητες υιοθέτησης διαφορετικών σεναρίων, ενώ παράλληλα μεγιστοποιούν τον βαθμό αυτοματοποίησης. Η φιλοσοφία λειτουργίας τους σχετίζεται με την έννοια της ενεργειακής διαχείρισης χώρων. Ειδικά σε κτίρια όπου πολλοί χώροι μένουν ανεκμετάλλευτοι ημερησίως ή για μια περίοδο του έτους, η χρήση έξυπνων θερμοστατών σε συνδυασμό με αισθητήρες παρουσίας στο χώρο μπορεί να επιφέρει σημαντικά ενεργειακά οφέλη στον παράγοντα της θέρμανσης ή του κλιματισμού. Όταν ένας χώρος είναι κενός, ο θερμοστάτης κλείνει. Όταν ανιχνευτεί παρουσία στο χώρο, ο θερμοστάτης ανοίγει – με βάση πάντα προκαθορισμένες επιλογές. Αλλά το σύστημα αυτό δεν μπορεί να εφαρμοστεί εύκολα σε σχολεία, νοσοκομεία ή δημόσιους χώρους που η παρουσία ανθρώπων είναι συχνότερη. Ταυτόχρονα, η χρήση αισθητήρων παρουσίας περιοριζόμενη μόνο σε συγκεκριμένους χώρους (π.χ. wc) δεν επιφέρει σημαντική ενεργειακή εξοικονόμηση.

Ανάλογα με τις ανάγκες του χώρου, μπορεί να υιοθετηθεί ένα αντίστοιχο ρεαλιστικό σενάριο. Για παράδειγμα, σε μια σχολική αίθουσα:

- Όταν ο αισθητήρας εντοπίσει κίνηση, ο θερμοστάτης ρυθμίζει σταδιακά τη θερμοκρασία σ' ένα επιλεγμένο επίπεδο σε διάρκεια 10 λεπτών.
- Με το πέρας της διάλεξης, αν περάσουν 15 λεπτά και δεν ανιχνευτεί παρουσία, ο θερμοστάτης κλείνει ή επαναφέρει τον χώρο σε μια χαμηλότερη θερμοκρασία.

Η χειροκίνητη έναυση του θερμοστάτη (αν υπάρχει σε δεδομένο χώρο) μπορεί να είναι ενεργειακά αποδοτική, αλλά δεν είναι πάντα αποτελεσματική ή φιλική προς τους παρόντες (π.χ. νοσοκομεία). Οποσδήποτε, σε νοσοκομεία πρέπει να υιοθετηθεί μια προσεγγισμένη πολιτική, ένας αλγόριθμος αποδοτικός, που να μη βάζει σε κίνδυνο τη ζωή των νοσηλευόμενων.

Τα πλεονεκτήματα της εγκατάστασης συστημάτων ελέγχου κλιματισμού – φωτισμού – παρουσίας είναι πολλά:

- Ενεργοποίηση/απενεργοποίηση κλιματισμού κάθε δωματίου, από τη reception του ξενοδοχείου ή από οποιοδήποτε άλλο σημείο (απομακρυσμένος έλεγχος).
- Έλεγχος άνω και κάτω ορίων επιθυμητής θερμοκρασίας ανά δωμάτιο έτσι ώστε να αποφεύγεται η ενεργειακή σπατάλη και να επιτυγχάνεται εξοικονόμηση χωρίς περιορισμός της άνεσης.
- Αυτόματος έλεγχος κλιματισμού όταν ο πελάτης εισέρχεται/εξέρχεται στο δωμάτιο ή όταν είναι ανοιχτά πόρτες και παράθυρα.
- Παρακολούθηση της ενέργειας που καταναλώνεται ανά χώρο αλλά και συνολικά.
- Ενοικίαση δωματίων ανάλογα με την ενεργειακή τους απόδοση.

- Πρόβλεψη μελλοντικής ενεργειακής κατανάλωσης.
- Βελτιστοποίηση της εποπτείας στην απόδοση του προσωπικού καθαριότητας δωματίων.

#### 5.4.2 ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΥ ΟΓΚΟΥ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΜΕΣΟΥ (Variable Refrigerant Volume – VRV)

Το σύστημα κλιματισμού VRV (ή VRF/ Σύστημα Κλιματισμού Μεταβλητής Ροής Ψυκτικού Μέσου – ανάλογα με τον κατασκευαστή του κλιματιστικού συστήματος) εφαρμόζεται πολλά χρόνια σε μεσαία ή μεγάλα κτίρια, ξενοδοχεία, συγκροτήματα γραφείων κ.α. Είναι ενεργειακά αποδοτικό και συντελεί στην μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub>.

Το σύστημα VRV λειτουργεί με το μηχανισμό λειτουργίας του συμπιεστή Inverter. Ο αισθητήρας που είναι ενσωματωμένος στην εσωτερική μονάδα του συστήματος ανιχνεύει τη θερμοκρασία του δωματίου και την ελέγχει δίνοντας οδηγίες στο σύστημα Inverter με την επιλογή κατάλληλης συχνότητας.

Το σύστημα Inverter επιλέγει την κατάλληλη συχνότητα λειτουργίας του κλιματιστικού μηχανήματος σύμφωνα με τη θερμοκρασία του χώρου, δηλαδή μεταβάλλει την ψυκτική/θερμική απόδοση του κλιματιστικού μηχανήματος ανάλογα με τα φορτία του χώρου. Η μονάδα λειτουργεί σε υψηλές συχνότητες όταν υπάρχει μεγάλη διαφορά μεταξύ θερμοκρασίας χώρου και επιθυμητής και σε χαμηλές συχνότητες όταν αυτή η διαφορά θερμοκρασίας είναι μικρή. Το Inverter επιλέγει την κατάλληλη συχνότητα με βάση την παραπάνω διαφορά θερμοκρασίας και εκτελεί την ανάλογη αλλαγή στροφών στο συμπιεστή.

Το σύστημα VRV είναι σημαντικά βελτιωμένο σε ότι αφορά τη θερμική απόδοση σε σχέση με τις συμβατικές αντλίες θερμότητας. Μια σημαντική διαφορά ανάμεσα στο Inverter και ένα συμβατικό κλιματιστικό είναι η ισχύς εκκίνησης. Παράλληλα, ο χαμηλής θερμοκρασίας αέρας θερμαίνεται ταχύτατα μέχρι την επιθυμητή θερμοκρασία. Ο χρόνος που απαιτείται για την άνοδο της θερμοκρασίας στο επιθυμητό επίπεδο είναι συνήθως μικρότερος από το μισό χρόνο που χρειάζεται ένα συμβατικό κλιματιστικό. Όταν η επιθυμητή θερμοκρασία επιτευχθεί, το Inverter ελαττώνει σταδιακά την ισχύ του. Μια χαμηλής ισχύος λειτουργία του κλιματιστικού στα 30 Hz διατηρεί άνετη θερμοκρασία, αντίθετα με τις συμβατικές μονάδες που ξοδεύουν πρόσθετη ισχύ με την επαναλαμβανόμενη ON/OFF λειτουργία τους στα 50Hz.

Τα πιο εξελιγμένα συστήματα VRV έχουν τη δυνατότητα σύνδεσης έως και 64 εσωτερικών μονάδων σε μία εξωτερική μονάδα, γραμμικό έλεγχο απόδοσης μέσω συμπιεστών Inverter (10-100%) και δυνατότητα ανάπτυξης του κεντρικού δικτύου σωληνώσεων μέχρι και 100 μέτρα ανά εσωτερική μονάδα, με μέγιστη υψομετρική διαφορά εξωτερικής - εσωτερικής μονάδας 50 μέτρα. Υπολογίζεται ότι, για λειτουργία του συστήματος στο 50% του φορτίου, επιτυγχάνεται με το σύστημα VRV εξοικονόμηση ενέργειας της τάξεως του 40 % έναντι του συμβατικού συστήματος.

Η επιλογή μιας κλιματιστικής μονάδας με υψηλή ενεργειακή κλάση (A ή B) συνήθως είναι εξοπλισμένη με τεχνολογία κινητήρων και συμπιεστών Inverter που εξασφαλίζουν άνεση και οικονομία λειτουργίας. Οι κλιματιστικές μονάδες με απόδοση A+ και χρήση της

τεχνολογίας Inverter μπορεί να επιφέρουν εξοικονόμηση λειτουργικού κόστους έως και 50% σε σχέση με μια συμβατική μονάδα σταθερών στροφών – ενεργειακής κλάσης B.

Μια εγκατάσταση θέρμανσης - ψύξης χώρων με VRV - VRF αποτελείται από:

1. Αντλία θερμότητας με συμπιεστή τεχνολογίας Inverter.
2. Εσωτερικές μονάδες χώρων.
3. Δίκτυο σωληνώσεων χαλκού για την κυκλοφορία του ψυκτικού μέσου freon.
4. Δίκτυο απορροής των συμπυκνωμάτων των εσωτερικών μηχανημάτων.
5. Εναλλάκτη θερμότητας αέρα-αέρα για εξαερισμό των χώρων.

Υπάρχουν διάφορες μορφές συστημάτων VRV-VRF: για ψύξη, για θέρμανση ή συνδυασμός ψύξης – θέρμανσης. Ανάλογα με την εταιρεία, υπάρχει η δυνατότητα επέκτασης της χρήσης του συστήματος ώστε να περιλαμβάνονται θέρμανση ζεστού νερού (με ανάκτηση θερμότητας απ' το σύστημα), αεροκουρτίνες εισόδου κλπ. Το όλο σύστημα διαχειρίζεται από Κεντρικό Σύστημα Ελέγχου. [19][50]



Εικ. 12: Εγκατάσταση συστήματος VRV σε κτίριο

#### 5.4.3 ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΥ DCV

Τα συστήματα εξαερισμού MVHR (Mechanical Ventilation Heat Recovery) είναι συστήματα μηχανικού αερισμού αυξημένης απόδοσης που χρησιμοποιούν εναλλάκτες θερμότητας. Στα συστήματα MVHR περιλαμβάνονται ανεμιστήρες που απομακρύνουν τον

υγρό και ρυπασμένο αέρα από δωμάτια – επαγγελματικούς χώρους και παράλληλα προσάγουν προκλιματισμένο – φρέσκο αέρα στους χώρους εργασίας ή διαβίωσης. Η θερμότητα από το ρεύμα αέρα που εξάγεται ανακτάται μέσω ενός εναλλάκτη από το ρεύμα προσαγωγής χωρίς τα δύο αυτά ρεύματα να αναμειγνύονται. Κατ’ αυτόν τον τρόπο, μειώνεται η απαιτούμενη ενέργεια για την θέρμανση ή την ψύξη του αέρα προσαγωγής. Τα βασικά πλεονεκτήματα αυτών των μονάδων είναι ο υψηλός βαθμός απόδοσης (έως 94%), η δυνατότητα κάλυψης πολλών χώρων, η δυνατότητα χρονοπρογραμματισμού και ασύρματου χειρισμού, η αθόρυβη λειτουργία και η ευκολία συντήρησης των φίλτρων.

Για τη βελτιστοποίηση των συστημάτων και την αύξηση της εξοικονόμησης ενέργειας παρέχεται η δυνατότητα παρακολούθησης και ρύθμισης της λειτουργίας μέσω ολοκληρωμένων συστημάτων αυτοματισμού.

Το σύστημα DCV (Demand-Controlled Ventilation) περιλαμβάνει εξελιγμένους ρυθμιστές ανεμιστήρων σε συνδυασμό με αισθητήρες παρουσίας, βαλβίδες διπλής ροής, πρεσοστάτες και αισθητήρες ποιότητας αέρα (CO<sub>2</sub>) έτσι ώστε να καλύπτονται οι ακριβείς απαιτήσεις αερισμού του κτιρίου ανά πάσα στιγμή με χαμηλό λειτουργικό κόστος και χωρίς σπατάλη ενέργειας. Τα συστήματα DCV προτείνονται ειδικά για επαγγελματικούς χώρους, όπου η εξοικονόμηση ενέργειας είναι ζητούμενο. Τα συμβατικά συστήματα εξαερισμού παρέχουν επαρκή φρέσκο αέρα, αλλά συχνά με το κόστος θέρμανσης ή ψύξης περίσσειου αέρα. Ο προγραμματισμένος εξαερισμός μπορεί να παρέχει σωστή ποσότητα φρέσκου αέρα για ένα δεδομένο διάστημα, αλλά υπάρχει ο κίνδυνος υπέρ(ή υπό) κλιματισμού των χώρων, αν δεν τηρείται σωστό χρονοδιάγραμμα. Αντιθέτως, το σύστημα DCV υπερτερεί έναντι των συμβατικών συστημάτων κλιματισμού στο ότι βασίζεται σε έναν ή περισσότερους αισθητήρες παρουσίας και ποιότητας αέρα, οι οποίοι εντοπίζουν ποια σημεία του χώρου ή ποιοι χώροι – και για πόσο – απαιτούν εξαερισμό.

Οι αισθητήρες κίνησης, γενικά, μπορούν να ανιχνεύσουν αν ένα τουλάχιστον άτομο βρίσκεται σ’ ένα συγκεκριμένο χώρο. Ωστόσο, οι ανάγκες εξαερισμού για ένα πρόσωπο σ’ ένα χώρο είναι πολύ διαφορετικές απ’ τις ανάγκες π.χ. 100 προσώπων.

Οι ανιχνευτές CO<sub>2</sub> μετράνε την ποσότητα αέρα που εκπνέουν οι παρευρισκόμενοι σ’ ένα χώρο. Μετρώντας τα επίπεδα CO<sub>2</sub> τα συστήματα DCV εκτιμούν ουσιαστικά το ποσοστό της πληρότητας του χώρου και ρυθμίζουν αυτόματα το αντίστοιχο επίπεδο εξαερισμού που απαιτείται γι’ αυτές τις συνθήκες.

Τα συστήματα DCV συνδέονται συνήθως με το Κεντρικό Σύστημα Διαχείρισης (BAS). Το βασικό πλεονέκτημα ενός συστήματος DCV είναι πως, αντί να προκαθορίζονται οι ανάγκες κλιματισμού των χώρων με βάση σενάρια «χειρότερης περίπτωσης», το σύστημα υπολογίζει σε πραγματικό χρόνο τις πραγματικές ανάγκες εξαερισμού. Ο καθορισμός του εξαερισμού με βάση τις συνθήκες πληρότητας είναι πολύ σημαντικός σε χώρους όπου η πληρότητα κυμαίνεται από ένα σε πάρα πολλά άτομα, όπως π.χ. αίθουσες συνεδριάσεων, σχολικές αίθουσες κλπ. Σημειωτέον ότι ο ελληνικός Οργανισμός Σχολικών Κτιρίων, στην έκδοση «Οδηγός Βιοκλιματικού Σχεδιασμού Σχολικών Κτιρίων» (2008), έχει συμπεριλάβει στις προτάσεις του τον εξαερισμό με αισθητήρες CO<sub>2</sub>, καθώς και την εγκατάσταση Αυτομάτου Συστήματος Ελέγχου Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων (δηλαδή, συστήματος BMS/BAS). Ο συνδυασμός αισθητήρων CO<sub>2</sub> και αισθητήρων κίνησης – παρουσίας παρέχει ακόμα μεγαλύτερες προοπτικές καλύτερης λειτουργικότητας και ενεργειακής εξοικονόμησης. Παρά ταύτα, η εγκατάσταση ενός συστήματος DCV πρέπει να γίνεται

ορθολογικά και πάντα με βάση τις ανάγκες του κτιρίου ή της βιομηχανίας. Συνίσταται δε σε πολλούς επαγγελματικούς και δημόσιους χώρους, όπως π.χ. κουζίνες εστιατορίων, όπου ο σωστός εξαερισμός κρίνεται απαραίτητος για την υγεία των εργαζομένων.

Το σύστημα εξαερισμού DCV μπορεί να συμβάλλει μέχρι και σε 49% εξοικονόμηση ενέργειας σε σχέση με ένα συμβατικό σύστημα κλιματισμού.

#### 5.4.4 ΕΞΥΠΝΟΣ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑΣ

Τα μοντέλα έξυπνων ανεμιστήρων που βγήκαν τα τελευταία χρόνια στην αγορά ενσωματώνουν στη λειτουργία τους τεχνολογίες αισθητήρων μεταλλάσσοντας τους συμβατικούς ανεμιστήρες οροφής σε sensing συσκευές (συσκευές που «διαισθάνονται»). Η εν λόγω τεχνολογία περιλαμβάνει ακόμα συνδεσιμότητα wifi της συσκευής με το κινητό τηλέφωνο του χρήστη, για τοπικό ή απομακρυσμένο έλεγχο.

Η ρύθμιση των στροφών του ανεμιστήρα και της συνεπαγόμενης θερμοκρασίας γίνεται μέσω των αντίστοιχων αισθητήρων (αισθητήρες υπερόθρων – κίνησης/παρουσίας, αισθητήρες θερμοκρασίας, υγρασίας κλπ). Για παράδειγμα, ο ανεμιστήρας ξεκινάει ή σταματάει αυτόματα (ή αυξομειώνει τις στροφές) όταν ένα άτομο εισέλθει στην εμβέλεια ζώνης του ή εξέλθει απ' αυτήν. Εάν περισσότερα άτομα εισέλθουν στον χώρο, ο έξυπνος ανεμιστήρας επιταχύνει τις στροφές για να καλύψει τις μεγαλύτερες ανάγκες κλιματισμού του χώρου. Άλλη λειτουργία που μπορεί να ενσωματώνεται σ' έναν έξυπνο ανεμιστήρα είναι η κίνησή του σύμφωνα με τις πληροφορίες που λαμβάνονται απ' τους αισθητήρες θερμοκρασίας – υγρασίας. Έτσι, στην περίπτωση που η θερμοκρασία πέφτει (π.χ. στη διάρκεια της νύχτας) ο ανεμιστήρας επιβραδύνει «διαισθανόμενος» την αλλαγή στις περιβαλλοντικές συνθήκες, εξασφαλίζοντας τα βέλτιστα επίπεδα λειτουργίας για τον/τους χρήστες.

Η επιλεγμένη λειτουργία με βάση τους αισθητήρες παρουσίας στον χώρο και οι αυξομειώσεις της έντασης των στροφών με βάση τις κλιματικές συνθήκες (ή άλλους παράγοντες) έχει αντίκτυπο επίσης στην ενεργειακή κατανάλωση, η οποία μειώνεται σημαντικά σε σχέση με τους συμβατικούς ανεμιστήρες χωρίς χρονοπρογραμματισμό (ή άλλες δυνατότητες) οι οποίοι λειτουργούν κατά βάση σε συγκεκριμένο επίπεδο στροφών και επιτρέπουν μόνο τη χειροκίνητη έναυση/σβέση τους απ' τον χρήστη.



## 5.5 ΕΞΥΠΝΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

Στις ηλεκτρικές συσκευές καταναλώνονται σημαντικά ποσά ηλεκτρικής ενέργειας, λόγω του μεγάλου πλήθους τους και της συχνής χρήσης τους σε κτίρια και κατοικίες. Η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης ηλεκτρικών συσκευών εντάσσεται στα μέτρα ενεργειακής πολιτικής για τη μείωση της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία συμβάλλει στη μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub>, καθώς και στην τεχνολογική εξέλιξη και ανάπτυξη της βιομηχανίας παραγωγής αποδοτικότερων συστημάτων. Τα προγράμματα και οι πολιτικές που υιοθετούνται στοχεύουν στην πλήρη αξιοποίηση των δυνατοτήτων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης που προσφέρει η διαθέσιμη τεχνολογία. [19]

### 5.5.1 ΕΞΥΠΝΟ ΨΥΓΕΙΟ

Η ιδέα του έξυπνου ψυγείου δεν είναι καινούργια – η εφαρμογή της, όμως, τυπικά ξεκινάει στα τέλη της δεκαετίας του '90 και εντάσσεται στη λογική της διασυνδεσιμότητας των συσκευών (Internet of Things). Πολλά μοντέλα βγήκαν στην αγορά, διαφημίστηκαν δεόντως, αλλά είχαν εμπορική αποτυχία – εξ αιτίας, κυρίως, της μη χρηστικότητας τους και του μεγάλου κόστους. Τα τελευταία χρόνια, όμως, η ραγδαία ανάπτυξη της Τεχνολογίας Αισθητήρων και η εξάπλωση των «έξυπνων» συσκευών συνέβαλε στην εκ νέου προώθησή τους στην παγκόσμια αγορά – παρέχοντας πολύ περισσότερες δυνατότητες στους χρήστες, ενταγμένα πια στη λογική της ενεργειακής εξοικονόμησης:

- Ο χρήστης μπορεί χειροκίνητα ή αυτόματα (εάν ένα προϊόν είναι εφοδιασμένο με ετικέτα RFID – barcode) να ενημερώσει το λειτουργικό πρόγραμμα με τα προϊόντα που είναι εξοπλισμένο το ψυγείο.
- Το έξυπνο ψυγείο, καταγράφοντας τις ημερομηνίες παραγωγής – λήξης των προϊόντων, παρακολουθεί κι ενημερώνει τον χρήστη μέσω της οθόνης του ψυγείου ή με mail πότε ένα τρόφιμο λήγει και αν πρέπει να αντικατασταθεί.
- Το έξυπνο ψυγείο «γνωρίζοντας» τα αποθηκευμένα προϊόντα μπορεί να ενημερώσει τον χρήστη πόσα απ' αυτά (και τι ώρα) χρησιμοποιήθηκαν ή λείπουν.
- Το έξυπνο ψυγείο μπορεί να διατυπώσει προτάσεις για συνταγές, με βάση τα διαθέσιμα προϊόντα, σε περίπτωση που ο χρήστης δεν ξέρει τι να τα κάνει.

Το ενδιαφέρον, όμως, της τελευταίας σοδειάς έξυπνων ψυγείων βρίσκεται στον τομέα της εξοικονόμησης ενέργειας.

Για παράδειγμα, το ενεργειακά αποδοτικό μοντέλο της Panasonic είναι εξοπλισμένο με:

1. Αισθητήρα ο οποίος εντοπίζει τη συχνότητα που ανοιγοκλείνει η πόρτα του ψυγείου.
2. Αισθητήρα φωτισμού (light sensor) ο οποίος ανιχνεύει την φωτεινότητα του χώρου. Όταν η φωτεινότητα είναι ελάχιστη, το ψυγείο «καταλαβαίνει» ότι δεν χρησιμοποιείται.
3. Αισθητήρα θερμοκρασίας του χώρου.
4. Αισθητήρα εσωτερικής θερμοκρασίας, για τον καθορισμό της ιδανικής θερμοκρασίας ψύξης των προϊόντων.

Ένας μικροεπεξεργαστής του ψυγείου συλλέγει ανελλιπώς και επεξεργάζεται τις πληροφορίες που στέλνονται απ' τους αισθητήρες, παρέχοντας ανά πάσα στιγμή τις

βέλτιστες συνθήκες λειτουργίας ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες. Με βάση αυτά τα στοιχεία, το σύστημα προσαρμόζεται στις ανάγκες του χρήστη εφαρμόζοντας ευφυείς λογικές, προβλέποντας τα χρονοδιαγράμματα του ιδιοκτήτη, ελαττώνοντας την ενέργεια που καταναλώνεται όταν το σπίτι είναι άδειο ή κατά τη διάρκεια της νύχτας.

Τα πραγματικά οφέλη εξοικονόμησης ενέργειας από ένα έξυπνο ψυγείο, φυσικά, δεν είναι εύκολο να καθοριστούν. Εκτός των άλλων, τα έξυπνα ψυγεία είναι ακόμα σε «πειραματικό στάδιο». Ωστόσο, ένα σημείο που αξίζει να επικεντρωθεί κανείς είναι η καινούργια εφαρμοζόμενη λογική σε μια οικιακή συσκευή σαν το ψυγείο, όπου είναι εφοδιασμένο μ' ένα αυτόνομο Ευφυές Σύστημα Διαχείρισης Ενέργειας που ομοιάζει με τα Building Management Systems (BMS). Η λογική αυτή δεν υπήρχε στα παλαιότερα μοντέλα έξυπνων ψυγείων, τουλάχιστον μέχρι το 2009 (ή υπήρχε σε πολύ πρώιμο επίπεδο). Το ίδιο σύστημα πρακτικά περιλαμβάνει και ο Έξυπνος Θερμοστάτης – μια υπολογιστική μονάδα, δηλαδή, που καταγράφει πληροφορίες απ' το περιβάλλον της και προσαρμόζεται στη «λογική του χρήστη». Η λογική αυτή εφαρμόζεται κατά κόρον στις έξυπνες συσκευές τα τελευταία χρόνια κι αποτελεί το «κλειδί» για την αποτελεσματικό-τερη εξοικονόμηση ενέργειας εν συνόλω σ' ένα έξυπνο σπίτι.

### 5.5.2 ΕΞΥΠΝΟ ΠΛΥΝΤΗΡΙΟ

Η εξοικονόμηση ενέργειας στα πλυντήρια ρούχων τελευταίας γενιάς βασίζεται κατά κύριο λόγο – όπως στην πλειονότητα των σύγχρονων συσκευών – στον δείκτη ενεργειακής κλάσης – το βασικό σημείο διαφοράς, εντούτοις, σε σύγκριση με παλαιότερα αντίστοιχα μοντέλα, έγκειται στην εκμετάλλευση της Τεχνολογίας Αισθητήρων στον όλο τρόπο λειτουργίας τους (τομέας στον οποίο δίνουν ιδιαίτερη έμφαση οι εταιρείες προωθώντας και προβάλλοντας επιμελώς τα «αισθητήρια» χαρακτηριστικά των έξυπνων πλυντηρίων ως συστατικά εξοικονόμησης χρόνου και ενέργειας). Ακόμα και τα ονόματα των εν λόγω έξυπνων συσκευών συχνά παραπέμπουν εκεί (π.χ. iSensoric, τεχνολογία SensorIQ κ.α.).

Η χρήση αισθητήρων στα πλυντήρια ρούχων δεν περιορίζεται μόνο στον απομακρυσμένο έλεγχο της συσκευής μέσω ειδικών λογισμικών και στη δυνατότητα διαχείρισης της λειτουργίας απ' τον χρήστη μέσω του κινητού τηλεφώνου. Επεκτείνεται στην κατ' ουσίαν λειτουργία των έξυπνων συσκευών – στον τρόπο, δηλαδή, που τα πλυντήρια ρούχων διαχειρίζονται αυτόνομα τις πλύσεις «διαισθανόμενα» το φορτίο και προσαρμόζοντας αντίστοιχα τη λειτουργία τους.

Η διαχείριση του φορτίου (ποσότητα/βάρος ρούχων) πραγματοποιείται μέσω ενός αισθητήρα φορτίου (load sensor) με στόχο τη βέλτιστη προσαρμογή του συστήματος στο φορτίο που εξυπηρετεί. Η αποτελεσματικότητα της συγκεκριμένης τεχνολογίας ποικίλλει από μοντέλο σε μοντέλο, αλλά η λογική είναι παρόμοια: χρησιμοποιώντας έναν αισθητήρα φορτίου ή βάρους, το πλυντήριο ρυθμίζει αυτόματα το πρόγραμμα πλύσης για την πραγματική ποσότητα των ρούχων που «αντιλαμβάνεται» ότι περιέχεται στον κάδο. Η προσαρμογή αυτή στοχεύει στην εξοικονόμηση νερού και ηλεκτρικής ενέργειας (με παρόμοιο τρόπο, μια «έξυπνη» λειτουργία σε κυλιόμενες σκάλες προσαρμόζει την ταχύτητα του κινητήρα και, άρα, την ταχύτητα κίνησης του συστήματος με βάση το βάρος των ανθρώπων – φορτίο – για ένα δεδομένο χρονικό διάστημα, εξοικονομώντας ενέργεια). Το ίδιο σύστημα διαχείρισης φορτίου εφαρμόζεται και στα έξυπνα πλυντήρια πιάτων. Σε

αντίθεση με τις συμβατικές συσκευές, τα πλυντήρια πιάτων των τελευταίων χρόνων είναι εξοπλισμένα με αισθητήρα φορτίου, ο οποίος παρέχει, ανάλογα με την ποσότητα των σκευών (φορτίο), τη βέλτιστη απαιτούμενη ποσότητα νερού εξοικονομώντας (ανάλογα τη λειτουργία) νερό και ενέργεια. Εκτός των άλλων, με τη χρήση ειδικού αισθητήρα ο οποίος μετράει αυτόματα τον βαθμό καθαρότητας των πιάτων, το σύστημα εποπτεύει συνεχώς τη λειτουργία του και αυτορυθμίζεται κατά τη διάρκεια της πλύσης για μέγιστη αποδοτικότητα, μεγαλύτερη συντομία και λιγότερη κατανάλωση νερού και ενέργειας. Γενικότερα, η «προσαρμοστικότητα» των συστημάτων στις ανάγκες του φορτίου αποτελεί κοινό τόπο στις σύγχρονες έξυπνες συσκευές.

Επιστρέφοντας στα πλυντήρια ρούχων, πολυάριθμοι αισθητήρες παρακολουθούν διαρκώς την πρόοδο της πλύσης: με βάση τις πληροφορίες που συγκεντρώνονται, ο μικροεπεξεργαστής ρυθμίζει αυτόματα τη διαδικασία πλύσης σύμφωνα με το επιλεγμένο απ' τον χρήστη πρόγραμμα, τον τύπο και το βάρος της πλύσης. Η αυτοματοποίηση συμπεριλαμβάνει την κατάλληλη ποσότητα απορρυπαντικού και μαλακτικού που απαιτείται για την πλύση (αυτόματο σύστημα παροχής). Πιο συγκεκριμένα:

- Τα πλυντήρια ρούχων νέας γενιάς διαθέτουν ηλεκτρονικό έλεγχο των στροφών του κινητήρα μέσω αισθητήρων RPM παρέχοντας μεγαλύτερη απόδοση και ταυτόχρονη εξοικονόμηση ρεύματος.
- Η χρήση αισθητήρα στάθμης νερού επιτυγχάνει ακριβέστερη ρύθμιση και διαχείριση της χρησιμοποιούμενης ποσότητας νερού στις πλύσεις.
- Η εγκατάσταση αισθητήρα διαρροής στο κάτω μέρος του πλυντηρίου συμβάλλει στην εξοικονόμηση νερού. Σε περίπτωση διαρροής, ο αισθητήρας διακόπτει αυτόματα την ηλεκτρική βαλβίδα εισόδου του νερού (διακοπή παροχής στη συσκευή).
- Τα συστήματα διαθέτουν τεχνικές προστασίας από υπερχείλιση. Αν οι βαλβίδες ρύθμισης νερού υποστούν κάποια βλάβη (ή σε περίπτωση μεγάλης παροχής), μια αντλία αποστραγγίζει τον κάδο μέχρις ότου το επίπεδο του νερού επανέλθει στο επιθυμητό επίπεδο.

Σε κάθε περίπτωση, τα έξυπνα πλυντήρια ρούχων συνδυάζουν χαρακτηριστικά των κλασικών συμβατικών πλυντηρίων και πρόσθετων λειτουργικών δυνατοτήτων. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει δεδομένες λειτουργίες, αφήνοντας το σύστημα (αντ' αυτού) να χειριστεί τις πλύσεις προσαρμόζοντας τους διάφορους παράγοντες λειτουργίας με στόχο την βέλτιστη αποτελεσματικότητα ή/και την εξοικονόμηση ενέργειας.

### 5.5.3 ΕΞΥΠΝΟ ΠΟΛΥΠΙΡΙΖΟ

Τάση (ή ισχύς) αναμονής (standby power) καλείται η τάση που «τραβάει» κάθε είδους ηλεκτρονική συσκευή, όταν δεν χρησιμοποιείται (ή λειτουργεί σε κατάσταση πολύ χαμηλής κατανάλωσης, τυπικά off). Αυτή η ενέργεια μπορεί να αντιπροσωπεύει ένα σημαντικό τμήμα της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης της συσκευής. Οι συσκευές που συνήθως καταναλώνουν ενέργεια όταν δεν χρησιμοποιούνται είναι εκείνες που έχουν π.χ. τηλεχειριστήρια, φώτα ή οθόνες (τα οποία μένουν σε κατάσταση on, ακόμα κι αν έχει κλείσει η συσκευή). Για να επιτευχθεί εξοικονόμηση ενέργειας από την «τάση φάντασμα», όπως έχει χαρακτηριστεί η τάση αναμονής, θα πρέπει πρακτικά η συσκευή να μην

τροφοδοτείται καθόλου από τάση όταν είναι κλειστή (δηλαδή, να αποσυνδέεται τελείως απ' την τροφοδοσία). Επειδή αυτό δεν είναι πάντα πρακτικό, τα τελευταία χρόνια κυκλοφόρησαν στην παγκόσμια αγορά «έξυπνες» πρίζες και πολύπριζα, τα οποία κάνουν ακριβώς αυτή τη δουλειά.

Οι έξυπνες αυτές συσκευές ενσωματώνουν πρόσθετες λειτουργικές δυνατότητες έτσι ώστε να κλείνουν αυτόματα την τροφοδοσία στις συνδεδεμένες ηλεκτρονικές συσκευές όταν δεν χρησιμοποιούνται. Τα έξυπνα πολύπριζα ποικίλλουν στο σχεδιασμό τους, αλλά συχνά περιλαμβάνουν αισθητήρες παρουσίας, αισθητήρες φορτίου, χρονοδιακόπτες, remote controls κλπ. Ανάλογα την κατασκευή, μπορεί να παρέχουν στον χρήστη και δυνατότητες απομακρυσμένου ελέγχου (on/off) μέσω κινητού τηλεφώνου ή ακόμα και να στέλνουν sms στον ίδιο (alarm). Αναλυτικότερα:

- Οι αισθητήρες παρουσίας ανιχνεύουν την παρουσία ή όχι ενός ατόμου στον χώρο και αυτόματα ενεργοποιούν ή κλείνουν την τροφοδοσία. Αυτά τα πολύπριζα μπορεί να έχουν μία ή δύο εξόδους (πρίζες) που είναι πάντα on (σε λειτουργία) και δεν επηρεάζονται απ' τους αισθητήρες.
- Τα έξυπνα πολύπριζα που έχουν ευαισθησία στο φορτίο (load sensing), ανιχνεύουν την απότομη πτώση του ρεύματος, όταν η συσκευή ελέγχου μπαίνει σε λειτουργία χαμηλής κατανάλωσης. Η συσκευή ελέγχου (π.χ. ένας υπολογιστής) καθορίζει αντίστοιχα τη λειτουργία των υπόλοιπων συνδεδεμένων συσκευών στο πολύπριζο. Για παράδειγμα, αν ο υπολογιστής πέσει σε κατάσταση αναμονής (ή sleep), τότε ο αισθητήρας φορτίου εντοπίζει την μεταβολή στην ένταση του ρεύματος αποσυνδέοντας τις υπόλοιπες συσκευές (έτσι ώστε να μην τραβάνε ρεύμα και καταναλώνουν ενέργεια).
- Τα πολύπριζα που περιλαμβάνουν διασύνδεση USB (ή wifi sensors) παρέχουν τη δυνατότητα της απομακρυσμένης σύνδεσης – επικοινωνίας – της συσκευής ελέγχου με αυτά. Έτσι, όταν π.χ. ο υπολογιστής μπει σε κατάσταση αναμονής ή κλείσει, στέλνεται σήμα μέσω της θύρας USB (ή του wifi αισθητήρα) να κλείσουν αυτόματα όλες οι – επιλεγμένες – περιφερειακές συσκευές (εκτυπωτές, ηχεία, modem, laptop, φώτα κλπ).

Τα έξυπνα πολύπριζα αντιμετωπίζουν αποτελεσματικά την περίσσεια κατανάλωση ενέργειας σε κατάσταση αναμονής. Σε ορισμένες συσκευές, η ισχύς αναμονής μπορεί να αντιπροσωπεύει ένα πολύ μεγάλο ποσοστό της ετήσιας κατανάλωσης ενέργειάς τους. Σε κάποιες άλλες ηλεκτρονικές συσκευές, η ισχύς αναμονής μπορεί να σχετικά μικρή ή ελάχιστη – αλλά εξ αιτίας της ευρείας και συνεχούς χρήσης τους, το άθροισμα αυτών των καταναλώσεων να αντιπροσωπεύει ένα σημαντικό ποσό κατανάλωσης ενέργειας σε εθνικό επίπεδο. Για το λόγο αυτό, τα τελευταία χρόνια, οι κατασκευαστές υποχρεούνται να εμπεριέχουν στα datasheets την ισχύ αναμονής που καταναλώνουν οι συσκευές. Τέλος, αποτελεί κοινός στόχος των κατασκευαστών η προσπάθεια παραγωγής ηλεκτρονικών συσκευών που να έχουν πολύ μικρή ή ελάχιστη standby power, με στόχο την γενικότερη εξοικονόμηση ενέργειας.

## 5.6 ΚΙΝΗΣΗ – ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΣΗ

Το συνολικό ποσοστό ενέργειας που διατίθεται στην κατανάλωση υπό μορφή ηλεκτρικής ενέργειας ανέρχεται περίπου σε 40%. Η ηλεκτρική ενέργεια καταναλώνεται στη βιομηχανία, σε όλες τις παραγωγικές μονάδες – στο φωτισμό, στις οικιακές συσκευές, σε επισκευαστικές μονάδες, στα μέσα μεταφοράς κλπ. Το μεγαλύτερο μέρος της ηλεκτρικής ενέργειας, με εξαίρεση τον φωτισμό, καταναλώνεται στην ηλεκτροκίνηση, δηλαδή, από τους ηλεκτρικούς κινητήρες που ανέρχονται σε ένα τεράστιο αριθμό παγκοσμίως. [19]

Η τροφοδοσία και ο έλεγχος των ηλεκτρικών μηχανών μέσω ηλεκτρονικών μετατροπέων ισχύος έχει αναπτυχθεί σε πολύ υψηλό επίπεδο στις μέρες μας συντελώντας στην κατασκευή ηλεκτρικών κινητήρων με πολύ υψηλή απόδοση (της τάξεως του 97%). Οι ηλεκτρονικοί μετατροπείς ισχύος με τη χρήση νέων ημιαγωγικών στοιχείων ισχύος και νέες μεθόδους διακοπτικής λειτουργίας που χρησιμοποιούνται μέσω μικρουπολογιστικών διατάξεων, έχουν κατακτήσει πολύ υψηλό βαθμό απόδοσης, μεγάλη αξιοπιστία, καλή δυναμική συμπεριφορά και λογικό κόστος. [36]

Η εφαρμογή της τεχνολογίας αισθητήρων σε συστήματα ηλεκτροκίνησης μπορεί να επιτύχει σημαντικό βαθμό εξοικονόμησης ενέργειας. Η εξοικονόμηση αυτή επιτυγχάνεται είτε με την προσαρμογή του συστήματος στις απαιτήσεις του φορτίου που εξυπηρετεί είτε με την πιο ορθολογική χρήση του και την αποφυγή άσκοπων – ενεργειακά μη αποδοτικών – λειτουργιών.

### 5.6.1 ΚΥΛΙΟΜΕΝΕΣ ΣΚΑΛΕΣ/ΔΙΑΔΡΟΜΟΙ

Οι αυξανόμενες απαιτήσεις για ενεργειακή εξοικονόμηση οδήγησαν στην υιοθέτηση καινούργιων πρακτικών στον τομέα της ηλεκτροκίνησης. Όσον αφορά τις κυλιόμενες σκάλες, μια προσέγγιση εξοικονόμησης ενέργειας είναι η ελάττωση της ταχύτητας λειτουργίας, δεδομένου ότι το μεγαλύτερο ποσοστό ενέργειας καταναλώνεται στον κινητήρα του συστήματος. Η ισχύς που καταναλώνεται στον κινητήρα ποικίλλει ανάλογα π.χ. με τις μηχανικές απώλειες λόγω φθοράς του συστήματος ή το συνολικό βάρος – φορτίο κατά τη λειτουργία. Οι μηχανικές απώλειες, πάλι, εξαρτώνται απ' την ταχύτητα του συστήματος, ενώ το φορτίο απ' τον αριθμό των ανθρώπων. Η μόνιμη, ωστόσο, ελάττωση της ταχύτητας του συστήματος, εκτός των άλλων, έχει αντίκτυπο και στον πελάτη – δεδομένου ότι κυλιόμενες σκάλες υπάρχουν σε εμπορικά καταστήματα, αεροδρόμια, μετρό κλπ. Η μόνιμη «χαμηλή» ταχύτητα ή η μόνιμη μη-λειτουργία του συστήματος δεν αποτελεί σαφώς την καλύτερη λύση. Υπάρχουν, ανάλογα με την κατασκευαστική εταιρεία, αρκετές προτάσεις – καταστάσεις λειτουργίας που μπορούν να εξασφαλίσουν μέχρι και 40% εξοικονόμηση ενέργειας. Η λογική των πρώτων 2 καταστάσεων προϋποθέτει την τοποθέτηση ενδοδαπέδιων αισθητήρων κίνησης στην αρχή της σκάλας (ή στον πυλώνα που εγκαθίσταται σε μεγαλύτερη απόσταση απ' το σύστημα).

- **Κατάσταση Αναμονής 1:** όταν δεν υπάρχει φορτίο (επιβάτες) πάνω στην κυλιόμενη σκάλα, το σύστημα λειτουργεί σε χαμηλή ταχύτητα (π.χ. 10 μέτρα/λεπτό). Όταν ο αισθητήρας ανιχνεύσει ανθρώπινη παρουσία να προσεγγίζει, το σύστημα επιταχύνει στα 30 m/min. Όταν η κυλιόμενη σκάλα δεν χρησιμοποιείται για ένα συγκεκριμένο

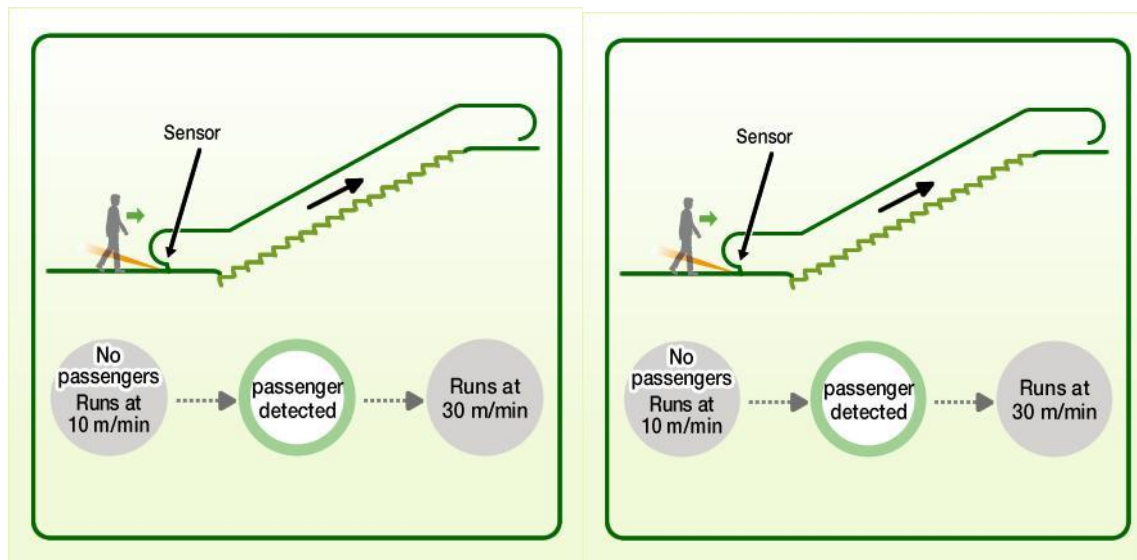
χρονικό διάστημα, το σύστημα επιστρέφει στην χαμηλής ταχύτητας λειτουργία (10 m/min), εξοικονομώντας με αυτό τον τρόπο ενέργεια.

- Κατάσταση Αναμονής 2: το σύστημα λειτουργεί σε μηδενική ταχύτητα όταν δεν χρησιμοποιείται. Η κυλιόμενη σκάλα αυτόματα επανακινείται (30 m/min) όταν οι αισθητήρες κίνησης στον πυλώνα (με το ειδικό σήμα κατεύθυνσης-προειδοποιητικό προς τον επιβάτη) ανιχνεύσουν ανθρώπινη παρουσία. Η σκάλα σταματάει και πάλι, όταν για ένα χρονικό διάστημα δεν χρησιμοποιείται το σύστημα. Με την μη χρήση όταν δεν εντοπίζονται επιβάτες, εξοικονομείται ενέργεια σε μεγάλο βαθμό. Η δεδομένη λειτουργία είναι κατάλληλη π.χ. για στάσεις ηλεκτρικού/προαστιακού, όπου μπορεί η ροή των επιβατών να είναι εξαιρετικά αραιή χρονικά (ή σε σταθμούς που χρησιμοποιούνται ελάχιστα).
- Λειτουργία ανάλογα με το φορτίο (3): το σύστημα προσαρμόζει την ταχύτητα λειτουργίας ανάλογα με τον αριθμό των επιβατών (βάρος). Το σύστημα επιβραδύνει όταν μεταφέρει ελάχιστους ή κανέναν επιβάτες. Όταν το φορτίο είναι μεγάλο, το σύστημα αυξάνει την ταχύτητα. Μια αργή κυλιόμενη σκάλα εξοικονομεί ενέργεια, αλλά δεν είναι φιλική προς τους χρήστες (π.χ. σε σούπερ μάρκετ ή μεγάλα καταστήματα όπου κυλιόμενες σκάλες/διάδρομοι λειτουργούν σε πολύ χαμηλή ταχύτητα). Από εκτεταμένες έρευνες, έχει διαπιστωθεί ότι μια καλή ταχύτητα, χωρίς οι επιβάτες να έχουν την εντύπωση ότι το σύστημα αργεί υπερβολικά, είναι της τάξεως των 25 m/min. Μόλις επιλεγεί, λοιπόν, η εν λόγω λειτουργία, το σύστημα τρέχει με 30 m/min όταν ο αριθμός των επιβατών είναι μεγάλος, ενώ επιβραδύνει στα 25 m/min όταν το φορτίο είναι μικρό. Και με αυτό τον τρόπο, μπορεί να εξοικονομηθεί σεβαστό ποσό ηλεκτρικής ενέργειας.

Ανάλογα την εταιρεία, όπως είπαμε, υπάρχουν διαφορετικές επιλογές, όπως επίσης και επιπλέον λειτουργίες, βασισμένες σε παρόμοια λογική, οι οποίες εξασφαλίζουν με πολλούς τρόπους εξοικονόμηση ενέργειας. Για παράδειγμα, η εταιρεία Hitachi παρέχει την λειτουργία 3 στη σειρά VX, με δυνατότητα προσθήκης (προαιρετικά) των Λειτουργιών 1 και 2. Επειδή, προφανώς, η προσθήκη μιας ή περισσότερων λειτουργιών έχει μεγαλύτερο κόστος, επαφίεται στον πελάτη η επιλογή του αντίστοιχου συστήματος που τον εξυπηρετεί. Παράλληλα, όπως και σε κάθε άλλο σύστημα, η πραγματική εξοικονόμηση ενέργειας ποικίλλει – κι είναι γνωστό ότι οι εταιρείες συχνά προβάλλουν μεγαλύτερα ποσοστά εξοικονόμησης για να προσελκύσουν πελάτες (ο μέσος όρος υπερδιόγκωσης των ποσοστών στις «αξιόπιστες» εταιρείες κυμαίνεται γύρω στο 10%). Επίσης, μια λειτουργία πράγματι μπορεί να εξοικονομεί πολλή ενέργεια (π.χ. 45%), αλλά η συνολική χρήση με βάση τις επιλογές να μην είναι αποδοτική. Χρειάζεται κι εδώ συγκεκριμένη τεχνικοοικονομική μελέτη απόδοσης – κόστους. Ένα σύστημα λ.χ. μπορεί στις επιμέρους λειτουργίες να εξοικονομεί ελάχιστη ενέργεια (της τάξεως του 1-3%), αλλά ο κατάλληλος συνδυασμός των λειτουργιών να είναι εξαιρετικά αποδοτικός (συνολική εξοικονόμηση 20%).

Η τεχνολογία αισθητήρων προσφέρει πολλές δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας και σ' αυτόν τον τομέα, αλλά σε κάθε περίπτωση πρέπει το όλο σύστημα να προσαρμόζεται στις ανάγκες του χώρου και των χρηστών (π.χ. η χρήση κυλιόμενων διαδρόμων σ' έναν σταθμό του μετρό που η προσέλευση επιβατών δεν είναι μεγάλη οφείλει να βασίζεται σε

διαφορετική λογική από ένα εμπορικό κέντρο όπου, τις περισσότερες ώρες, γίνεται τακτική χρήση του συστήματος για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα).



Εικ. 13: Εξοικονόμηση Ενέργειας με χρήση αισθητήρων σε κυλιόμενες σκάλες (Hitachi).

#### 5.6.2 ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΕΣ/ΕΞΥΠΝΟΙ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΕΣ

Ανελκυστήρας ή ανυψωτήρας (ασανσέρ) ονομάζεται κάθε εγκατάσταση που χρησιμοποιείται για την ανύψωση βαρών, προσώπων ή πραγμάτων. Υπάρχουν, κατά βάση, δύο είδη ανελκυστήρων: οι μηχανικοί ανελκυστήρες και οι υδραυλικοί.

Οι μηχανικοί ανελκυστήρες είναι το παλαιότερο είδος ανελκυστήρων. Αποτελούνται από έναν ηλεκτροκινητήρα, ένα μειωτή στροφών και μια τροχαλία, προσαρμοσμένα κατάλληλα μεταξύ τους πάνω σε μια βάση. Από την τροχαλία διέρχεται ένα σύστημα συρματόσχοινων, στην μία άκρη του οποίου βρίσκεται ο θάλαμος και στο άλλο τα αντίβαρα ταχυτήτων. Τα μηχανικά συστήματα ανελκυστήρων συνιστώνται σε ψηλά κτίρια όπου οι απαιτήσεις για μεγάλες ταχύτητες και έντονη επιβατική κίνηση (εκατοντάδες ζεύξεις / ημέρα) είναι δεδομένες.

Οι υδραυλικοί ανελκυστήρες είναι ένας σχετικά νέος τύπος ανελκυστήρα. Η μαζικότερη παραγωγή των υδραυλικών ανελκυστήρων ξεκίνησε τη δεκαετία του '80. Η αναγκαία ενέργεια για την ανύψωση του φορτίου προέρχεται από μια ηλεκτροκίνητη αντλία. Η αντλία μεταβιβάζει υδραυλικό υγρό σε μια ανυψωτική μονάδα που επενεργεί άμεσα ή έμμεσα στο θάλαμο.

Ανάλογα με τις ανάγκες χρήσης, προτιμάται η μία ή η άλλη μορφή ανελκυστήρα. Η σύγχρονη τεχνολογία παρέχει πλήθος δυνατοτήτων και στα δύο είδη ανελκυστήρων (π.χ. δυνατότητα απεγκλωβισμού). Ο υδραυλικός ανελκυστήρας υπερτερεί του μηχανικού σε κόστη εγκατάστασης και συντήρησης. Η απόδοση – ενεργειακή εξοικονόμηση ανάλογα με το είδος ποικίλλει (π.χ. υδραυλικοί ανελκυστήρες εγκατεστημένοι κυρίως σε κτίρια σχετικά λίγων ορόφων είναι πολύ λιγότεροι αποδοτικοί απ' τους μηχανικούς ανελκυστήρες που χρησιμοποιούνται σε κτίρια περισσότερων ή πολλών ορόφων). Οι σχετικά νέες τεχνολογίες

εκτιμάται ότι μπορούν να εξοικονομήσουν σημαντικό ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας (30-40 %). Στις Η.Π.Α. μέχρι το 2005 υπήρχαν 700 – 800.000 εγκατεστημένοι ανελκυστήρες κάθε τύπου. Η εκτενής έρευνα στον συγκεκριμένο τομέα ανοίγει το δρόμο για μιας νέας μορφής ανελκυστήρων (έξυπνοι ανελκυστήρες), οι οποίοι αναμένεται να συμβάλλουν σε ακόμα μεγαλύτερο ποσοστό εξοικονόμησης.

Η ενεργειακή απαίτηση των ανελκυστήρων συχνά εμπίπτει στην κατηγορία του «απρόβλεπτου» ενεργειακού κόστους. Αναφορές και case studies σχετικά με την ενεργειακή απαίτηση – πιθανότητες εξοικονόμησης στη λειτουργία των ανελκυστήρων είναι πολλές φορές αναξιόπιστα, επειδή ο συγκεκριμένος τομέας για μεγάλο χρονικό διάστημα δεν είχε επαρκώς μελετηθεί. Γενικά πάντως, οι ανελκυστήρες αντιστοιχούν σε 3-5 % της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στα σύγχρονα κτίρια.

Υπάρχουν πολλοί παράγοντες που επηρεάζουν την ενεργειακή αποδοτικότητα των ανελκυστήρων. Οι κυριότεροι απ' αυτούς είναι:

1. Είδος Ανελκυστήρα: Οι μηχανικοί ανελκυστήρες λόγω του αντίβαρου καταναλώνουν λιγότερο απ' τους συμβατικούς υδραυλικούς.
2. Τρόπος ανάρτησης: Οι περίπλοκοι τρόποι ανάρτησης δεν ενδείκνυνται, λόγω των απωλειών στις πολλές τροχαλίες. Η μηχανή συνίσταται να τοποθετείται στην άνω απόληξη του φρεατίου.
3. Αποδοτική μετακίνηση επιβατών/ Ευφυή συστήματα ελέγχου: Χρήση συστημάτων αποδοτικής διαχείρισης των κλήσεων, έτσι ώστε να αποφεύγονται άσκοπες διαδρομές, εκκινήσεις ή επιβραδύνσεις. Σ' αυτόν τον τομέα επικεντρώνονται ιδιαίτερα οι έρευνες για αποδοτικότερα συστήματα – στην αποτελεσματικότερη, δηλαδή, διαχείριση των κλήσεων σε σχέση με την πληθώρα ανελκυστήρων, το πλήθος ορόφων, την συχνότητα κλήσεων, τη συχνότητα και την ώρα πολλών και ταυτόχρονων κλήσεων, ειδικά σε πολυώροφα κτίρια, όπου οι απαιτήσεις είναι μεγαλύτερες. Οι σύγχρονοι ανελκυστήρες βασίζουν την λειτουργία τους σε εξειδικευμένο λογισμικό στην κεντρική μονάδα διαχείρισης του ανελκυστήρα. Τα συμβατικά συστήματα παρέχουν χρονο-καθοριζόμενες ενεργειακά αποδοτικές επιλογές όπως π.χ. μη – λειτουργία ενός ανελκυστήρα κατά τη διάρκεια της νύχτας ή τα σαββατοκύριακα (ανάλογα την εγκατάσταση). Με αυξανόμενο κόστος, άλλοι ανελκυστήρες παρέχουν πρόσθετες δυνατότητες που αυξάνουν την λειτουργικότητα του συστήματος, την προσαρμοστικότητα σε διακοπή/ελάττωση της κεντρικής παροχής και την εξοικονόμηση ενέργειας. Για παράδειγμα, μπορεί ένας ανελκυστήρας να «μαθαίνει» πού να οδηγείται συγκεκριμένες ώρες της ημέρας (όπως λ.χ. όλοι οι θάλαμοι των ανελκυστήρων σ' ένα συγκρότημα γραφείων να οδηγούνται στην είσοδο τις πρωινές ώρες, οπότε και θα εξυπηρετήσουν πιο γρήγορα τους εργαζομένους που προσέρχονται). Αυτό το σύστημα μειώνει την ώρα αναμονής των χρηστών. Κάποια συστήματα θα εξοικονομήσουν ενέργεια αυτόματα ταιριάζοντας τον αριθμό των «ενεργών» ανελκυστήρων σε σχέση με το φορτίο – χρήστες που έχουν να εξυπηρετήσουν, ενώ άλλα πιο εξειδικευμένα θα ανταποκριθούν στις απαιτήσεις της μέγιστης ζήτησης/ταυτόχρονης κλήσης ελαττώνοντας, όχι μόνο τον χρόνο, αλλά και την καταναλώμενη ισχύ. Παραδείγματα τέτοιων συστημάτων είναι τα συστήματα collective-selective, destination control (σε κτίρια μεγάλης κυκλοφορίας) ή συστήματα υπερφόρτωσης.



Η επιστημονική έρευνα στοχεύει σε αποδοτικότερα ακόμα συστήματα, που συνδυάζουν την λογική των άνω συστημάτων, έτσι ώστε η μονάδα ελέγχου να λειτουργεί «έξυπνα», λαμβάνοντας υπ' όψιν πλείστους παράγοντες. Ανάλογα με τον βαθμό εξέλιξης και αποδοτικότητας των εφαρμοζόμενων αλγορίθμων στο υπολογιστικό σύστημα της μονάδας ελέγχου, ανάλογη ενέργεια εξοικονομείται. Η ACEEE, σε σχετικό report το 2005, εκτιμούσε την εξοικονόμηση ενέργειας από εγκατάσταση εξειδικευμένων μονάδων ελέγχου σε σύγχρονους ανελκυστήρες στο 5% περίπου (σε σχέση με αντίστοιχα συστήματα με συμβατικό λογισμικό).

4. Αποδοτική Οδήγηση / Έλεγχος Κινητήρα: Τα συστήματα VVVF μετατρέπουν το ρεύμα γραμμής σε «VVVF» (μεταβλητής συχνότητας – ταχύτητας) AC – όπου η τάση και η συχνότητα εξαρτώνται απ' το φορτίο και την ταχύτητα. Αποτελούν την πιο αποδοτική επιλογή ελέγχου του κινητήρα. Με το σύστημα VVVF, η απόδοση του κινητήρα βρίσκεται σε υψηλά επίπεδα (~90%) σε όλες τις συνθήκες φόρτισης, ο συντελεστής ισχύος προσεγγίζει τη μονάδα, ενώ ταυτόχρονα μειώνεται το ρεύμα εκκίνησης. Η τεχνολογία VVVF στους υδραυλικούς ανελκυστήρες συμβάλλει στην μείωση της εγκατεστημένης ισχύος και σε εξοικονόμηση ενέργειας κατά την εκκίνηση – όμως, παρουσιάζει αυξημένη κατανάλωση σε standby mode.
5. Κατάσταση Αναμονής/Standby mode: Σβήσιμο του φωτισμού του θαλάμου όταν δεν χρησιμοποιείται, καθώς και του inverter, των displays, του μηχανισμού θυρών και των λοιπών ηλεκτρικών διατάξεων όταν δεν είναι σε λειτουργία.
6. Χρήση ελαφριών υλικών – πλαστικών τροχαλιών: η χρήση ελαφρύτερων κατασκευών όσον αφορά τις διάφορες αναρτημένες μάζες του ανελκυστήρα (θάλαμος, θύρα, πλαίσιο ανάρτησης κ.α.) μειώνει την κατανάλωση ενέργειας, κυρίως στους υδραυλικούς ανελκυστήρες. Παράλληλα, το μέγεθος και το βάρος των τροχαλιών επηρεάζει την ενεργειακή απόδοση του ανελκυστήρα (μεγαλύτερες και βαρύτερες τροχαλίες εμφανίζουν μεγαλύτερη αδράνεια). Η χρήση πλαστικών τροχαλιών συμβάλλει στη μείωση της αδράνειας στο 1/5.
7. Αποδοτικότερος φωτισμός θαλάμου.
8. Χρήση μηχανών χωρίς μειωτήρα.
9. Χρήση αντίβαρου και σε υδραυλικούς ανελκυστήρες.
10. Ανάκτηση Ενέργειας (Regeneration): με την κατάλληλη διάταξη ανάκτησης ενέργειας, η ενέργεια μπορεί να επιστραφεί στο δίκτυο. Και σ' αυτόν τον τομέα, δίνεται ιδιαίτερη έμφαση για ενεργειακά αποδοτικότερους ανελκυστήρες.

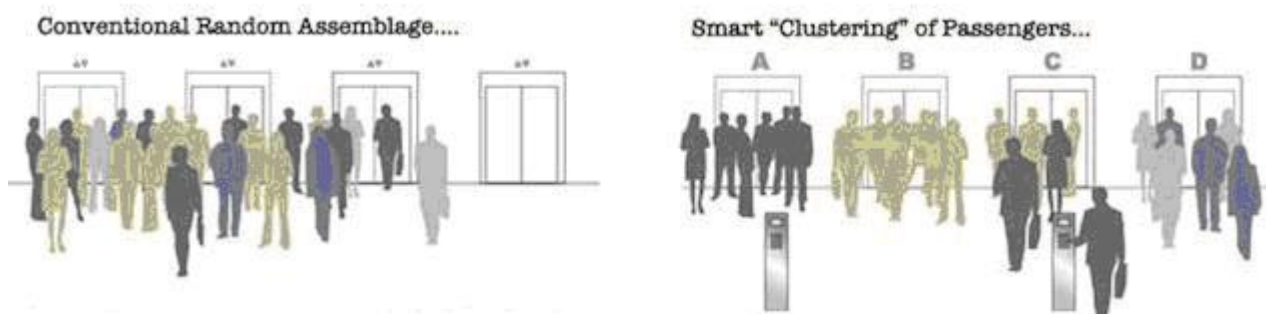
Η ανάγκη για έξυπνους ανελκυστήρες υπαγορεύτηκε κυρίως από παράγοντες ενεργειακής αποδοτικότητας και λειτουργικότητας των υπαρχόντων συστημάτων. Έρευνα της IBM το 2010 έδειξε ότι οι εργαζόμενοι σε γραφεία της Νέας Υόρκης πέρασαν κατά μέσο όρο 22,5% του χρόνου τους ετησίως περιμένοντας να επιβιβαστούν σε ανελκυστήρες (ή μέσα σε ανελκυστήρες που είχαν «κολλήσει») (12,2% στο Σικάγο, 13% στο Λος Άντζελες). Αυτό από μόνο του είναι κινητήριο παράγοντας εκσυγχρονισμού και βελτιστοποίησης των συστημάτων ανέλκυσης, τουλάχιστον σε μεγάλες πρωτεύουσες.

Έξυπνοι ανελκυστήρες, όπως ο Miconic 10 της Schindler Elevator Company, ταξινομούν τους επιβάτες με βάση κοινούς/παρόμοιους προορισμούς, για να ελαττώσουν τον συνολικό χρόνο διαδρομής μέχρι και 50%. Οι υποψήφιοι χρήστες πληκτρολογούν τον επιθυμητό

προορισμό τους (ή εισάγουν την κάρτα τους) κι έπειτα το σύστημα τους υποδεικνύει τον ανελκυστήρα στον οποίο θα επιβιβαστούν. Παράλληλα, το σύστημα λειτουργεί και με άλλο τρόπο: οι πλήρεις επιβατών θάλαμοι προσπερνάνε αυτόματα ορόφους ή ελαχιστοποιούν τις στάσεις κατά την κάθοδο. Με την ομαδοποίηση αυτή των επιβατών και την ικανότητα του συστήματος να «θυμάται» τους τελευταίους προορισμούς που επιλέγονται πιο συχνά, όχι μόνο ελαχιστοποιείται ο συνωστισμός των ανθρώπων στον πρώτο διαθέσιμο θάλαμο που θα βρουν, αλλά μειώνεται κατά πολύ ο χρόνος άφιξης, καθώς και η ενεργειακή αποδοτικότητα του συστήματος. Το συγκεκριμένο σύστημα εφαρμόστηκε απ' το 2006 σε πάνω από 200 κτίρια – ουρανοξύστες στην Νέα Υόρκη.

Το τελευταίο επίτευγμα της Microsoft είναι ένας έξυπνος ανελκυστήρας, βασισμένος σε τεχνολογία Τεχνητής Νοημοσύνης, ο οποίος «μαντεύει» τον επιθυμητό προορισμό των επιβατών. Το σύστημα χρησιμοποιεί, εκτός των άλλων, αισθητήρες, «παρακολουθώντας» τι κάνουν οι άνθρωποι. Δεν χρησιμοποιεί λογισμικό αναγνώρισης προσώπου. Η λειτουργία του βασίζεται σ' έναν αλγόριθμο «μελέτης» της ανθρώπινης συμπεριφοράς: μελετώντας τις κινήσεις των ανθρώπων στους διαδρόμους, μαθαίνει ότι ορισμένα είδη ανθρώπων πηγαίνουν σε συγκεκριμένα μέρη συγκεκριμένες ώρες της μέρας. Είναι ένα έξυπνο σύστημα που επιδιώκει να κατανοήσει τις προθέσεις των ανθρώπων.

Ο έξυπνος ανελκυστήρας της Microsoft τέθηκε σε εφαρμογή, μετά από μια τρίμηνη περίοδο «εκπαίδευσης» του συστήματος: το σύστημα κατάφερε επιτυχώς να διαισθανθεί – υπολογίσει τους προορισμούς των επιβατών. Ο επικεφαλής του προγράμματος, Peter Lee, ανέφερε ότι το σύστημα στο μέλλον θα μπορούσε να εξελιχθεί ακόμα περισσότερο, με την εισαγωγή επιπλέον αισθητήρων που είναι εγκατεστημένοι σε διάφορα σημεία ενός κτιρίου. Το εν λόγω πόνημα της Microsoft εντάσσεται σ' ένα ευρύτερο πεδίο έρευνας της εταιρείας πάνω σε έξυπνες συσκευές που χρησιμοποιούν Τεχνητή Νοημοσύνη.



Εικ. 14: Ταξινόμηση επιβατών με βάση τον προορισμό τους (Miconic 10)

### 5.6.3 ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΙΣΧΥΟΣ

Τα σύγχρονα ΣΗΕ χαρακτηρίζονται από προβλήματα αυξημένων απωλειών και ευστάθειας τάσεως που σχετίζονται με τη διαθεσιμότητα αέργου ισχύος. Η άεργος ισχύς είναι μη παραγωγική ισχύς, η οποία είναι αναγκαία αφενός για τη λειτουργία ορισμένων ευρέως διαδεδομένων φορτίων και αφετέρου για τη λειτουργία των δικτύων μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.

Κάθε φορτίο που περιλαμβάνει εξοπλισμό του οποίου η λειτουργία απαιτεί τη δημιουργία μαγνητικών πεδίων εμφανίζει κατανάλωση άεργου ισχύος, δηλαδή έχει «επαγωγική συμπεριφορά». Οι ασύγχρονοι (επαγωγικοί) κινητήρες και οι εφαρμογές τους στον οικιακό και βιομηχανικό τομέα (συστήματα μετάδοσης κίνησης, αντλητικά συστήματα, κλιματιστικά μηχανήματα, ψυγεία, πλυντήρια κλπ) είναι το πιο κλασσικό παράδειγμα.

Ο βαθμός κατανάλωσης άεργου ισχύος από τα φορτία εκφράζεται με το μέγεθος Συντελεστής Ισχύος ( $\cos\phi$ ), το οποίο αντιστοιχεί στο λόγο της κατανάλωσης ενεργού ισχύος προς τη φαινόμενη ισχύ του φορτίου. Ένα «καλό» φορτίο παρουσιάζει τιμές του  $\Sigma.Ι.$  ( $\cos\phi$ ) κοντά στη μονάδα ( $\approx 1$ ) ενώ ένα «κακό» φορτίο παρουσιάζει χαμηλότερες τιμές ( $< 1$ ).

Σε καταστάσεις, υψηλής κατανάλωσης ενεργού και άεργου ισχύος, η λειτουργία των δικτύων (σταθμοί παραγωγής) γίνεται οριακή, καθώς τα περιθώρια ελέγχου της ροής άεργου ισχύος στενεύουν με αποτέλεσμα να υφίσταται κίνδυνος black out. Η ζήτηση της άεργου ισχύος αυξάνεται σημαντικά σε περιόδους υψηλών θερμοκρασιών κατά τις οποίες γίνεται αυξημένη χρήση κλιματιστικών συσκευών και αντλητικών συστημάτων άρδευσης. Επισημαίνεται ότι κατά τις περιόδους αυτές η αύξηση της ζήτησης άεργου ισχύος είναι υψηλότερη από την αύξηση της ζήτησης ενεργού ισχύος, λόγω της σύνθεσης του φορτίου που περιλαμβάνει αυξημένο ποσοστό επαγωγικών κινητήρων.

Ο αριθμός των καταναλωτών Υψηλής Τάσης στην Ελλάδα είναι περιορισμένος. Λόγω όμως του μεγάλου μεγέθους της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας από τους καταναλωτές αυτούς, παρέχονται σημαντικά κίνητρα για τον ετεροχρονισμό της ζήτησής τους με την αιχμή του Συστήματος, ήτοι για τη μείωση της κατανάλωσής τους κατά τις ώρες μεγάλης ζήτησης από τα λοιπά φορτία του Συστήματος. Σύμφωνα με τις ισχύουσες διατάξεις του Κώδικα Διαχείρισης του Συστήματος (άρθρο 15), κάθε Πελάτης που συνδέεται με το Σύστημα (ΥΤ) οφείλει να διασφαλίζει ότι για φόρτιση μεγαλύτερη του 50% της μέγιστης ικανότητας τροφοδότησης, ο Συντελεστής Ισχύος του – στο σημείο σύνδεσης – παραμένει εντός του εύρους τιμών 0,90 επαγωγικό έως 1,00.

Μεγάλοι καταναλωτές (βιομηχανίες, νοσοκομεία, κτίρια γραφείων, ξενοδοχεία κλπ) συνδέονται κατά κανόνα στη Μέση Τάση. Στη Μέση Τάση όμως, ο χαμηλός συντελεστής ισχύος των επαγωγικών φορτίων επηρεάζει τη σωστή λειτουργία του ηλεκτρικού συστήματος ως εξής:

- Τα φορτία πρέπει να καλυφθούν υπό υψηλότερη ένταση, όσο χαμηλότερη είναι η τιμή του  $\cos\phi$ .
- Λόγω της υψηλής έντασης, απαιτείται χρήση μεγαλύτερου μετασχηματιστή ισχύος και αγωγών μεγαλύτερης διατομής.
- Οι καταναλωτές Μέσης Τάσης χρεώνονται παραπάνω απ' τη ΔΕΗ.

Ωστε, οι καταναλωτές Μέσης Τάσης έχουν ένα λόγο παραπάνω να επιθυμούν τη διόρθωση του Συντελεστή Ισχύος ή/και να μετατοπίζουν τη μέγιστη ζήτηση εκτός ωρών αιχμής (ή να τη μειώνουν).

Ο πλέον κατάλληλος τρόπος διόρθωσης του  $\Sigma.Ι.$  είναι η χωρητική αντιστάθμιση, με την παράλληλη ζεύξη πυκνωτών. Υπάρχουν δύο τύποι πυκνωτών:

- Οι στατικοί πυκνωτές, οι οποίοι ενδείκνυνται για εγκαταστάσεις χαμηλής ισχύος ( $< 50$  Kvar) και για τοπική αντιστάθμιση.

- Η αυτόματα ρυθμιζόμενη συστοιχία πυκνωτών, η οποία εφαρμόζεται κυρίως σε εγκαταστάσεις μεγάλης ισχύος, με φορτία έντονης διακύμανσης. Η εν λόγω μέθοδος αντιστάθμισης χρησιμοποιείται ευρέως στις βιομηχανίες.

Επειδή στις βιομηχανίες παρουσιάζονται καταστάσεις μεταβλητού φορτίου, η πιο πρακτικά συμφέρουσα λύση είναι η τοποθέτηση αυτομάτων διατάξεων βελτίωσης του Σ.Ι. με αυτόματη συστοιχία πυκνωτών. Με τον τρόπο αυτό, το πλήρως αυτοματοποιημένο σύστημα ρυθμίζει ανά πάσα στιγμή την αντίστοιχη χωρητικότητα (ανάλογα με την τρέχουσα απορροφούμενη ισχύ) έτσι ώστε ο Σ.Ι. να προσεγγίζει τη μονάδα. Με άλλα λόγια, σύμφωνα με τις απαιτήσεις του φορτίου, προσαρμόζεται η χωρητικότητα έτσι ώστε να μεγιστοποιείται ο Συντελεστής Ισχύος. Η όλη φιλοσοφία λειτουργίας ομοιάζει μ' έναν αισθητήρα που, ανάλογα με τις διακυμάνσεις του φορτίου, προσαρμόζεται – δίνοντας εντολές στο σύστημα ν' αυξήσει το  $\cos\phi$ .

Πλεονεκτήματα της Αντιστάθμισης Συντελεστή Ισχύος είναι:

- Μεγιστοποίηση Συντελεστή Ισχύος = Χαμηλότερες Χρεώσεις.
- Μείωση απωλειών σε αγωγούς και καλώδια.
- Βελτίωση ποιότητας ισχύος.

Στα μειονεκτήματα της αυτοματοποιημένης αντιστάθμισης, αξίζει ν' αναφερθούν η δημιουργία υπερεντάσεων και αρμονικών στο δίκτυο. [19][45]

#### 5.6.4 ΕΛΕΓΚΤΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

Η εγκατάσταση ηλεκτρονικών ισχύος στους κινητήρες συστημάτων ή υποσυστημάτων μονάδων μιας βιομηχανίας μπορεί να αποφέρει σημαντικά ενεργειακά οφέλη. Πιο συγκεκριμένα, σε κινητήρες οι οποίοι λειτουργούν για μεγάλο διάστημα του κύκλου τους με ισχύ μικρότερη του 50% της ονομαστικής τους ισχύος και με συντελεστή ισχύος  $\cos\phi < 0,7$ , προτείνεται η εγκατάσταση Ελεγκτών Ενέργειας. Οι Ελεγκτές Ενέργειας είναι συσκευές οι οποίες προσαρμόζουν την τάση και το ρεύμα ενός κινητήρα ανάλογα με τη φόρτίσή του. Σε περίπτωση που ο κινητήρας λειτουργεί σε χαμηλή ισχύ, τότε ο ελεγκτής ενέργειας μειώνει τις απώλειες σιδήρου και χαλκού και ταυτόχρονα βελτιώνει τον συντελεστή ισχύος του κινητήρα. [1]

## 5.7 ΜΕΤΡΗΤΕΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Οι μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας (συμβατικοί/έξυπνοι) προωθούνται ως σημαντικό μέτρο βελτιστοποίησης της λειτουργίας των ηλεκτρικών δικτύων καθώς και της συμπεριφοράς των καταναλωτών. Η βασική διαφορά των έξυπνων μετρητών απ' τους συμβατικούς οικιακούς μετρητές είναι η δυνατότητα αμφίδρομης επικοινωνίας, γι' αυτό και χαρακτηρίζονται ως Προηγμένες/Εξελιγμένες Υποδομές Μέτρησης (AMI – Advanced Metering Infrastructure). Ο όρος «αμφίδρομη επικοινωνία», όταν αναφέρεται στα smart meters, υποδηλοί επικοινωνία με έναν πάροχο ηλεκτρικής ενέργειας. Στον αντίποδα, οι οικιακοί μετρητές που προορίζονται για τον μέσο καταναλωτή είναι αυστηρά περιορισμένοι στην οικιακή διαχείριση (ο πιθανός απομακρυσμένος έλεγχος γίνεται μόνον από τον χρήστη).

### 5.7.1 SMART METERS

Ο έξυπνος μετρητής είναι ένας μετρητής αμφίδρομης επικοινωνίας, ο οποίος καταγράφει σε πραγματικό χρόνο την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και έχει δυνατότητα αποστολής δεδομένων και λήψης εντολών. Κύρια στοιχεία του έξυπνου μετρητή είναι:

- Επικοινωνεί με το διαχειριστή δικτύου διανομής (DSO) για τη λήψη μετρητικών δεδομένων, τη βελτιστοποίηση ελέγχου του δικτύου διανομής και τη διαχείριση σφαλμάτων.
- Επιτρέπει την εφαρμογή πολυζωνικών τιμολογίων από τον προμηθευτή.
- Ενημερώνει τον χρήστη για την κατανάλωσή του συμβάλλοντας στην πιο ορθολογική χρήση και εξοικονόμηση ενέργειας.

Οι έξυπνοι μετρητές αποτελούν βασική συνιστώσα για την ανάπτυξη των ευφυών δικτύων. Δεν νοείται ευφύες δίκτυο χωρίς έξυπνους μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας.

Ήδη οι εν λόγω μετρητές έχουν αρχίσει να αντικαθιστούν τους παλιούς συμβατικούς μετρητές στις Η.Π.Α., την Ε.Ε. και τις αναπτυσσόμενες χώρες. Μέχρι το 2020 αναμένεται να έχουν εγκατασταθεί στην πλειοψηφία των καταναλωτών ηλεκτρικής ενέργειας με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας και την μείωση εκπομπών CO<sub>2</sub> σε παγκόσμιο επίπεδο. Παρά τις αντιδράσεις καταναλωτών περί παραβίασης προσωπικών δικαιωμάτων, οι έξυπνοι μετρητές έχουν αρκετά πλεονεκτήματα σε σύγκριση με τους συμβατικούς.

Για τους καταναλωτές:

- Πιο ακριβείς μετρήσεις και τιμολογήσεις.
- Καλύτερη ενημέρωση και εξοικονόμηση ενέργειας.
- Διασύνδεση περισσότερων συσκευών στον έξυπνο μετρητή (έξυπνο σπίτι).

Για τους διαχειριστές:

- Βελτίωση εποπτείας και ελέγχου του δικτύου.
- Μείωση κόστους λόγω αυτοματοποίησης διαδικασιών.
- Ευκολότερος εντοπισμός σφαλμάτων δικτύου – ρευματοκλοπών. Ενσωμάτωση διεσπαρμένης παραγωγής.

Για τους προμηθευτές:

- Βελτιστοποίηση κόστους με μετατόπιση αιχμών.
- Μείωση ισοζυγίου ενέργειας με βάση ακριβέστερες προβλέψεις.

- Πρόσβαση σε μετρητικά δεδομένα για εξουσιοδοτημένους χρήστες.

## 5.7.2 ΕΞΥΠΝΟΙ ΜΕΤΡΗΤΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ

Οι έξυπνοι μετρητές κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας είναι συσκευές που επιτρέπουν στον χρήστη να διαχειρίζεται μερικώς ή ολικώς την κατανάλωση ενέργειας στον οικιακό τομέα. Συνοδεύονται απαραίτητα από αντίστοιχη εφαρμογή (συνήθως σε smartphone) η οποία παρακολουθεί και καταγράφει την κατανάλωση ενέργειας παρέχοντας στον χρήστη επιλεγμένες δυνατότητες τοπικού ή απομακρυσμένου ελέγχου (απενεργοποίηση συσκευών κλπ). Στην αγορά κυκλοφορεί ένας μεγάλος αριθμός τέτοιων συστημάτων παρακολούθησης ενέργειας, τα οποία διαφέρουν ανά εταιρεία στον τρόπο καταγραφής, τον εξοπλισμό εγκατάστασης, τις παρεχόμενες δυνατότητες στον χρήστη και, γενικά, στη φιλοσοφία λειτουργίας τους. Στοχεύουν κυρίως στην καταγραφή – πληροφόρηση σχετικά με τις επιμέρους ή ολικές καταναλώσεις και στην καλύτερη διαχείριση αυτών από τους χρήστες.

Η νεοσύστατη Smarpee από το Κόρτρικ του Βελγίου προσεγγίζει το θέμα της κατανάλωσης ενέργειας συνολικά. Η Smarpee προτείνει την εγκατάσταση μιας κεντρικής μονάδας δίπλα στον πίνακα ηλεκτρικού ρεύματος. Η συσκευή αυτή συνδυάζεται με ειδικές πρίζες που αναγνωρίζουν αυτόματα τις ηλεκτρικές συσκευές του σπιτιού και καταγράφουν πόσα Watt καταναλώνουν. Με μια εφαρμογή στο smartphone, ο χρήστης μπορεί να δει όχι μόνο εάν άφησε ανοικτά τα φώτα ή την κονσόλα, αλλά και να διακρίνει ποιες συσκευές είναι σπάταλες. Το energy monitor της Smarpee κοστίζει 169 ευρώ και έξι επιπλέον Comfort Plugs 60 ευρώ.

Ομοίως, η ecois.me χρησιμοποιεί έναν διαφορετικό τρόπο αναγνώρισης των ηλεκτρικών συσκευών και των καταναλωτικών τους συνηθειών (spectrum and power analysis). Η λύση της δεν περιλαμβάνει επιπλέον πρίζες και διαφέρει από το Smarpee ως προς την διάθεση του προϊόντος: χρησιμοποιεί το συνδρομητικό μοντέλο για να συνδράμει διαχρονικά στην εξοικονόμηση ενέργειας. Η εταιρεία δεν έχει ακόμα διαθέσει το ecois.me ως προϊόν στην αγορά, υπόσχεται όμως μεγαλύτερη οικονομία στον λογαριασμό ρεύματος (έως 30%). [51][57]

Τα έξυπνα μετρητικά συστήματα κατανάλωσης ενέργειας μετατρέπουν σε πληροφορία τα δεδομένα από την κατανάλωση ρεύματος των οικιακών συσκευών βοηθώντας τον χρήστη να εντοπίσει τα σημεία στα οποία γίνεται ανορθολογική χρήση ενέργειας, συνδέοντας την κατανάλωση με το αντίστοιχο κόστος ή/και προτάσεις εξοικονόμησης.



Εικ. 15: Έξυπνοι Μετρητές Κατανάλωσης.

## 5.8 ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

### TRACKERS

Τα φωτοβολταϊκά πάνελ εδράζονται επί του εδάφους με δύο τρόπους:

1. Σε βάσεις σταθερής κλίσης ως προς την οριζόντιο (σταθερές βάσεις)
2. Σε βάσεις επί διατάξεων παρακολούθησης της πορείας του ήλιου (συστήματα ιχνηλάτησης της πορείας του ήλιου ή εντοπιστές ηλιακής ακτινοβολίας ή ηλιοστάτες ή trackers)

Η παρακολούθηση της πορείας του ήλιου αποτελεί μια τεχνική η οποία στοχεύει στην μεγιστοποίηση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας μέσω της κίνησης των βάσεων των πάνελ ανά τακτά χρονικά διαστήματα κατά τη διάρκεια της ημέρας, ώστε να επιτυγχάνεται συνεχώς η κάθετη πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας.

Τα συστήματα Φ/Β που στηρίζονται σε trackers χαρακτηρίζονται από μεγαλύτερη πολυπλοκότητα σε σχέση με τα συστήματα σταθερής κλίσης. Παρέχουν ωστόσο αυξημένη απόδοση, κατά μέσο όρο της τάξης του 30%. Χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες:

- I. Συστήματα μονού άξονα (single axis): πρόκειται για συστήματα στα οποία λαμβάνει χώρα κίνηση των πάνελ σε έναν άξονα (άξονας Ανατολής – Δύσης).
- II. Συστήματα διπλού άξονα (double axis): συστήματα στα οποία παρέχεται η δυνατότητα ρύθμισης της κλίσης των πάνελ ως προς την οριζόντιο. Τα συστήματα αυτά έχουν αυξημένη απόδοση ως προς τα συστήματα σταθερής κλίσεως, της τάξης του 25-40%.

Η κίνηση στα συστήματα αυτά επιτυγχάνεται συνήθως με ηλεκτρομηχανικά ή ηλεκτρο-υδραυλικά μέσα. Η ανίχνευση της πορείας του ήλιου γίνεται με:

- Ηλιακούς αισθητήρες, οι οποίοι αντιλαμβάνονται την πορεία του ήλιου, ή
- Μέσω λογισμικού, με επεξεργασία δεδομένων (γεωγραφικό μήκος – πλάτος, ημερομηνία, ώρα κλπ), βάσει των οποίων υπολογίζεται η θέση και η πορεία του ήλιου για κάθε μέρα του έτους, ανάλογα με τις γεωγραφικές συντεταγμένες της περιοχής.

Λόγω της ανάγκης κίνησης σημαντικού αριθμού πάνελ, τα συστήματα με trackers συνήθως χαρακτηρίζονται από επίπεδες επιφάνειες τοποθετημένες σε μια κάθετη ως προς το έδαφος βάση στήριξης. Το γεγονός αυτό οδηγεί σε κατασκευές μεγάλου ύψους το οποίο κυμαίνεται από 2,5 έως 10-12 μέτρα περίπου, αναλόγως της κατασκευής. Το ύψος της κατασκευής συχνά αυξάνεται με την αύξηση της επιφάνειας των πάνελ. Το σημαντικό μέγεθος της κατασκευής καθιστά πολυπλοκότερη και την έδραση, καθώς και το κόστος εγκατάστασης σε σχέση με τα συστήματα σταθερών βάσεων. Ταυτόχρονα, το μέγεθος των tracker καθιστά το σύστημα πιο ευάλωτο σε ανεμοπιέσεις. Για προστασία του συστήματος, η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη τεχνική είναι η χρήση ανεμόμετρου – όταν η ταχύτητα του ανέμου ξεπεράσει ένα όριο για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, το σύστημα κίνησης λαμβάνει εντολή να θέσει την επιφάνεια των πάνελ σχεδόν παράλληλα με το έδαφος για λόγους προστασίας (οριζοντίωση). [44]

Φωτοβολταϊκά με καθρέφτες: Ο συνδυασμός trackers και συγκεντρωτών ηλιακής ακτινοβολίας παρέχει ακόμα μεγαλύτερη απόδοση, ενώ μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε

μικρής και μεγάλης κλίμακας φωτοβολταϊκά συστήματα. Στα συνηθέστερα συστήματα Φ/Β με χρήση trackers και καθρέφτων, οι καθρέφτες τοποθετούνται εκατέρωθεν του φωτοβολταϊκού (γωνία  $> 90^\circ$ ) ή σε διάταξη «ανεστραμμένου» V παράλληλα με τον κάθετο άξονα της φωτοβολταϊκής επιφάνειας. Μία ακόμα μορφή Φ/Β συστήματος με trackers ή/και καθρέφτες είναι τα Φ/Β διπλής όψεως, τα οποία παράγουν 5-20% περισσότερη ενέργεια (σε σχέση με τα αντίστοιχα μονής όψεως ίδιας ονομαστικής τάσης εξόδου).

Trackers χρησιμοποιούνται επίσης σε καινοτόμες τεχνολογίες εκμετάλλευσης του ηλιακού φωτός για τον φωτισμό εσωτερικών χώρων όπως π.χ. οι έξυπνοι φεγγίτες.

Τέλος, αξίζει ν' αναφερθεί πως έχουν αναπτυχθεί συστήματα ανεμογεννητριών, τα οποία χρησιμοποιούν trackers προσαρμόζοντας τη λειτουργία τους ανάλογα με την κατεύθυνση του ανέμου. Ωστόσο, οι μικρές ή μεγάλες ανεμογεννήτριες με trackers δεν έχει αποδειχτεί ότι είναι ενεργειακά αποδοτικότερες απ' τις αντίστοιχες συμβατικές ανεμογεννήτριες.



## 5.9 ΝΕΡΟ

Τόσο η εθνική, όσο και η κοινοτική νομοθεσία, αναγνωρίζοντας την αξία αλλά και την ανορθολογική χρήση του νερού, προσπαθούν να επιβάλουν μέτρα περιορισμού της χρήσης του (μέτρα ορθολογικής χρήσης). Στην Ελλάδα, τη μερίδα του λέοντος στην κατανάλωση νερού κατέχει η γεωργία. Αν και ο κτιριακός τομέας έχει μικρό σχετικά ποσοστό επί της συνολικής κατανάλωσης, εντούτοις, τα περιθώρια εξοικονόμησης νερού είναι σημαντικά.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή εκτιμά πως με κατάλληλα μέτρα εξοικονόμησης, η μέση κατανάλωση νερού στον κτιριακό τομέα μπορεί να πέσει από 150 λίτρα ανά άτομο ημερησίως (ευρωπαϊκός μέσος όρος) σε 80 λίτρα (μείωση άνω του 45%).

Η ορθολογική χρήση του νερού επιτυγχάνεται με δύο τρόπους:

1. Με αλλαγή συμπεριφοράς/νοοτροπίας των χρηστών και
2. Με τεχνικές παρεμβάσεις.

Ουσιαστικά αποτελέσματα επιτυγχάνονται με την υιοθέτηση και των δύο άνω προσεγγίσεων.

Οι τεχνικές λύσεις εξοικονόμησης νερού μπορούν να συνοψιστούν στις παρακάτω:

### A. ΒΡΥΣΕΣ

- Συστήματα Περιορισμού της ροής του νερού.
- Επιλογή των κατάλληλων βρυσών.
- Διακόπτες παροχής νερού με φωτοκύτταρα
- Συστήματα αυτόματης διακοπής νερού.

### B. ΚΑΖΑΝΑΚΙΑ

- Καζανάκια ελεγχόμενης ή διπλής ροής.

### Γ. ΣΥΛΛΟΓΗ ΒΡΟΧΙΝΟΥ ΝΕΡΟΥ – ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ

- Συλλογή βρόχινου νερού και αποθήκευσή του για χρήση στα καζανάκια.
- Ανακύκλωση ημιακάθαρτων νερών για χρήση του σε δευτερεύουσες ανάγκες. Σωστή κατασκευή συστήματος. Σωστός έλεγχος και συντήρηση.
- Επαναχρησιμοποίηση αρδευτικού νερού. Ελεγχόμενη άρδευση.

## 5.9.1 ΥΓΡΑΣΙΟΜΕΤΡΑ & ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΒΡΟΧΗΣ

Χρησιμοποιούνται σε αυτόματα/προγραμματιζόμενα συστήματα ποτίσματος (οικίες και βιομηχανίες). Αναστέλλουν ή διακόπτουν το πότισμα όταν βρέχει ή όταν το χώμα είναι αρκετά υγρό (χρήση αισθητήρα εδαφικής υγρασίας).

## 5.9.2 ΕΞΥΠΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΡΔΕΥΣΗΣ (WATERBEE)

Στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού προγράμματος Waterbee, αναπτύχθηκε σύστημα έξυπνης άρδευσης, το οποίο δημιουργήθηκε από ευρωπαϊκές εταιρείες και ερευνητές – ανάμεσά τους και επιστήμονες από το ερευνητικό κέντρο «Κοίος» του Πανεπιστημίου Κύπρου. Το σύστημα υπόσχεται να βάλει τέλος στην άσκοπη χρήση του νερού για το πότισμα των χωραφιών και των θερμοκηπίων.

Το έξυπνο σύστημα άρδευσης λαμβάνει υπ' όψιν του διάφορους παράγοντες (όπως την υγρασία του εδάφους ή τις μετεωρολογικές προγνώσεις), ώστε να ενημερώνει τον γεωργό

σε καθημερινή βάση για τη συχνότητα του ποτίσματος. Οι δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν σε 14 διαφορετικές χώρες επιβεβαίωσαν εξοικονόμηση νερού έως και 40% με ταυτόχρονη αύξηση της παραγωγής.

Ένα βασικό εξάρτημα του συστήματος, από άποψη hardware, είναι οι μετρητές υγρασίας, οι οποίοι τοποθετούνται διάσπαρτα στο χωράφι και σε διάφορα βάθη από το έδαφος. Οι μετρητές συνδέονται ανά ομάδες μέσω καλωδίων με κεραίες, οι οποίες μεταδίδουν τα δεδομένα ασύρματα σ' έναν server. Εκεί το αντίστοιχο λογισμικό επεξεργάζεται τις μετρήσεις για την υγρασία στο έδαφος συνδυάζοντάς τις με τις πληροφορίες για τις καιρικές συνθήκες που θα επικρατήσουν στο χωράφι τις επόμενες ώρες. Το λογισμικό συμβουλευεται επίσης ένα ηλεκτρονικό αρχείο που περιέχει στοιχεία για τη συγκεκριμένη καλλιέργεια όπου είναι εγκατεστημένο το σύστημα. Τα στοιχεία αυτά έχουν να κάνουν με το πόσο νερό χρειάζεται η εν λόγω καλλιέργεια στις διάφορες φάσεις ανάπτυξής της, αφού οι ανάγκες σε άρδευση μεταβάλλονται ανάλογα με την ηλικία των φυτών. Απ' όλες αυτές τις παραμέτρους, οι αλγόριθμοι μπορούν να συμπεράνουν αν το χωράφι χρειάζεται ή όχι πότισμα και πόσο, εμφανίζοντας τις σχετικές πληροφορίες στον υπολογιστή ή το έξυπνο τηλέφωνο του γεωργού.

Το σύστημα μπορεί να αξιοποιηθεί για μια πολύ μεγάλη ποικιλία γεωργικών προϊόντων όπως οπωροκηπευτικά, πατάτες, σταφύλια, ακόμη και μανιτάρια, τα οποία καλλιεργούνται σε χωράφια, φυτώρια ή θερμοκήπια. Εξίσου μεγάλη εξοικονόμηση νερού πετυχαίνεται παράλληλα και στη συντήρηση μεγάλων εκτάσεων πρασίνου ή αθλητικών εγκαταστάσεων.

Το κόστος εξοπλισμού είναι σχετικά φτηνό γεγονός που διευκολύνει τις προσπάθειες έτσι ώστε το σύστημα, όταν κυκλοφορήσει στην αγορά, ως εμπορικό πια προϊόν, να μην κοστίζει ακριβά. Από την άλλη πλευρά, η απόσβεση της επένδυσης που θα χρειαστεί να κάνει ο γεωργός δεν θα προέρχεται μόνο από τη μείωση στη δαπάνη νερού. Καταρχάς γιατί αποφεύγοντας το υπερβολικό πότισμα, βελτιώνεται τόσο η ποιότητα όσο και η ποσότητα της σοδειάς. Επιπλέον, η χρήση του νερού με μεγαλύτερη ακρίβεια θα μειώσει και τις ποσότητες των λιπασμάτων που καταναλώνονται, καθώς με την υπεράρδευση ένα σημαντικό ποσοστό του λιπάσματος διαρρέεται στο έδαφος ανεκμετάλλευτο. Παράλληλα, ορισμένες καλλιέργειες είναι αρκετά ευαίσθητες στην υπερβολική άρδευση, ενώ όλα τα φυτά γίνονται πιο ευάλωτα στις ασθένειες όταν ποτίζονται παραπάνω από το κανονικό.

Η κυκλοφορία του συστήματος έξυπνου ποτίσματος στο εμπόριο έρχεται σε μια εποχή όπου γίνεται όλο και πιο αισθητή η επιβάρυνση που ασκεί ο αγροτικός τομέας στους υδάτινους πόρους του πλανήτη. Σύμφωνα με τη WWF, οι απώλειες στη γεωργία φτάνουν το 60%. Κάτι που σημαίνει ότι, από τα 2500 τρισεκ. λίτρα φρέσκου νερού που χρησιμοποιούνται σε ετήσια βάση, τα 1500 τρισεκ. δαπανώνται άσκοπα – ένα νούμερο που αντιστοιχεί στο 70% του πόσιμου νερού που διατίθεται παγκοσμίως. Γι' αυτές τις απώλειες, μια από τις πιο βασικές αιτίες θεωρείται η μη αποτελεσματική τεχνική ποτίσματος που εφαρμόζεται παγκοσμίως στον τομέα της γεωργίας. [62]

### 5.9.3 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΜΕΙΩΤΗΡΕΣ ΠΙΕΣΗΣ

Χρησιμοποιούνται σε εμπορικές και βιομηχανίες εγκαταστάσεις. Προστατεύουν τα συστήματα παροχής νερού, αποτρέποντας τις ζημιές που μπορεί να προκληθούν από

υψηλές πιέσεις εισόδου στην εγκατάσταση. Ισορροπούν τις αυξομειώσεις της πίεσης, ελαττώνοντας μεταξύ άλλων την κατανάλωση νερού.

#### 5.9.4 ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

Οι αισθητήρες διαρροής υγρών (αναφέρονται και ως αισθητήρες πλημμύρας) τοποθετούνται οπουδήποτε ο χρήστης θέλει να προβλέψει διαρροή. Όταν ανιχνευτεί υγρό, ενεργοποιείται συναγερμός. Συνδέονται σε απομακρυσμένα σημεία είτε με καλώδια είτε ασύρματα και χρησιμοποιούνται ως μέτρο προστασίας. Μια ειδική κατηγορία αισθητήρων χρησιμοποιούμενων ως μέτρο εξοικονόμησης νερού (ή προστασίας) για βιομηχανικές χρήσεις είναι οι αισθητήρες διαρροής νερού/υγρών:

Αισθητήρες Διαρροής (Νερού/Υγρών) (Leak Detection Sensor): Χρησιμοποιούνται μόνιμα ή έκτακτα ως μέρος ενός συστήματος για τον εντοπισμό διαρροών σε δίκτυα ύδρευσης. Τα μόνιμα συστήματα ανίχνευσης διαρροών παρέχουν σε σχέση με τις συμβατικές μεθόδους πολύ μεγαλύτερη ευχρηστία, ταχύτητα ολοκλήρωσης εργασιών και εξοικονόμηση χρημάτων. Ένα τέτοιο σύστημα αποτελείται από τους αισθητήρες και τον «επιτηρητή» (patroller). Οι αισθητήρες εγκαθίστανται στα φρεάτια ειδικών συσκευών του δικτύου. Ο «επιτηρητής» είναι η καρδιά του συστήματος, καθώς επιτρέπει την ανάλυση των σημάτων των αισθητήρων και την αποθήκευσή τους. Μπορεί ακόμη να τροφοδοτηθεί με δεδομένα GPS για τον καλύτερο χωροταξικό προσδιορισμό της θέσης των διαρροών. Κάθε αισθητήρας του συστήματος, από τη στιγμή που τοποθετηθεί και ενεργοποιηθεί, αν δεν ανιχνεύει διαρροή, εκπέμπει ένα ειδικό σήμα που υποδηλώνει κανονική κατάσταση λειτουργίας. Στην αντίθετη περίπτωση, τίθεται σε κατάσταση συναγερμού και εκπέμπει ένα ειδικό σήμα που υποδηλώνει διαρροή.

Ο υπάλληλος της αρμόδιας υπηρεσίας κινείται κατά μήκος του δικτύου ανά τακτά χρονικά διαστήματα με το υπηρεσιακό όχημα, έχοντας μαζί του τον «επιτηρητή». Σε περίπτωση εκπομπής σήματος διαρροής από κάποιον αισθητήρα στην οθόνη του οργάνου εμφανίζονται: ο κωδικός του αισθητήρα που το εξέπεμψε, η στάθμη του σήματος της διαρροής και η θέση της διαρροής. Όλα τα δεδομένα μπορούν να αποθηκευθούν στη μνήμη του οργάνου για περαιτέρω επεξεργασία. Η δυνατότητα ελέγχου των διαρροών στα δίκτυα ύδρευσης εξασφαλίζει:

- Εξοικονόμηση σημαντικών ποσοτήτων νερού
- Προστασία του πόσιμου νερού από μολύνσεις
- Οικονομία ηλεκτρικού ρεύματος κατά τη λειτουργία των αντλιοστασίων.
- Ο εντοπισμός διαρροής σε αγωγούς πίεσης για τη μεταφορά βιομηχανικών υγρών και καυσίμων εξασφαλίζει την προστασία του περιβάλλοντος, προσθέτοντας έτσι ένα ακόμη σημαντικό πλεονέκτημα στη χρήση των μεθόδων ελέγχου πιθανών διαρροών σε αγωγούς πίεσης εν γένει. [31]

#### 5.9.5 ΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΟΥΜΕΝΗ ΒΑΛΒΙΔΑ

Σύστημα μαγνητικά ενεργοποιούμενης βαλβίδας το οποίο, ανιχνεύει τη στάθμη του νερού σε μάνια (οικίες) ή δεξαμενές (βιομηχανία) και σε περίπτωση υπερχειλίσης του νερού

κλείνει αυτόματα τα στόμια/τάπες για αποφυγή ζημιών και εξοικονόμηση νερού. Αποτελεί καινοτομία – πατέντα των τελευταίων χρόνων.

#### 5.9.6 ΑΥΤΟΜΑΤΕΣ ΒΡΥΣΕΣ ΜΕ ΦΩΤΟΚΥΤΤΑΡΟ

Οι βρύσες με μηχανισμούς ελέγχου της ροής του νερού (φωτοκύτταρα, αισθητήρες παρουσίας/εγγύτητας κλπ) συμβάλλουν σε μεγάλη εξοικονόμηση ποσότητας νερού, το οποίο συνήθως σπαταλιέται λόγω αλόγιστης χρήσης. Οι βρύσες με διακόπτες αυτού του τύπου κλείνουν αυτόματα όταν ο ανιχνευτής δεν εντοπίσει κίνηση. Συναντώνται κυρίως σε μεγάλους χώρους, όπως εστιατόρια, κέντρα διασκέδασης, βιομηχανίες κλπ. Κυκλοφορούν, όμως, σχετικά φτηνοί διακόπτες (κατάλληλοι και για κατοικίες). Η εξοικονόμηση μπορεί να φτάσει ακόμα και το 70%.

#### 5.9.7 ΕΞΥΠΝΗ ΝΤΟΥΖΙΕΡΑ

Ακριβέστερα, η εν λόγω συσκευή αναφέρεται σ' ένα έξυπνο σύστημα ελέγχου ροής του νερού που προσαρμόζεται στον εκάστοτε τύπο ντουζιέρας. Οι συσκευές τέτοιου τύπου (όπως π.χ. το μοντέλο Eva smart shower head) στοχεύουν στη μείωση χρήσης νερού με ταυτόχρονη ενθάρρυνση του χρήστη να υιοθετήσει ένα πρόγραμμα εξοικονόμησης.

Η αλόγιστη χρήση του νερού σε ντουζιέρες είναι ένας απ' τους πρωταρχικούς παράγοντες σπατάλης στα νοικοκυριά. Οι κατασκευαστές της έξυπνης συσκευής Eva υπόσχονται εξοικονόμηση νερού κατά 50%, εξασφαλίζοντας την ορθή και με σύνεση χρήση του απ' τον άνθρωπο. Η συσκευή συνοδεύεται από αντίστοιχη εφαρμογή η οποία καταγράφει την αντίστοιχη κατανάλωση νερού ανά διάστημα χρήσης, συγκρίνει την κατανάλωση με άλλους χρήστες ή επιθυμητές καταναλώσεις και προτρέπει τον χρήστη να συνεχίσει την προσπάθεια εξοικονόμησης στοχεύοντας στην απόσβεση της αγοράς σε λιγότερο από ένα χρόνο. Οι ρυθμίσεις και οι επιθυμητές λειτουργίες καθορίζονται απ' τον χρήστη μέσα απ' την εν λόγω εφαρμογή που επικοινωνεί με bluetooth (ή wifi) με την έξυπνη συσκευή, όπως τα περισσότερα αντίστοιχα λειτουργικά συστήματα χειρισμού έξυπνων συσκευών μέσω gadgets, smartphones κλπ.

Και η εν λόγω τεχνολογία χρησιμοποιεί κατά βάση αισθητήρες για να πετύχει την ποθούμενη εξοικονόμηση νερού. Κι αυτό δεν είναι τυχαίο· η πλειοψηφία των έξυπνων συσκευών βασίζει τη λειτουργία της σε αισθητήρες (παρουσίας, κίνησης, φωτισμού, παροχής, ασύρματους κλπ) για να εξασφαλίσει την ταυτόχρονη εξοικονόμηση ενέργειας με βάση τις ανάγκες του χρήστη και λογαριάζοντας την θέση (ή τις επιθυμίες) του χρήστη για να την επιτύχει.

Η εξοικονόμηση επιτυγχάνεται «καταργώντας» ουσιαστικά τρεις συνήθειες του χρήστη όπου σπαταλιέται άσκοπα νερό, δηλαδή:

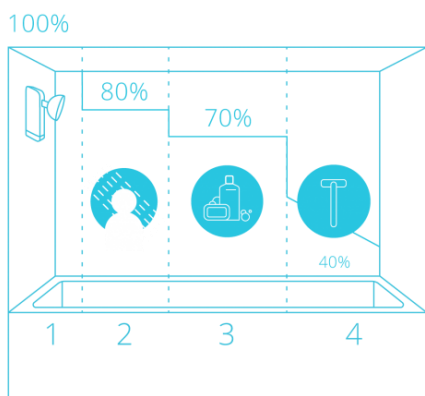
- Όταν ο χρήστης αφήνει το νερό να τρέχει περισσότερο απ' ό,τι χρειάζεται όταν αναμένει ο ίδιος το νερό να ζεσταθεί. Στην περίπτωση που επιτευχθεί η επιθυμητή θερμοκρασία (αισθητήρας θερμοκρασίας), η κεφαλή του ντους ειδοποιεί τον χρήστη ότι είναι «η ώρα να μπει στο ντους» μειώνοντας ή τερματίζοντας τη ροή του νερού μέχρι να ανιχνευτεί παρουσία. Με την ανίχνευση του χρήστη, η ροή του νερού επανέρχεται στην προηγούμενη ένταση και την επιθυμητή θερμοκρασία.

- Όταν σπαταλιέται άσκοπα νερό όταν ο χρήστης είναι μακριά απ’ την ντουζιέρα. Μετά το ξεκίνημα του ντους, η ένταση του νερού ρυθμίζεται ανάλογα με την απόσταση του χρήστη απ’ την ντουζιέρα (αισθητήρας εγγύτητας ή παρουσίας/κίνησης). Έτσι, για παράδειγμα, όταν ο χρήστης σαπουνίζει τα μαλλιά του μακριά απ’ το ντους, η ροή του νερού κλείνει αυτόματα ή μειώνεται σημαντικά.
- Όταν η διάρκεια ενός ντους ξεπερνά κατά πολύ την προβλεπόμενη διάρκεια ή την αντίστοιχη ποσότητα νερού σε λίτρα που καταναλώνεται, όπως αυτά προδιαγράφονται από αντίστοιχους φορείς (Environmental Protection Agency κ.α.). Όταν ένα ντους διαρκεί περισσότερη απ’ την προβλεπόμενη ώρα, η έξυπνη συσκευή ενημερώνει τον χρήστη πως «είναι η ώρα να αποσυρθεί».

Πρέπει να επισημανθεί εδώ ότι, ανεξάρτητα απ’ την αξιοπιστία του ποσοστού εξοικονόμησης ενέργειας της έξυπνης ντουζιέρας ή οποιασδήποτε άλλης έξυπνης συσκευής (και – ανεξάρτητα ακόμα απ’ τις αντιρρήσεις των «ενάντιων» στη φιλοσοφία, το κόστος και την «κουλτούρα» που προωθεί ή πρεσβεύει η αγορά των έξυπνων συσκευών στις μέρες μας) είναι αξιοσημείωτο το ποσοστό διείσδυσης της τεχνολογίας αισθητήρων στις εν λόγω συσκευές και στη σχέση αλληλεπίδρασης που αναπτύσσουν με τον χρήστη, προκειμένου να επιτύχουν μείωση της κατανάλωσης οιασδήποτε μορφή ενέργειας. Αυτή ακριβώς η – όποια – ικανότητα των έξυπνων συσκευών να προσαρμόζονται στις επιθυμίες του χρήστη (να λειτουργούν «για αυτόν» «χωρίς αυτόν») έχει σημαντικό αντίκτυπο στον τρόπο με τον οποίο η σύγχρονη τεχνολογία αντιμετωπίζει τον άνθρωπο – χειριστή, λογαριάζοντας ή/και προβλέποντας την συμπεριφορά του. Κι αν αυτό φαντάζει ελάχιστο σε τοπικό επίπεδο (σπίτι, επιμέρους χώρους κλπ), για μια βιομηχανία ή επιχειρησιακή μονάδα (η οποία βασίζει μεγάλο μέρος της λειτουργίας της σε συσκευές ψύξεις, πλυντήρια, φούρνους, βρύσες/ντουζιέρες και γενικότερα υπόκειται σε υπέρμετρες καταναλώσεις) η «έξυπνη αγορά» αναδεικνύει εξαιρετικές δυνατότητες εξοικονόμησης – δεδομένης της μείωσης του κόστους και του «ανοίγματος» της αγοράς σε περισσότερες μάζες – οι οποίες μεταλλάσσουν την ίδια τη μορφή της αγοράς απ’ το επίπεδο του αυτοματισμού προς την έξυπνη – αισθητήρια λειτουργία.

## Water how you need it, when you need it

Advanced sensor system automatically adjusts water flow



## Hardware

Temperature Sensor  
Proximity Sensor  
Intelligent Timer  
Water Flow Control  
Water Meter  
Speaker  
LEDs  
Battery powered  
Touch button Control  
Universal Mounts



Εικ. 16: Έξυπνη κεφαλή ντους/έξυπνη ντουζιέρα. Eva smart shower head.

## 5.10 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΚΤΙΡΙΑΚΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας, καθώς επίσης και η υιοθέτηση ανοιχτών πρωτοκόλλων, συνέβαλαν αποφασιστικά την τελευταία δεκαετία στην μετάλλαξη της λογικής για το πώς πρέπει να λειτουργεί ένα κτίριο και πώς οι χρήστες ή διαχειριστές αλληλεπιδρούν με αυτό. Η έρευνα πάνω στον τομέα της διαχείρισης κτιρίων συνέβαλε στην ανάπτυξη Κεντρικών Συστημάτων Παρακολούθησης – Διαχείρισης Κτιρίων, τα οποία χαρακτηρίζονται από μεγάλο βαθμό ευελιξίας και προσαρμοστικότητας στις ανάγκες του εκάστοτε κτιρίου αλλά και των χρηστών.

Βασικό χαρακτηριστικό των συστημάτων αυτών είναι η ενοποίηση διαφορετικών συστημάτων – υποσυστημάτων σε ΕΝΑ σύστημα. Ένα συμβατικό κτίριο μπορεί να περιέχει ένα μεγάλο αριθμό ανεξάρτητων μεταξύ τους υποσυστημάτων (κλιματισμός, θέρμανση, ηλεκτρική ισχύς, πυροπροστασία, ανελκυστήρες κλπ). Για την παρακολούθηση του κάθε συστήματος μπορεί να απαιτείται τουλάχιστον ένας πίνακας ή/και ένας εξειδικευμένος χρήστης (τεχνικός). Παράλληλα, η ανεξαρτησία των υποσυστημάτων αυτών μπορεί να μην επιτρέπει την συνδυασμένη λειτουργία τους δυσχεραίνοντας τις προσπάθειες εποπτείας – εξοικονόμησης ενέργειας σ' ένα κτίριο. Με την ανάπτυξη των συστημάτων BMS – EMS κατέστη δυνατή η ενοποίηση του ελέγχου όλων αυτών των υποσυστημάτων με στόχο τη βελτιστοποίηση των λειτουργικών δυνατοτήτων κτιρίων – βιομηχανιών.

### 5.10.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ BMS/BAS

Σε όλα τα σύγχρονα μεγάλα κτίρια (ξενοδοχεία, γραφεία, σχολεία, νοσοκομεία, αεροδρόμια), αλλά και σε πολυκατοικίες, είναι απαραίτητος ο αυτόματος κεντρικός έλεγχος για την ορθολογική κατανομή της ενέργειας, καθώς και για την ποιοτική αναβάθμιση των συνθηκών διαβίωσης και κατοικίας.

Ως BMS (Building Management System) ή (πιο πρόσφατος ορισμός) BAS (Building Automation System) θεωρείται ένα ολοκληρωμένο σύστημα ελέγχου όλων των παραμέτρων του κτιρίου. Εκτός απ' τον έλεγχο της θέρμανσης, του κλιματισμού, του φωτισμού και του αερισμού/εξαερισμού, η διαχείριση ηλεκτρικής ενέργειας περιλαμβάνει επίσης και συστήματα πρόσβασης, συστήματα ασφάλειας και κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης (CCTV), όπως επίσης και πυρανίχνευσης. Στην έλεγχο του συστήματος, μπορεί να περιλαμβάνονται επίσης και έλεγχος του συστήματος σωληνώσεων ή των ανελκυστήρων του κτιρίου/συγκροτήματος, καθώς επίσης και άλλα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα.

Τα συστήματα BEMS (EMS/Energy Monitoring/Management System ή EBMS) είναι προσανατολισμένα αυστηρά στη διαχείριση ενέργειας και έχουν ευρεία χρήση σε πολλά δημόσια και ιδιωτικά κτίρια. Τα BEMS είναι όμοια με τα BMS, αλλά προσανατολίζονται αμιγώς στα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα που καταναλώνουν ενέργεια. Δεν περιλαμβάνουν, δηλαδή, συστήματα πρόσβασης, ασφάλειας και πυρανίχνευσης.

Τα άνω συστήματα συχνά συνδυάζονται τοπικά ή ολοκληρωτικά. Υπάρχει μια σύγχυση όσον αφορά τους ορισμούς. Γενικότερα πάντως, ένα σύστημα EMS «εμπεριέχεται» στο σύστημα BAS/BMS.

Τα συστήματα κεντρικής ενεργειακής παρακολούθησης – διαχείρισης συνιστούν ολοκληρωμένη λύση για την εποπτεία της λειτουργίας των κτιρίων, τον έλεγχο των

ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων (και όχι μόνον) και τη διαχείρισή τους. Ως αυτοματοποιημένα κεντρικά συστήματα ενεργειακής διαχείρισης (συστήματα ελέγχου), επιτηρούν και ελέγχουν όλα τα ενεργειακά συστήματα ενός μεμονωμένου κτιρίου ή ομάδες κτιρίων. Ως εκ τούτου, η τεχνολογία BMS εμπεριέχει ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών που σχετίζονται με τον κτιριακό έλεγχο και έχει μια ποικιλία χαρακτηριστικών. Ωστόσο, ο συγκεκριμένος ορισμός (BMS) αναφέρεται σε προηγμένα συστήματα αυτομάτου ελέγχου. Όλα τα κτίρια χρειάζεται να έχουν μια μορφή κεντρικού ελέγχου (για παράδειγμα, έναν κεντρικό πίνακα). Το κύριο σημείο στο οποίο διαφέρει το σύστημα BMS από τα άλλα συστήματα ελέγχου είναι το στοιχείο της επικοινωνίας: οι πληροφορίες των εκτελούμενων διαδικασιών/λειτουργιών του κτιρίου λαμβάνονται, επεξεργάζονται και ελέγχονται από μια κεντρική λειτουργική μονάδα.

Η τεχνολογία BMS στοχεύει στην βελτιστοποίηση του συστήματος. Για παράδειγμα, το σύστημα BMS μπορεί να λάβει πληροφορίες/μετρήσεις για την θερμοκρασία, να τις επεξεργαστεί και – συγκρίνοντάς τις με άλλες μετρήσεις ή προεπιλογές – να πάρει την απόφαση να μειώσει τη θερμοκρασία σε τμήματα του κτιρίου που δεν απασχολούνται εκείνη τη στιγμή. Οι αποφάσεις αυτές μπορούν ν' αυξήσουν την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου.

Ένα σύστημα BMS αποτελείται από:

- έναν (τουλάχιστον) Κεντρικό Σταθμό Ελέγχου (Κεντρική Μονάδα), που είναι το σημείο παρακολούθησης/ελέγχου του συστήματος από τους χειριστές
- Απομακρυσμένους Σταθμούς Ελέγχου (controllers) που αποτελούν κέντρα συλλογής και επεξεργασίας των σημάτων που στέλνονται από τους αισθητήρες και τα όργανα ελέγχου
- Το δίκτυο Περιφερειακών Μονάδων Ελέγχου (πλήρως προγραμματιζόμενες μονάδες ψηφιακού ελέγχου), το αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι των controllers
- Δίκτυα συστημάτων και ανοιχτά πρωτόκολλα επικοινωνίας
- Τα όργανα λήψεως πληροφοριών (αισθητήρες, ανιχνευτές, βοηθητικές επαφές) και εκτέλεσης εντολών (βαλβίδες, ρελέ κλπ), τα οποία είναι συσκευές που πληροφορούν με τις τιμές ή καταστάσεις των επιτηρούμενων εγκαταστάσεων τις Περιφερειακές Μονάδες Ελέγχου ή οδηγούνται κατάλληλα από αυτές έτσι ώστε να υλοποιηθούν οι προγραμματισμένες στρατηγικές εξόδου.

Το όλο σύστημα λειτουργεί σύμφωνα με τις απαιτήσεις του πελάτη (π.χ. να είναι αυστηρά καθορισμένο στον τομέα της εξοικονόμησης ενέργειας ή και να εμπεριέχει την ασφάλεια).

Ένα BMS οφείλει κατά βάση να εκπληρώνει τρεις στόχους: α) να παρέχει ένα υγιεινό και ευχάριστο κλίμα στους εσωτερικούς χώρους, β) να εξασφαλίζει ασφάλεια στον χρήστη (κατοίκους, εργαζομένους) και γ) να εξασφαλίζει τη βέλτιστη οικονομική λειτουργία του κτιρίου σε συνάρτηση με την καταναλώμενη ενέργεια και τον ανθρώπινο παράγοντα. Ένα σύστημα BMS αποτελεί βασικό συστατικό της διαδικασίας ενεργειακής παρακολούθησης και θέσπισης ενεργειακών στόχων (Monitoring & Targeting).

Για την επιλογή του κατάλληλου BMS, απαιτείται τεχνοοικονομική μελέτη η οποία θα εκτιμήσει το χρόνο απόσβεσης σύμφωνα με τις λειτουργίες του κτιρίου.

## ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ συστημάτων BMS

1. Βελτιστοποίηση ενεργειακής απόδοσης κτιρίου/συγκροτήματος. Η μείωση της συνολικής ενέργειας λόγω χρήσης συστήματος BMS οδηγεί σε αυξημένη ασφάλεια ενεργειακού εφοδιασμού. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση της ανάγκης δημιουργίας πρόσθετων σταθμών ενέργειας, ενώ παράλληλα συμβάλλει στην πτώση της ζήτησης εισαγωγής ενέργειας. Ένα κύριο χαρακτηριστικό της τεχνολογίας είναι ότι παρέχει σε πραγματικό χρόνο εκτενή στοιχεία για την κατανάλωση ενέργειας στην Κεντρική Μονάδα Ελέγχου και τον Χειριστή. Αυτή η πληροφορία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αύξηση της ενεργειακής απόδοσης του συνολικού συστήματος. Επιπρόσθετα, το ίδιο το σύστημα BMS βελτιώνει την ενεργειακή απόδοση με τον εξορθολογισμό της λειτουργίας των μηχανημάτων που παρακολουθεί και ελέγχει (αυτόματη περικοπή φορτίων που επιβαρύνουν το συνολικό ενεργειακό κόστος). Η εξοικονόμηση ενέργειας με χρήση BMS μπορεί να φτάσει το 30%.
2. Ενοποίηση συστημάτων. Εποπτεία και Διαχείριση διαφορετικών συστημάτων, τα οποία παραδοσιακά ήταν ανεξάρτητα μεταξύ τους.
3. Αυξημένη προστασία του περιβάλλοντος που απορρέει απ' την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και της μειωμένης ζήτησης πόρων. Για παράδειγμα, η βελτιωμένη απόδοση στην ηλεκτρική απαίτηση του κτιρίου καταλήγει άμεσα σε μειωμένες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.
4. Όταν η τεχνολογία εφαρμόζεται σε εμπορικά κτίρια ή βιομηχανίες, μπορεί να συμβάλλει στην κοινωνική ανάπτυξη κάνοντας τους εργασιακούς χώρους πιο άνετους και υγιεινούς (καλύτερο εργασιακό περιβάλλον). Ελέγχοντας το σύστημα παράγοντες όπως η ποιότητα αέρα, νερού κλπ, μπορεί να αντιδράσει όταν κρίνει ότι μια τιμή έχει φτάσει στα ανώτατα όρια. Για παράδειγμα, το σύστημα μπορεί σ' ένα βιομηχανικό περιβάλλον ν' αυξήσει τον εξαερισμό, όταν τα επίπεδα μονοξειδίου του άνθρακα ξεπεράσουν το επίπεδο το οποίο θεωρείται ασφαλές για το ανθρώπινο δυναμικό. Στις κατοικίες, εξασφαλίζει καλύτερη ποιότητα ζωής.
5. Σωστή διαχείριση πολλών διαφορετικών λειτουργιών του συστήματος ελέγχου. Χρονομέτρηση λειτουργίας μηχανών και προσδιορισμός χρόνου συντήρησης. Η κεντρική ενοποίηση συμβάλλει στην πιο γρήγορη και βέλτιστη πολιτική επεμβάσεων που πρέπει να ακολουθηθεί στη συντήρηση και αποκατάσταση βλαβών.
6. Με τη χρήση δικτύων επικοινωνίας, εξασφαλίζεται η άμεση πρόσβαση σε οποιονδήποτε Απομακρυσμένο Σταθμό Ελέγχου από ένα εξωτερικό κεντρικό σταθμό ελέγχου, όταν δεν υπάρχει δυνατότητα χειρισμού απ' το Κεντρικό Σύστημα.
7. Εξοικονόμηση χρόνου σε περίπτωση πυρκαγιάς ή άλλου σοβαρού προβλήματος. Γενικότερη, εξοικονόμηση χρόνου και κόστους.



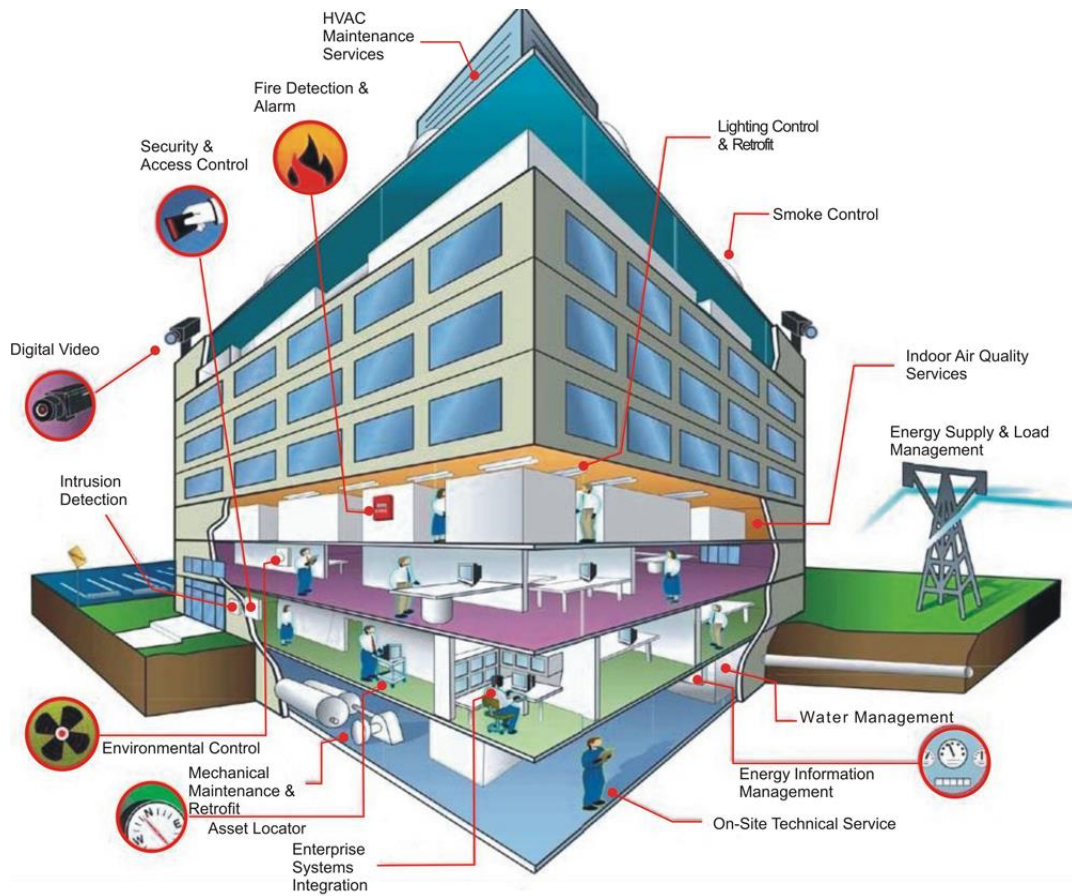
## ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ συστημάτων BMS

1. Το κόστος εγκατάστασης συστήματος κεντρικής διαχείρισης είναι αρκετά υψηλότερο από το αντίστοιχο μιας συμβατικής εγκατάστασης. Το μεγάλο κόστος εγκατάστασης, ειδικά στην Ελλάδα σήμερα, μπορεί να καταστήσει απαγορευτική την ιδέα εφαρμογής του συστήματος σε μεγάλο τμήμα του πληθυσμού (κατοικίες). Ωστόσο, η εφαρμογή του σε σύγχρονα επαγγελματικά κτίρια αποσβένει το κόστος της σε λογικό χρονικό διάστημα, καθιστώντας την επένδυση συμφέρουσα. Η συνεχιζόμενη διείσδυση των BMS σε κτίρια/βιομηχανίες και η συνεπαγόμενη αύξηση των πωλήσεων θα μειώσει περαιτέρω το κόστος τους και το χρόνο απόσβεσης.
2. Δυσπιστία ιδιωτών αλλά και μεγάλου μέρους της βιομηχανίας στις καινούργιες καινοτομίες.
3. Χρειάζεται ένας εξειδικευμένος χειριστής.
4. Η σχετική έλλειψη προσαρμοστικότητας (flexibility), για εφαρμογές σε μια ευρεία περιοχή δυνατικών χρήσεων που ποικίλουν με την ηλικία, το μέγεθος και τον τύπο ιδιοκτησίας του κτιρίου.

Τα συστήματα BMS αναπτύχθηκαν με τους πρώτους υπολογιστές. Αυτό που κάνει όμως τα σύγχρονα συστήματα BMS πολύ πιο αποτελεσματικά είναι το γεγονός πως βασίζονται λειτουργικά πάνω σε καινούργια συστήματα αισθητήρων, καθώς και σε συστήματα ελέγχου τελευταίας γενιάς, τα οποία είναι αυτορυθμιζόμενα και (πολλές φορές) αυτόνομα/ανεξάρτητα απ' τον ανθρώπινο παράγοντα. Τα περισσότερα πολυώροφα πράσινα κτίρια σήμερα, είναι σχεδιασμένα ώστε να μπορούν να συνδεθούν μ' ένα σύστημα BMS. Ωστόσο, πρέπει να αναφερθεί πως ο βαθμός ευφυΐας ποικίλλει ανάμεσα στα διάφορα συστήματα κεντρικής διαχείρισης που κυκλοφορούν σήμερα. Τα εξελιγμένα BMS συλλέγουν διαρκώς πληροφορίες για τα διάφορα συστήματα ενός κτιρίου, τις οποίες συνδυάζουν με πρόσθετες πληροφορίες (πρόγνωση καιρού, τιμολόγηση ηλεκτρικής ενέργειας κλπ) – οι πληροφορίες αυτές τροφοδοτούνται στην κεντρική υπολογιστική μονάδα με το κατάλληλο λογισμικό μέσω του οποίου σχεδιάζεται κι εφαρμόζεται το πρόγραμμα ελέγχου των συστημάτων HVAC, φωτισμού – καθώς και πιθανά επιπρόσθετα συστήματα (όπως π.χ. πυρασφάλεια, κτιριακό κέλυφος κλπ). Με τον καιρό, το σύστημα βελτιστοποιεί τη λειτουργία του έτσι ώστε να μπορεί να προβλέπει τον τρόπο με τον οποίο λειτουργεί το κτίριο κάτω από οποιεσδήποτε περιστάσεις. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα το κτίριο να λειτουργεί με τον πλέον βέλτιστο τρόπο (ή να προσεγγίζει τη βέλτιστη λειτουργία) τον περισσότερο χρόνο. Καθώς το σύστημα αναζητά συνεχώς κι επιδιώκει βέλτιστες λειτουργικές συνθήκες για το κτίριο, βασικό στοιχείο των εξελιγμένων BMS αποτελεί η διαρκής παρακολούθηση των παραμέτρων του – η συνεχόμενη, δηλαδή, βελτιστοποίηση των λειτουργιών του κτιρίου.

Λόγω του μεγάλου βαθμού ευαισθησίας του συστήματος στις μεταβολές διαφόρων παραμέτρων και στην αντίστοιχη «πρωτοβουλία» του να παίρνει αποφάσεις για τη βέλτιστη ενεργειακή διαχείριση, το σύστημα BMS/BAS αναφέρεται συχνά ως έξυπνο/ευφύες

σύστημα διαχείρισης – και τα κτίρια που βασίζουν μερικώς ή ολικώς τη λειτουργία τους σε τέτοια συστήματα ως «έξυπνα».



Εικ. 17: Κτιριακή παρακολούθηση – διαχείριση με χρήση συστήματος BMS.

## 5.10.2 CASE STUDIES

Υπάρχει πληθώρα διαθέσιμων μελετών περιπτώσεων, όπου εγκαταστάθηκαν συστήματα BMS σε κτίρια, εγκαταστάσεις και βιομηχανίες και επιτεύχθηκε αξιοσημείωτη εξοικονόμηση ενέργειας. Παρακάτω παρουσιάζονται 4 τέτοιες περιπτώσεις – καθεμία από τις οποίες είναι ιδιαίζουσα και φανερώνει διαφορετικές δυνατότητες εξοικονόμησης.

### 5.10.2.1 ΤΡΑΠΕΖΑ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

Στα μέσα του 2008, ξεκίνησε η ανακατασκευή των χώρων εργασίας του κτιρίου γραφείων της Τράπεζας Πειραιώς στη Λεωφόρο Συγγρού. Το κτίριο, στο οποίο εργάζονταν καθημερινά περίπου 780 άτομα, έχει επιφάνεια 19.250 m<sup>2</sup>, διαθέτει 8 υπέργειους και 5 υπόγειους ορόφους. Βασικό κριτήριο στην ανακατασκευή του κτιρίου αποτελούσε, μεταξύ άλλων, η αύξηση της κτιριακής ενεργειακής αποδοτικότητας. Οι κυριότερες ενεργειακές επεμβάσεις συνοψίζονται στις παρακάτω:

1. Φωτισμός: Το σύστημα φωτισμού ανασχεδιάστηκε πλήρως. Στους χώρους του κτιρίου χρησιμοποιήθηκαν φωτιστικά άμεσου – έμμεσου φωτισμού με λαμπτήρες T5 και έξυπνα ballasts. Μεγάλο μέρος του κτιρίου λειτουργεί (περί το 50%) λειτουργεί σε μειωμένα επίπεδα φωτισμού των 250 lux. Η ζώνη των φωτιστικών κοντά σε εξωτερικά ανοίγματα ελέγχεται από αισθητήρες φωτός. Τα φωτιστικά φέρουν dimmable στραγγαλιστικά πηνία και αυξομειώνεται η απόδοσή τους, ανάλογα με τα επίπεδα φυσικού φωτισμού. Με τον τρόπο αυτό, η κατανάλωση ενέργειας προσαρμόζεται ανάλογα με τις εξωτερικές συνθήκες. Παράλληλα, τοποθετήθηκαν χρονορυθμιζόμενοι αισθητήρες κίνησης με προσεκτική ρύθμιση στον χρόνο λειτουργίας σε κοινόχρηστους χώρους (WC, αρχεία κ.α.). Οι ίδιοι αισθητήρες τοποθετήθηκαν σε χώρους συνεδριάσεων, όπου ο έλεγχος των χώρων γίνεται απ' το σύστημα BMS.
2. Κλιματισμός – Αερισμός: Το κτίριο θερμαίνεται με λέβητες και ψύχεται με υδρόψυκτους ψύκτες. Οι επεμβάσεις στο σύστημα αυτό περιλαμβάνουν ανάκτηση θερμότητας από απορριπτόμενο αέρα και χρήση free cooling ή/και νυχτερινού δροσισμού για ενδιάμεσες περιόδους (άνοιξη, φθινόπωρο) όταν το επιτρέπουν οι εξωτερικές συνθήκες. Μεταξύ άλλων, έγινε ζωνοποίηση των ορόφων – σε κάθε ζώνη τοποθετήθηκαν ρυθμιζόμενοι θερμοστάτες χώρου. Το σύστημα ελέγχεται από τους χρήστες μέσα σε προκαθορισμένα όρια που ορίζει το BMS. Ο εξαερισμός των υπογείων γκαράζ γίνεται μέσω ενός νέου συστήματος μέτρησης ρύπων. Οι ανεμιστήρες δουλεύουν ανάλογα με τα επίπεδα CO<sub>2</sub> μέσα στους χώρους των γκαράζ. Σε μεγάλα διαστήματα της μέρας, οι ανεμιστήρες υπολειτουργούν ή δεν λειτουργούν – εξοικονομώντας μεγάλα ποσά ενέργειας.
3. Σύστημα BMS: Το σύστημα κεντρικής κτιριακής διαχείρισης ανασχεδιάστηκε και ανακατασκευάστηκε ριζικά με βασικές αρχές την απλότητα, την φιλικότητα προς τον χρήστη και τον έλεγχο λειτουργίας με ενεργειακά κριτήρια. Τοποθετήθηκαν μιμικοί πίνακες στους ορόφους. Το BMS σβήνει τον φωτισμό των ζωνών μετά το

πέρας του ωραρίου λειτουργίας, ανά τακτά χρονικά διαστήματα (μια ώρα). Τα φώτα των χώρων παραμένουν αναμμένα όσο υπάρχουν εργαζόμενοι μέσα στους χώρους. Μέσω του συστήματος BMS γίνεται καταγραφή βασικών μεγεθών και ακολουθεί ανάλυσή τους από εξειδικευμένα στελέχη ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Με βάση τις αναλύσεις τίθενται στόχοι περαιτέρω βελτίωσης των συνθηκών στους χώρους, καθώς και προοπτικές εξοικονόμησης ενέργειας.

Αποτελέσματα: Οι αναλύσεις των πρώτων μηνών έδειξαν ότι η μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης υπερβαίνει το 25%, με χρόνο αποπληρωμής του ενεργειακού μέρους της επένδυσης περίπου 3 έτη. Οι δείκτες κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, με βάση τους λογαριασμούς της ΔΕΗ, εμφανίζονται ιδιαίτερα μειωμένοι – δεδομένου του γυάλινου κελύφους του κτιρίου. Εκτός απ' την ενεργειακή εξοικονόμηση, οι χρήστες έχουν εμπλακεί άμεσα στη λειτουργία του κτιρίου έχοντας έλεγχο στον χώρο τους, μέσα σε προκαθορισμένα όρια, του φωτισμού και του κλιματισμού. Σαν αποτέλεσμα, τα παράπονα των χρηστών έχουν μηδενιστεί. Δεδομένων των άνω επεμβάσεων, το κτίριο χαρακτηρίζεται ως «πράσινο» (Green Building). [40]

Το παράδειγμα της ανακατασκευής του παραρτήματος της Τράπεζας Πειραιώς αναδεικνύει μ' εμφιατικό τρόπο τη σημασία της εκμετάλλευσης διαφορετικών συστημάτων ενεργειακής εξοικονόμησης κάτω απ' τη σκέπη ενός (απλού λειτουργικά, με περιορισμένες δυνατότητες) συστήματος BMS.

#### 5.10.2.2 SIEMENS

Το 2007 η εταιρεία Siemens ξεκίνησε ένα πρόγραμμα αναβάθμισης των εγκαταστάσεων της παγκοσμίως με στόχο την μείωση των επιπέδων CO<sub>2</sub> και τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας κατά 20%. Οι επεμβάσεις στις υφιστάμενες εγκαταστάσεις σε διάφορες χώρες πραγματοποιήθηκαν σε διάστημα 6 με 9 μηνών, ενώ περιελάμβαναν εργασίες αναβάθμισης των συστημάτων θέρμανσης, φωτισμού, κλιματισμού – αερισμού (ανά περίπτωση), ενώ ιδιαίτερη προτεραιότητα δόθηκε στην βέλτιστη λειτουργία των κεντρικών συστημάτων κτιριακής διαχείρισης (BMS). Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η μονάδα παραγωγής της Siemens στην πόλη Wythenshawe της Αγγλίας, η οποία έχει έκταση 11.500 m<sup>2</sup> και εργατικό δυναμικό 200 άτομα. Ανάμεσα στα μέτρα που εφαρμόστηκαν ήταν:

1. Θέρμανση: Εγκατάσταση καινούργιου σταθμού – συστήματος ελέγχου τριών λεβητοστασίων. Το εν λόγω σύστημα ελέγχει, μεταξύ άλλων, τη λειτουργία του νέου λέβητα φυσικού αερίου (on/off, συναγερός, προσαρμοστικότητα ανάλογα με την εξωτερική θερμοκρασία). Οι επιθυμητές τιμές θερμοκρασίας για κάθε περιοχή ρυθμίζονται δυναμικά με βάση την εξωτερική και την εσωτερική θερμοκρασία των χώρων. Η λειτουργία ECO επιτρέπει την βέλτιστη ρύθμιση της λειτουργίας των αντλιών και των υπόλοιπων υποσυστημάτων με βάση την ενεργειακή εξοικονόμηση.
2. Σύστημα πεπιεσμένου αέρα: Ενισχύθηκε με την εγκατάσταση ειδικών βαλβίδων σε πολλές περιοχές. Κάθε βαλβίδα συνδέεται με το σύστημα BMS με στόχο τον βέλτιστο έλεγχο της λειτουργίας του συστήματος με συγκεκριμένο χρονοδιάγραμμα.

3. Φωτισμός: Το σύστημα φωτισμού χωρίστηκε σε ζώνες – περιοχές κάλυψης, οι οποίες ελέγχονται ανεξάρτητα απ' το σύστημα BMS. Ένας ειδικός πίνακας ελέγχου, συνδεδεμένος με το BMS, επιτρέπει την σταδιακή αύξηση της έντασης φωτεινότητας από 0% σε 25%, 50%, 100% - η ενεργοποίηση των συστημάτων φωτισμού πραγματοποιείται με τη βοήθεια αισθητήρων μέτρησης των επιπέδων φυσικού φωτισμού στους χώρους.
4. Εγκατάσταση καινούργιου συστήματος BMS: Το σύστημα BMS επικεντρώνεται στην παρακολούθηση – διαχείριση των λειτουργιών του κτιρίου, την ενεργοποίηση συναγερμών και ιδιαίτερα στην ενεργειακή εποπτεία. Το λογισμικό του συστήματος BMS καταγράφει σε πραγματικό χρόνο τις ενεργειακές καταναλώσεις του εργοστασίου, των διαφόρων κύριων και επιμέρους υποσυστημάτων – οποιουδήποτε συστήματος, δηλαδή, καταναλώνει ενέργεια. Το σύστημα παρέχει πρόσβαση μέσω internet, οικολογικές λειτουργίες ενεργειακής εξοικονόμησης, χρονικό και χωρικό (ζώνες) έλεγχο των συστημάτων HVAC, τον προγραμματισμό των συστημάτων φωτισμού σε καθημερινή, εβδομαδιαία ή μηνιαία βάση, καθώς και συνεχή παρακολούθηση των μετρητών ενέργειας (φυσικό αέριο, ηλεκτρική ενέργεια, νερό) και ανάλυση – παρουσίαση των δεδομένων. Το σύστημα BMS αυτόματα σημάνει συναγερμό όταν κάποιος μετρητής εντοπίζει αποκλίσεις απ' τις επιθυμητές στάθμες εξοικονόμησης ενέργειας.

Η εφαρμογή των μέτρων ενεργειακής εξοικονόμησης συνέβαλλε στην εξοικονόμηση 50.000 ευρώ ετησίως σε ενεργειακές δαπάνες, γεγονός που είχε αντίκτυπο στην μείωση του χρόνου απόσβεσης της επένδυσης (λιγότερο από 4 χρόνια). Ταυτόχρονα, κατέστη δυνατή η μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> (-180 τόνοι) ετησίως. [28]

#### 5.10.2.3 MICROSOFT / Smart Building Solution

Η βελτίωση της λειτουργικότητας υφιστάμενων εμπορικών κτιρίων είναι ένας τομέας σύνθετος που ενέχει μεγάλο ποσοστό ρίσκου και προκλήσεων. Οι συνηθέστερες επιλογές – λύσεις εξοικονόμησης ενέργειας επικεντρώνονται είτε σε προγράμματα αντικατάστασης ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού (τα οποία είναι μικρού κόστους, αλλά περιορίζονται σ' ένα μικρό ποσοστό εξοικονόμησης σε σύγκριση με τις συνολικές προοπτικές ενεργειακής εξοικονόμησης) είτε σε πιο σύνθετες μετασκευές (που επιτυγχάνουν μεγαλύτερα ενεργειακά κέρδη αλλά απαιτούν περισσότερα κεφάλαια).

Η εταιρεία Microsoft, το 2011, εφάρμοσε ένα πιλοτικό πρόγραμμα με στόχο την ενεργειακή αναβάθμιση των κεντρικών γραφείων της στο Redmond (Washington). Τα 118 κτίρια στην έδρα της Microsoft περιλαμβάνουν 1,39 εκατομμύρια m<sup>2</sup> χώρους γραφείων και περίπου 30.000 κομμάτια μηχανολογικού εξοπλισμού. Παραδοσιακά, η επιθεώρηση (έλεγχος λειτουργίας) του αριθμητικά τεράστιου αυτού εξοπλισμού πραγματοποιούνταν μέσα σε διάστημα 5 ετών, δεδομένου ότι οι μηχανικοί επιθεωρούσαν περίπου 25 κτίρια κάθε χρόνο. Οι μέχρι πρότινος διορθωτικές επεμβάσεις στον εξοπλισμό επιτύγχαναν ενεργειακά οφέλη της τάξεως των 4 εκατ. kWh / έτος. Τα κτίρια, γενικά, διέθεταν 7 διαφορετικά είδη συστημάτων BMS για διαχείριση κι έλεγχο του εν λόγω εξοπλισμού.

Η καινοτόμος ιδέα της Microsoft ήταν η εφαρμογή ενός ειδικού λογισμικού ανάλυσης κι επεξεργασίας δεδομένων (Smart Building Solution), το οποίο επικοινωνούσε με τα διάφορα ανόμοια συστήματα BMS. Η ένωση, δηλαδή, των διάσπαρτων BMS σε ένα ενιαίο σύστημα κεντρικής διαχείρισης. Το δεδομένο λογισμικό συλλέγει, αναλύει κι επεξεργάζεται τις πληροφορίες ενεργειακής κατανάλωσης απ' το κάθε κτίριο, παράγοντας ένα ενιαίο τυποποιημένο μοντέλο – έξοδο, διευκολύνοντας κατά μεγάλο βαθμό την εποπτεία και διαχείριση της καταναλώμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Σε πρώτη βάση, επιλέχθηκαν 13 κτίρια για την εφαρμογή του πιλοτικού προγράμματος. Αργότερα όμως, ενθαρρυμένη απ' την επιτυχία του σχεδίου, η εταιρεία συμπεριέλαβε σταδιακά όλο και περισσότερα κτίρια, με τελικό στόχο την σύνδεση όλων των κτιρίων του συγκροτήματος με το λογισμικό ανάλυσης και την περαιτέρω εφαρμογή του σχεδίου σε άλλες εγκαταστάσεις της εταιρείας.

Ο εξοπλισμός των κτιρίων και οι διάφορες συσκευές διαθέτουν αισθητήρες που καταγράφουν και στέλνουν πληροφορίες επίδοσης στα συστήματα BMS. Το λογισμικό επικοινωνεί με τα 7 είδη BMS ενσωματώνοντας την ενεργειακή κατανάλωση που επισυμβαίνει στο σύνολο των κτιρίων. Αυτές οι πληροφορίες συνδυάζονται με πρόσθετες πληροφορίες (κλίμα, ανθρώπινη παρουσία, ειδικές – χρονικά και χωρικά – καταναλώσεις που αυξάνουν την ενεργειακή κατανάλωση σε σύγκριση με τις τυπικές τιμές) με στόχο την αναγνώριση ενός προτύπου καταναλώσεων, την διαμόρφωση μοντέλων διαχείρισης και τον εντοπισμό περιπτώσεων σπατάλης, καθώς και προβλημάτων – ανωμαλιών στο όλο σύστημα. Το λογισμικό συλλέγει περίπου 500 εκατ. πληροφορίες ανά 24ωρο, οι οποίες αναλύονται κι έπειτα αποστέλλονται με τη μορφή report στους άμεσα ενδιαφερόμενους (χειριστές, επόπτες κλπ). Οι αναφορές αυτές επικεντρώνονται σε τρεις βασικούς τομείς:

1. Διαρκής Παρακολούθηση (Monitoring): Αναλύοντας τη ροή δεδομένων απ' τα διάφορα BMS, βλάβες όπως διαρροές, υπερθέρμανση, υπερβολικός κλιματισμός ή ψύξη, ακόμα και βλάβες στους αισθητήρες – ανιχνεύονται σε πραγματικό χρόνο. Η επεξεργασία μεγαλύτερων (χωρικά και χρονικά) προτύπων συμβάλλει στην αποτελεσματικότερη αναγνώριση βλαβών – ανωμαλιών στο σύστημα σε σύγκριση με ένα συμβατικό BMS. Για παράδειγμα, μια προβληματική βαλβίδα σ' ένα σύστημα ψύξης είχε σαν αποτέλεσμα την σπατάλη χιλιάδων δολαρίων ετησίως σε ενεργειακή κατανάλωση. Το πρόβλημα δεν είχε γίνει ορατό απ' τους ανθρώπους της εταιρείας – το λογισμικό εντούτοις το εντόπισε αμέσως.
2. Ιεράρχηση Προτεραιοτήτων: Το λογισμικό ιεραρχεί τις βλάβες εκτιμώντας το κόστος αναποτελεσματικότητας ανά περίπτωση, έτσι ώστε οι μηχανικοί να επικεντρώνουν τον χρόνο και τις προσπάθειές τους στις σημαντικότερες εργασίες διόρθωσης ή συντήρησης.
3. Ενεργειακή Διαχείριση: Το τρίτο χαρακτηριστικό του λογισμικού Smart Building Solution είναι η ικανότητά του να διαχειρίζεται την ενεργειακή κατανάλωση περισσότερο ολιστικά. Με την συστηματική ανάλυση δεδομένων και την ιεράρχηση, οι μηχανικοί βελτιστοποιούν τις κύριες παραμέτρους ενεργειακών καταναλώσεων των κτιρίων (θέρμανση, ψύξη, κλιματισμός, φωτισμός), αναγνωρίζοντας τον σπάταλο (ενεργειακά) ή ελαττωματικό εξοπλισμό, επαναπρογραμματίζοντας πιο ορθολογικά συγκεκριμένα συστήματα με χαμηλή απόδοση, εφαρμόζοντας γενικότερες διορθωτικές κινήσεις μέσω βαθύτερης

κατανόησης της ενεργειακής χρήσης μερικώς (ανά συσκευή – εξοπλισμό) και ολικώς (σύστημα – κτίριο).

Όπως υποδηλώνει η περίπτωση της Microsoft, η βέλτιστη χρησιμοποίηση συστημάτων BMS μπορεί να συμβάλλει σε μεγάλη ενεργειακή εξοικονόμηση. Ωστόσο, πρέπει να ειπωθεί πως τα συστήματα BMS από μόνα τους παρέχουν πολύ συγκεκριμένες πληροφορίες (εξοπλισμός, αισθητήρες κλπ). Η προοπτική της ευφυούς ενεργειακής διαχείρισης σε κτίρια και βιομηχανίες μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω ειδικών προγραμμάτων – λογισμικών, παρόμοιων με το λογισμικό της Microsoft. Αυτά τα λογισμικά επικεντρώνονται σε τεχνικές παρακολούθησης, επεξεργασίας και ανάλυσης δεδομένων που σχετίζονται με τις κτιριακές ενεργειακές καταναλώσεις. Συνδέονται με ήδη υπάρχοντα συστήματα BMS, έξυπνους μετρητές, αισθητήρες κ.α. συλλέγοντας πληροφορίες ενεργειακής κατανάλωσης και, μέσω συγκεκριμένων διαδικασιών και εφαρμογών, προτείνουν λύσεις ενεργειακής εξοικονόμησης – εξισορρόπησης. Παραδείγματα τέτοιων λογισμικών είναι το EcoStructure Solutions (Schneider Electric, 2013) και το Panoptix system (JCI, 2013). [10]

#### 5.10.2.4 ΕΞΕΛΙΓΜΕΝΑ BMS ΣΕ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΑΠΟΔΟΤΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ

Αναβαθμισμένα – εξελιγμένα συστήματα κεντρικής διαχείρισης κτιρίων (BMS) επιτυγχάνουν ακόμα μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας σε υφιστάμενα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια. Αυτό είναι το συμπέρασμα της εκδοθείσας αναφοράς “Real-Time Energy Management. A Case Study of Three Large Commercial Buildings in Washington, D.C.” (Henderson and Waltner, 2013 / National Resources Defence Council). Η αναφορά βασίστηκε πάνω σ’ ένα σχέδιο προοπτικών εξοικονόμησης ενέργειας σε τρία υπάρχοντα πολυώροφα κτίρια γραφείων στην Washington, τα οποία ήδη χαρακτηρίζονταν ως «ενεργειακά αποδοτικά» (Energy Star).

Τα τρία κτίρια που επιλέχθηκαν στο εν λόγω σχέδιο είχαν υψηλό βαθμό ενεργειακής αποδοτικότητας – για το λόγο αυτό, θα ήταν λογικό να περιμένει κανείς πως δεν υπήρχαν πολλά περιθώρια περαιτέρω βελτίωσης. Ωστόσο, ύστερα από 12μηνη περίοδο, με εφαρμογή του προγράμματος διαρκούς εποπτείας – βελτιστοποίησης της κτιριακής διαχείρισης, πραγματοποιήθηκε επιπλέον ενεργειακή εξοικονόμηση στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (7%, 17% και 23% σε κάθε κτίριο). Οι επιμέρους επεμβάσεις βελτιστοποίησης δεν ήταν σημαντικά διαφορετικές σε σύγκριση με την προηγούμενη λειτουργία των τριών κτιρίων – μόνο που εφαρμόστηκαν με διαφορετική (ιεραρχημένη) λογική με βάση τις προτάσεις εξοικονόμησης του εξελιγμένου BMS. Το report αναφέρει πως οι συγκεκριμένες δράσεις είναι πλήρως εφαρμόσιμες σε κάθε είδους εμπορικό κτίριο. Επισημαίνεται δε ότι σημαντική ενεργειακή εξοικονόμηση είναι δυνατή όχι μόνο σε κτίρια χωρίς εγκατεστημένα αυτοματοποιημένα συστήματα, μα και σε κτίρια που διαθέτουν συμβατικά συστήματα BMS.

Το βασικό συμπέρασμα της αναφοράς, μεταξύ άλλων, ήταν πως, αν και τα κτίρια διέθεταν ήδη συστήματα BMS, οι συλλεγόμενες πληροφορίες δεν αξιοποιούνταν στον μέγιστο βαθμό που θα επέτρεπε τη βέλτιστη εξοικονόμηση. Η επιπρόσθετη λειτουργία στα ήδη υπάρχοντα BMS έγινε μέσω μιας υπηρεσίας από την εταιρεία AtSite, Inc, το τεχνικό προσωπικό της οποίας παρείχε απομακρυσμένες υπηρεσίες ενεργειακής διαχείρισης. Η

εταιρεία AtSite εγκατέστησε μετρητικά συστήματα που παρείχαν δεδομένα ενεργειακών καταναλώσεων σε πραγματικό χρόνο. Η αυτοματοποιημένη παρακολούθηση της ενεργειακής κατανάλωσης αποκάλυψε προοπτικές εξοικονόμησης, οι οποίες ακολούθως εφαρμόστηκαν απ' τους μηχανικούς των κτιρίων.

Το άνω παράδειγμα αποδεικνύει τις δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας που παρέχει ένα σύγχρονο εξελιγμένο σύστημα BMS σε υφιστάμενα κτίρια (αποδοτικά ή όχι). [10]



## ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΕΕ:	Ευρωπαϊκή Ένωση
ΑΠΕ:	Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
ΕΣΠΑ:	Εθνικό Στρατηγικό Πλαίσιο Αναφοράς
ΕΚΕΤΑ:	Εθνικό Κέντρο Έρευνας και Τεχνολογικής Ανάπτυξης
ΕΛΣΤΑΤ:	Ελληνική Στατιστική Αρχή
ΚΑΠΕ:	Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας
ΕΜΠ:	Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Φ/Β:	Φωτοβολταϊκό
Εικ.:	Εικόνα
Κεφ.:	Κεφάλαιο

CO <sub>2</sub> :	Διοξείδιο του άνθρακα
CO:	Μονοξείδιο του άνθρακα
O <sub>2</sub> :	Οξυγόνο
SO <sub>2</sub> :	Διοξείδιο του θείου
NO <sub>x</sub> :	Οξειδία του αζώτου
Pa:	Pascal – μονάδα μέτρησης
WSN:	Wireless Sensor Network
WPAN:	Wireless Personal Area Networks
HVAC:	Heating, Ventilation and Air-Conditioning
AMI:	Automatic Metering Infrastructure
PID:	Proportional-integral-derivative
PV:	Photovoltaic
CFL:	Συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού
EU-25:	Ευρώπη των 25 χωρών
EE-27:	Ευρώπη των 27 χωρών
UK:	Ηνωμένο Βασίλειο (United Kingdom)
DTI:	Department of Trade and Industry (United Kingdom)
kWh:	κιλοβατώρες
MWh:	μεγαβατώρες
TWh:	τεραβατώρες
ICT:	Information and communications technology
ACEEE:	American Council for an Energy-Efficient Economy
M&T:	Monitoring & Targeting
BMS:	Building Management/Monitoring System
BAS:	Building Automation System
BEMS:	Building Energy Management System
EMS:	Energy Management System
DCV:	Demand-Controlled Ventilation
VVVF:	Variable Voltage Variable Frequency
VRV:	Variable Refrigerant Volume
VRF:	Variable Refrigerant Flow



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[1] Ιωάννης Ψαρράς, Κωνσταντίνος Δ. Πατλιτζιάνας, *Σημειώσεις Διαχείρισης Ενέργειας και Περιβαλλοντικής Πολιτικής*, Εκδόσεις ΕΜΠ, Αθήνα 2006

[2] Σταμάτης Δ. Περδίας, *Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων Και Βιομηχανιών*, Τεκδοτική, Αθήνα, 2006

[3] Ι.Ν.Αβαριτσιώτης, *Τεχνολογία Αισθητήρων & Μικροσυστημάτων*, Εκδόσεις ΕΜΠ, Αθήνα 2003

[4] Φραγκίσκος Β. Τοπαλής, Λάμπρος Οικονόμου, Σταυρούλα Κουρτέση, *Φωτοτεχνία*, Εκδόσεις Τζιόλας, 2012

[5] *Ενέργεια, Περιβάλλον & Κτίριο*, Κατάρτιση Ενεργειακών Επιθεωρητών – Εκπαιδευτικό Υλικό, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος, Αθήνα, Ιούνιος 2011. Αντλήθηκε από [www.michanikos.gr](http://www.michanikos.gr)

[6] Φραγκίσκος Β. Τοπαλής, *Εξοικονόμηση Ηλεκτρικής Ενέργειας σε Εγκαταστάσεις Φωτισμού Εσωτερικών Χώρων*, Σύγχρονη Τεχνική Επιθεώρηση. Αντλήθηκε από: [www.technicalreview.gr](http://www.technicalreview.gr)

[7] J.W.Gardner, V.K.Varadan, O.O.Awadelkarim, *Microsensors, MEMS and Smart Devices*, John Wiley & Sons Ltd., 2002

[8] Jacob Fraden, *Handbook of Modern Sensors – Physics, Designs and Applications*, Fourth Edition, Springer, 2010

[9] Ekram Hossain, Zhu Han, H. Vincent Poor (edited by), *Smart Grid, Communications and Networking*, Cambridge University Press, 2012

[10] Ethan A. Rogers, R. Neal Elliott, Sameer Kwatra, Daniel Trombley, Vasanth Nadadur, *Intelligent Efficiency: Opportunities, Barriers and Solutions*, Research Report E13J, ACEEE, 2013. Αντλήθηκε από: <http://aceee.org>

[11] William J. Fisk, Mark J. Mendell, Molly Davies, Ekaterina Eliseeva, David Faulkner, Tienzen Hong, Douglas P. Sullivan, *Demand Controlled Ventilation and Classroom Ventilation*, Research, Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory, 2012. Αντλήθηκε από: <http://eetd.lbl.gov>

[12] Harvey M. Sachs, *Opportunities for Elevator Energy Efficiency Improvements*, One of a series of white papers by ACEEE, ACEEE, 2005 Αντλήθηκε από: <http://aceee.org>

- [13] Ethan A. Rogers, *The Energy Savings Potential of Smart Manufacturing*, Research Report IE1403, ACEEE, 2014. Αντλήθηκε από: <http://aceee.org/>
- [14] Mohammed Salah Mayhoub, *Hybrid Lighting Systems: Performance, Application and Evaluation*, University of Liverpool, 2011. Αντλήθηκε από: <http://www.academia.edu/>
- [15] MS Mayhoub, DJ Carter, *Towards hybrid lighting systems: A review – paper*, Lighting Research & Technology, 2010. Αντλήθηκε από: <http://lrt.sagepub.com>
- [16] Arthelio, *Intelligent and Energy-optimised Lighting Systems Based on the Combination of Daylight and the Artificial Light of Sulphur Lamps*, FP4 Joule III. Αντλήθηκε από: <http://erg.ucd.ie/enerbuild/pdfs/ARTHELIO.pdf>
- [17] Rebecca Hallqvist, Magnus Renstrom, *Development of a hybrid luminaire for Parans Solar Lighting*, Chalmers University of Technology, Göteborg, Sweden, 2011. Αντλήθηκε από: <http://publications.lib.chalmers.se/>
- [18] John Anderson, *Smart light bulbs developed by Tesla alum*. Αντλήθηκε από: <http://www.gizmag.com/>
- [19] Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας, Επίσημη Ιστοσελίδα, [www.cres.gr](http://www.cres.gr)
- [20] Andreas Sumper, Angelo Baggini, *Electrical Energy Efficiency – Technologies and Applications*, 2012, Wiley (John Wiley & Sons, Ltd)
- [21] Fereidoon P. Sioshansi (edited by), *Distributed Generation and Its Implications for the Utility Industry*, Elsevier Inc., 2014
- [22] *Global Energy Assessment – Toward a Sustainable Future*, Cambridge University Press, International Institute for Applied Systems Analysis, 2012
- [23] Robert Hastings, Maria Wall (edited by), *Sustainable Solar Housing, Exemplary Buildings and Technologies*, Solar Heating & Cooling Implementing Agreement on behalf of the International Energy Agency, 2007
- [24] Hans-Jorg Bullinger, Ed., *Technology Guide – Principles, Applications, Trends*, Springer, 2009
- [25] Kjeld Johnsen, Richard Watkins, Ed., *Daylight In Buildings, Energy Conservation in Buildings & Community Systems & Solar Heating and Cooling Programmes*, ECBCS Annex 29 / SHC Task 21 Project Summary Report, AECOM Ltd., 2010

- [26] Kathy Velikov, Geoffrey Thun, *Responsive Building Envelopes: Characteristics and Evolving Paradigms / Design and Construction of High-Performance Homes – Building Envelopes, Renewable Energies and Integrated Practice*, Routledge, 2013
- [27] Kazem Sohraby, Daniel Minoli, Taieb Znati, *Wireless Sensor Networks – Technology, Protocols and Applications*, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2007
- [28] *The EEP – Book, A showcase of building-related energy efficiency projects in manufacturing facilities – a collaboration of Siemens Real Estate and Building Technologies*, Siemens. Αντλήθηκε από: [www.siemens.com](http://www.siemens.com)
- [29] Σύγκριση κόστους θέρμανσης από διάφορες τεχνολογίες, Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών, Τομέας Θερμότητας, Εργαστήριο Ατμοκινητήρων και Λεβήτων, ΕΜΠ, 18 Νοεμβρίου 2013. Αντλήθηκε από: <http://www.ypeka.gr/>
- [30] Randy Frank, *Understanding Smart Sensors*, Third Edition, Artech House, 2013
- [31] Σπύρος Γιακουμάκης, *Μέθοδοι Ελέγχου των Διαρροών στα Δίκτυα Ύδρευσης*. Αντλήθηκε από: [www.waterinfo.gr](http://www.waterinfo.gr)
- [32] Mike Kuniavsky, *Smart Things - Ubiquitous Computing User Experience Design*, Elsevier, Inc, 2010
- [33] Δημήτριος Α. Κολησιάτης, *Ενεργειακή Επιθεώρηση και Πρόταση Εξοικονόμησης Ενέργειας στο Σύστημα Φωτισμού Σχολικών Κτιρίων Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, Διπλωματική Εργασία, Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, Αθήνα, Αύγουστος 2013*
- [34] Στεφανία Κ. Μπανάκα, *Ενεργειακή Επιθεώρηση και Πρόταση Εξοικονόμησης Ενέργειας στο Σύστημα Φωτισμού του Κτιρίου Χημικών Μηχανικών Ε.Μ.Π. – Πτέρυγες Β,Δ, Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, Αθήνα, Αθήνα, Νοέμβριος 2011*
- [35] Build Up Skills – Greece, *Ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης σε εθνικό επίπεδο*, 2013. Αντλήθηκε από: [www.buildupskills.eu](http://www.buildupskills.eu)
- [36] Αθανάσιος Σαφάκας, Σάββας Τσοτουλίδης, *Εξοικονόμηση Ενέργειας από τη χρήση ηλεκτρικών κινητηρίων συστημάτων μέσω ελεγχόμενων ηλεκτρονικών μετατροπέων ισχύος – Εφαρμογές στη βιομηχανία και τα μέσα μεταφοράς*. Αντλήθηκε από: <http://library.tee.gr/>
- [37] *Οδηγός Βιώσιμης Διαχείρισης και Εξοικονόμησης Νερού της Τράπεζας Πειραιώς*, Αθήνα, 2008. Αντλήθηκε από: <http://ec.europa.eu/>

- [38] Δημήτριος Κόλλιας, *Ενεργειακή Αναβάθμιση Ανελκυστήρων*, παρουσίαση στην ημερίδα «Εφαρμογές Ενεργειακής Αναβάθμισης και Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας», 2013  
Αντλήθηκε από: <http://www.scribd.com>
- [39] Ηλιάνα Γεωργακάκου, *Συστήματα εξαερισμού και ανάκτησης θερμότητας στην πράξη*.  
Αντλήθηκε από: [www.kaffe.gr](http://www.kaffe.gr)
- [40] Ηλίας Σωφρόνης, *Ανακατασκευή κτιρίου γραφείων με έμφαση στην εξοικονόμηση ενέργειας*. Αντλήθηκε από: <http://www.thelcon.gr>
- [41] Ryota Nishioka, Koji Yoshida, *Energy Saving Technology for Escalators*, Technical Reports, Mitsubishi Electric Advance, 2013
- [42] Απόστολος Σπένδας, *Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων και Ζητήματα Ασφαλείας*, Διπλωματική Εργασία, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας Οικονομικών και Κοινωνικών Επιστημών, Τμήμα Εφαρμοσμένης Πληροφορικής, Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών Ειδίκευσης, 2012
- [43] Jim Sinopoli, *Smart Buildings – A Handbook for the design and operation of Building Technology Systems*, Spicewood Publishing, 2006
- [44] Μουσής Δαμιανίδης, Γεώργιος Κατσαρός, Ματθαίος Τόλης, Φώτιος Στεργιόπουλος, *Οδηγός Μελέτης και Υλοποίησης Φωτοβολταϊκών Έργων*, Πόρισμα Ομάδας Εργασίας του ΤΕΕ/ΤΚΜ, ΤΕΕ, Τμήμα Κεντρικής Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη, 2011
- [45] Περιοδικό Σύγχρονη Τεχνική Επιθεώρηση, [www.technicalreview.gr](http://www.technicalreview.gr)
- [46] Κατερίνα Πιριπίτσι, *Σύγχρονα Ενεργειακά ζητήματα, Σημασία των ΑΠΕ και ΕΞΕ, Τρόποι Εξοικονόμησης Ενέργειας*, Ίδρυμα Ενέργειας Κύπρου, 2010. Αντλήθηκε από <http://www.mcit.gov.cy>
- [47] Official website of the European Union. <http://europa.eu/>
- [48] Κωνσταντίνος Ανδρεάδης, *Ευφυή Συστήματα Μέτρησης και Διαχείρισης Ηλεκτρικής Ενέργειας*, ΔΕΔΔΗΕ, 2014. Αντλήθηκε από: [sptmte-dei.gr/](http://sptmte-dei.gr/)
- [49] Εταιρείας TiSoft. <http://www.tisoft.com/>
- [50] Πειραϊκή Τεχνική, Εταιρεία Μελετών & Κατασκευών, <http://www.ptech.gr>
- [51] Smappee Energy Monitor, από <https://play.google.com/>
- [52] The North House Project. Αντλήθηκε από: <http://www.oaa.on.ca>

- [53] Photovoltaic trackers, [www.pvresources.com/PVSystems/Trackers.aspx](http://www.pvresources.com/PVSystems/Trackers.aspx)
- [54] [www.fantakis.gr](http://www.fantakis.gr)
- [55] HITACHI. [www.hitachi.com](http://www.hitachi.com)
- [56] SAMSUNG. [www.samsung.com](http://www.samsung.com)
- [57] Ανθή Παναγιωτάκη, *Τι γυρεύουν στο Ίντερνετ οι λάμπες, οι θερμοστάτες και τα κουδούνια; - Ορθολογισμός στην κατανάλωση πόρων*, 2014. Αντλήθηκε από: [www.in.gr](http://www.in.gr)
- [58] Αλέξανδρος Τιτίνης, *Από τα τοπικά δίκτυα αισθητήρων στις έξυπνες πόλεις*. Αντλήθηκε από: <http://www.electrologos.gr>
- [59] Βασίλειος Παύλου, *Αλγόριθμοι δρομολόγησης για εξοικονόμηση ενέργειας στα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων*, Μεταπτυχιακή Διατριβή, Πανεπιστήμιο Πειραιώς, Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Πληροφορική», 2010
- [60] Ευφροσύνη Θ. Ζώτου, *Σύγχρονες Τεχνολογίες Πρόσβασης και Διαδικτύου σε Έξυπνα Δίκτυα*, Διπλωματική Εργασία, Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, ΕΜΠ, 2012
- [61] Tod Newcombe, *Santander: Η εξυπνότερη έξυπνη πόλη*. Αντλήθηκε από: <http://www.citybranding.gr>
- [62] *Σύστημα Έξυπνης Άρδευσης*, άρθρο του Κώστα Δεληγιάννη στην εφημερίδα Καθημερινή, 02-03-2013. Περιλαμβάνεται συνέντευξη του Χρήστου Παναγιώτου, καθηγητή στο ερευνητικό κέντρο «Κοίος», ο οποίος συμμετείχε στο πρόγραμμα Waterbee. Αντλήθηκε από: [www.kathimerini.gr](http://www.kathimerini.gr)
- [63] Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας & Κλιματικής Αλλαγής. <http://exoikonomisi.ypeka.gr>

## ΕΙΚΟΝΕΣ

Εικ. 1 (σελ. 24): Official website of the European Union. <http://europa.eu/>

Εικ. 2 (σελ. 70): [www.pinterest.com](http://www.pinterest.com)

Εικ. 3 (σελ. 70): <http://www.suzukipublicschool.ca/>

Εικ. 4 (σελ. 70): <http://www.ecofriend.com/>

Εικ. 5 και 6 (σελ. 78): *Arthelio, Intelligent and Energy-optimised Lighting Systems Based on the Combination of Daylight and the Artificial Light of Sulphur Lamps*, FP4 Joule III. Αντλήθηκε από: <http://erg.ucd.ie/enerbuild/pdfs/ARTHELIO.pdf/>

Εικ. 7,8 (σελ. 78): Hybrid Solar Lighting, <http://www.photonics.com/>

Εικ. 9 (σελ. 78): [www.bchydro.com](http://www.bchydro.com)

Εικ. 10 (σελ. 78): <http://solar.calfinder.com/>

Εικ. 11 (σελ. 79): <http://www.greenbuildingadvisor.com>

Εικ. 12 (σελ. 92): ΚΑΠΕ [www.cres.gr](http://www.cres.gr)

Εικ. 13 (σελ. 101): HITACHI [www.hitachi.com](http://www.hitachi.com)

Εικ. 14 (σελ. 104): Smart Elevators Bring You There Faster & More Efficiently Αντλήθηκε από: [www.triplepundit.com/](http://www.triplepundit.com/)

Εικ. 15 (σελ. 108): [www.in.gr](http://www.in.gr)

Εικ. 16 (σελ. 115): Gizmag <http://www.gizmag.com/eva-smart-shower-head/34834/>

Εικ. 17 (σελ. 120): ADNAN Engineering <http://adnan-engineering.com/>

## ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 1 (σελ. 39):

Ιωάννης Ψαρράς, Κωνσταντίνος Δ. Πατλιτζιάνας, *Σημειώσεις Διαχείρισης Ενέργειας και Περιβαλλοντικής Πολιτικής*, Εκδόσεις ΕΜΠ, Αθήνα 2006

Πίνακας 2 (σελ. 65) :

ΚΑΠΕ [www.cres.gr](http://www.cres.gr)