



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**

**ΣΧΟΛΗ: ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΧΑΔΙΑΣΗΣ & ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

**ΤΜΗΜΑ: ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

## **Αυτοματισμός Παραγωγής και Υπηρεσιών**

### **Τίτλος εργασίας**

***«Μελέτη σχεδιασμού και υλοποίησης ενεργειακά αυτόνομου «έξυπνου» σπιτιού με φωνητικές εντολές και ασφάλεια.»***

**Συγγραφέας:** Αβραμόπουλος Θεόδωρος

**ΑΜ:** 8069780

**Επιβλέπων:** Δρόσος Χρήστος

Αθήνα, Ιούνιος 2023



**UNIVERSITY OF WEST ATTICA SCHOOL**

**SCHOOL: INDUSTRIAL DESIGN & PRODUCTION ENGINEERS**

**DEPARTMENT: ENGINEERING**

**M.Sc. in Industrial Automation**

**Job title**

***«Disquisition of Design and implementation of an energy autonomous  
"smart home " with voice commands and security. »***

**Student name and surname:** Avramopoulos Theodoros

**Registration Number:** 80697802

**Supervisor:** Christos Drosos:

**A  
t  
h  
e**



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**

**ΣΧΟΛΗ: ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΧΑΔΙΑΣΗΣ & ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

**ΤΜΗΜΑ: ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**Τίτλος εργασίας**

*«Μελέτη σχεδιασμού και υλοποίησης ενεργειακά αυτόνομου «έξυπνου»  
σπιτιού με φωνητικές εντολές και ασφάλεια.»*

**Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του Εισηγητή**

**Δρόσος Χρήστος  
Γκανέτσος Θεόδωρος  
Παπουτσιδάκης Μιχαήλ**

Η μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:

<b>A/a</b>	<b>ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ</b>	<b>ΒΑΘΜΙΑΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ</b>
	ΔΡΟΣΟΣ ΧΡΗΣΤΟΣ		
	ΓΚΑΝΕΤΣΟΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ		
	ΠΑΠΟΥΤΣΙΔΑΚΗΣ ΜΙΧΑΗΛ		

## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Αβραμόπουλος Θεόδωρος του Μενελάου, με αριθμό μητρώου 80697802 φοιτητής του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών Αυτοματισμός Παραγωγής και Υπηρεσιών του Τμήματος ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΧΑΔΙΑΣΗΣ & ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ της Σχολής ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Ο Δηλών

**Αβραμόπουλος Θεόδωρος**



**Ψηφιακή Υπογραφή Επιβλέποντα**

(Υπογραφή)

## Περίληψη

Όλα τα σύγχρονα σπίτια διαθέτουν κάποιο είδος έξυπνης τεχνολογίας. Από την απλή χρήση ενός ασύρματου δικτύου για την περιήγηση στο διαδίκτυο μέχρι τη διαχείριση του ηλεκτρικού εξοπλισμού με βάση τον ελεγκτή. Ως εκ τούτου, ο στόχος είναι ο έλεγχος κάθε συσκευής, συμπεριλαμβανομένης της θέρμανσης, της ψύξης, της ασφάλειας κ.λπ., από έναν ενιαίο ελεγκτή, όπως ένα κινητό τηλέφωνο ή ένα tablet. Οι περισσότεροι άνθρωποι σήμερα έχουν το κινητό τους τηλέφωνο πάντα μαζί τους. Και τώρα έχει την ιδέα ότι μπορεί να φροντίζει το σπίτι του ενώ ταξιδεύει οπουδήποτε στον κόσμο, χρησιμοποιώντας το κινητό του τηλέφωνο. Πριν έρθει σε επαφή με το αντίθετο περιβάλλον, ο ιδιοκτήτης του σπιτιού μπορεί να αισθάνεται ασφαλής γνωρίζοντας πληροφορίες για το σπίτι του και μπορεί να επιβλέπει ή να επιδιορθώνει ένα ζήτημα που διαφορετικά δεν θα γνώριζε καν. Οποιοσδήποτε ηλεκτροκίνητος εξοπλισμός στο εσωτερικό της κατασκευής είναι σε θέση να έχει πρόσβαση στο τοπικό δίκτυο, καθώς και στις εντολές του χρήστη. Οι εντολές μπορεί να έρχονται μέσω ενός ακουστικού ή μέσω φωνής. Ο φωτισμός, η οικιακή ασφάλεια, η τηλεόραση, ο κλιματισμός και η παρακολούθηση του χώρου είναι παραδείγματα κοινών εφαρμογών. Αν και η σκέψη της χρήσης αυτών των εφαρμογών φαίνεται προκλητική, η τεχνολογία έχει ωριμάσει σε σημείο που πολλοί κατασκευαστές συσκευών μπορούν να υποστηρίξουν τις αντι-τεχνολογίες χωρίς επιπλέον χρέωση. Πολλές συσκευές προσφέρουν ήδη απομακρυσμένη διαχείριση στον χρήστη και είναι προετοιμασμένες για ενσωμάτωση σε ένα μεγαλύτερο τοπικό δίκτυο. Έτσι, έχουμε φτάσει στην περίοδο κατά την οποία έχει εξελιχθεί η ιδέα των διαδικτύου των πραγμάτων-συσκευών, τον γνωστό κόσμο του Internet of Things. Όταν οτιδήποτε αναφέρεται ως "Internet of Things", σημαίνει ότι είναι συνδεδεμένο και αναγνωρίσιμο από ψηφιακά δίκτυα. Αυτό το δίκτυο αγαθών και εργαλείων επεκτείνεται καθημερινά και γίνεται όλο και καλύτερο. Η δυνατότητα σύνδεσης σε δίκτυα και η δυνατότητα τηλεχειρισμού γίνεται βασικό χαρακτηριστικό όλων των ηλεκτρονικών συσκευών των επιχειρήσεων και των νοικοκυριών.

Ο οικιακός αυτοματισμός είναι μια πρόσφατη εξέλιξη που συνάδει με το πόσο μακριά έχει φτάσει η τεχνολογία στην αντιμετώπιση δύσκολων ζητημάτων. Ο πρωταρχικός στόχος αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι να εξοικειώσει τον αναγνώστη με τις πρακτικές και τα εργαλεία που έχουν προχωρήσει στην κατασκευή ενός έξυπνου σπιτιού. Ιδιαίτερη προσοχή δίνεται επίσης στα πιο βασικά στοιχεία του σπιτιού, όπως η θέρμανση, η ψύξη και ο εξαερισμός.

## Abstract

Smart technology exists in every home today in an early form. From the simple use of a wireless network used to access the internet, to the management of electrical appliances from the controller. So the purpose is to manage all these appliances, heating, cooling, security, etc. from a central controller such as a mobile phone or tablet. In modern times most of the people always have their mobile phone with them. And here comes the thought of managing his home from his mobile phone while he is anywhere in the world. The homeowner can feel the security of having access to information about their home and can correct or oversee a situation that they would otherwise not even know existed, before coming into contact with the opposite environment. Any device that exists within the building and uses electricity can also use the local network and obey the user's commands. The commands may be voice commands or from a handset. Common applications have to do with lighting, home security, television, air conditioning and monitoring of premises. The idea of implementing these applications seems difficult to use but in fact the technology has advanced so much that many appliance manufacturers can support the counter-technologies at no extra cost. Already many appliances provide the user with remote management and are ready to be integrated into a wider local network. We are therefore at the point in time when a new concept has emerged, that of the Internet of Things-devices, the well-known world of the Internet of Things. The phrase Internet of Things refers to objects and products that are connected and identified through digital networks. This web of products and devices is getting bigger and better every day. All electronic devices at home and in offices are evolving to be interconnected through networks and controlled remotely.

At a time when the evolution of technology has made great strides in solving complex problems, home automation is no exception to this development. The main purpose of this thesis is to introduce the reader to the existing methods and technologies that have been incorporated to create a Smart Home. In addition, emphasis is placed on energy management techniques for the most central aspects of the home such as heating, cooling and ventilation.

# Πίνακας Περιεχομένων

Π

Α

Β

Γ

Δ

Ε

Σ

Ζ

Η

Θ

Κ

Λ

Μ

Ν

Ξ

Ο

Π

Ρ

Σ

Τ

Υ

Φ

Χ

Ψ

Ω

Α

Β

Γ

Δ

Ε

Σ

Ζ

Η

Θ

Κ

Λ

Τ

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Ε

Εισαγωγή



Ο σύγχρονος άνθρωπος πρέπει να εκτελεί καθημερινά ένα πλήθος καθηκόντων λόγω των αυξανόμενων απαιτήσεων και της γρήγορης ταχύτητας της ζωής. Οι χρονικοί περιορισμοί είναι ένα από τα πρωταρχικά χαρακτηριστικά και ζητήματα του σύγχρονου ανεπτυγμένου κόσμου λόγω αυτού του γεγονότος καθώς και της ανθρώπινης τάσης για συνεχή αύξηση των συνθηκών διαβίωσης. Ως αποτέλεσμα, είναι σαφές ότι καταβάλλονται προσπάθειες για την αυτοματοποίηση ενός ευρέος φάσματος εργασιών και δραστηριοτήτων προκειμένου να απαλλαγεί ο άνθρωπος από χρονοβόρες, μονότονες και κουραστικές εργασίες. Βέβαια, αυτό διευκολύνεται και από τη ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας, η οποία έχει καταστήσει εφικτή την εφαρμογή στην πράξη των φουτουριστικών σεναρίων αυτοματοποίησης που πριν ήταν μόνο φανταστικά για τον άνθρωπο. Όλα αυτά έχουν οδηγήσει στην αναβίωση της ιδέας του έξυπνου σπιτιού ως μιας ευρείας στρατηγικής που επιτρέπει τη χρήση τεχνολογιών σε οικιακό επίπεδο για τη διευκόλυνση της καθημερινής ζωής των ανθρώπων εκεί. Στο σημείο αυτό είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι ο στόχος του έξυπνου σπιτιού είναι διττός, καθώς οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται αποσκοπούν αφενός στη βελτίωση της ποιότητας ζωής των κατοίκων και αφετέρου στη διατήρηση της ενέργειας και τη διαχείριση των πόρων (Bansal & Kumar, 2020).

Ως αποτέλεσμα, πριν από μερικές δεκαετίες, δημιουργήθηκαν τα πρώτα σχέδια που έδειχναν σπίτια εξοπλισμένα με αισθητήρες, gadgets και ενεργοποιητές και δημιουργημένα για την εκτέλεση συγκεκριμένων δραστηριοτήτων. Ωστόσο, δεδομένου ότι οι προσπάθειες για την υιοθέτηση του έξυπνου σπιτιού είχαν ξεκινήσει μερικά χρόνια νωρίτερα, είναι κατανοητό να αναρωτιέται κανείς γιατί χρειάστηκε τόσος χρόνος για να ωριμάσει και να γίνει ευρέως διαδεδομένο. Η τεχνολογία που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή του ίδιου του έξυπνου σπιτιού δίνει την απάντηση σε αυτό το ερώτημα. Πριν από περίπου δέκα χρόνια, ο όρος "έξυπνο σπίτι" χρησιμοποιούνταν για να υποδηλώσει ιδιόκτητα συστήματα οικιακού ελέγχου που χρησιμοποιούσαν κλειστά πρότυπα και εξαιρετικά ακριβή, εξειδικευμένη τεχνολογία. Ένας από τους βασικούς παράγοντες που περιόριζαν την επέκταση του κλάδου των έξυπνων σπιτιών ήταν το αστρονομικό κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας τους, καθώς και η αδυναμία τους να ανταποκριθούν στις νέες απαιτήσεις που προέκυπταν από αυτά τα ιδιόκτητα πρότυπα. Ήταν μόνο θέμα χρόνου να προσαρμοστεί η τεχνολογία έξυπνων σπιτιών στο Διαδίκτυο και στον τεράστιο αντίκτυπο που είχε πρακτικά σε κάθε τομέα της σύγχρονης ζωής. Ως αποτέλεσμα, οι επιχειρήσεις οικιακού αυτοματισμού αγκάλιασαν κυρίως τις ασύρματες τεχνολογίες Διαδικτύου που βασίζονται σε ανοικτά, παγκόσμια πρότυπα. Ήταν δυνατό να επιτευχθεί όχι μόνο η απαραίτητη μείωση του κόστους, αλλά και η

αποτελεσματικότερη λειτουργία και η ικανοποίηση των αναγκών των χρηστών, κάτι που θα ήταν αδύνατο χωρίς τη χρήση της ψηφιακής γενιάς, με την ενσωμάτωση του έξυπνου σπιτιού στο Διαδίκτυο των πραγμάτων ή με τη σύνδεση κοινών αντικειμένων από το περιβάλλον στο Διαδίκτυο (Bansal & Kumar, 2020).

Η ιδέα του έξυπνου σπιτιού είναι πλέον πιο ελκυστική και αγαπητή από ποτέ χάρη στο Διαδίκτυο των πραγμάτων, το οποίο συνδέει ψηφιακά πράγματα και συσκευές γενικότερα. Αυτό συμβαίνει επειδή δίνει στους χρήστες τη δυνατότητα να ελέγχουν το σύστημα εξ αποστάσεως χρησιμοποιώντας ένα tablet ή ένα smartphone. Όλα αυτά έχουν οδηγήσει τον κλάδο του έξυπνου σπιτιού να γνωρίζει μια άνθηση που επεκτείνεται γρήγορα τα τελευταία χρόνια, καθώς όλο και περισσότερες επιχειρήσεις εισέρχονται στην αγορά και προσφέρουν τα δικά τους συστήματα και λύσεις. Πολλές τεχνολογίες, συμπεριλαμβανομένων των δικτύων αισθητήρων, των φορητών συστημάτων και των έξυπνων gadgets, έχουν δημιουργηθεί για τη συλλογή, την επικοινωνία και την ανάλυση δεδομένων που συνδέονται με το περιβάλλον, τους ανθρώπους και τα γεγονότα εντός του έξυπνου σπιτιού. Αντίστοιχα, έχουν αναπτυχθεί ανοικτά πρότυπα και πρωτόκολλα σε επίπεδο επικοινωνίας για την αντιμετώπιση προβλημάτων διαλειτουργικότητας και ανταλλαγής δεδομένων μεταξύ διαφόρων τύπων συσκευών και υπηρεσιών. Ωστόσο, μπορεί να διαπιστωθεί ότι πολλές από τις τρέχουσες τεχνολογίες και τα συστήματα οικιακού αυτοματισμού αποτελούν ad hoc λύσεις, πράγμα που σημαίνει ότι εξαρτώνται πλήρως από το συγκεκριμένο περιβάλλον και σενάριο και ότι θα ήταν εξαιρετικά δύσκολο ή αδύνατο να εφαρμοστούν σε μια παρόμοια κατάσταση χωρίς επαναπρογραμματισμό του συστήματος. Για παράδειγμα, αποτελεί πρόκληση η λογική και αποτελεσματική επεξεργασία και επαναχρησιμοποίησή τους, παρά το γεγονός ότι μπορεί να καταγραφεί και να συλλεχθεί τεράστιος όγκος δεδομένων από αισθητήρες, κατοίκους και πολυάριθμες εξωτερικές πηγές. Παρόλο που έχει αναπτυχθεί ένα ευρύ φάσμα τεχνολογιών επεξεργασίας δεδομένων, έχει αποδειχθεί ότι μια γενική λύση δεν μπορεί να κλιμακωθεί και δεν είναι πρακτική σε πραγματικές εφαρμογές (Bansal & Kumar,

Το γεγονός ότι οι τρέχουσες τεχνολογίες και υποδομές έξυπνου σπιτιού δεν αναπτύχθηκαν σύμφωνα με ένα ευρέως αναγνωρισμένο μοντέλο σε επίπεδο δεδομένων και εφαρμογών μπορεί να συνδεθεί με τις αιτίες των προαναφερθέντων προβλημάτων. Ακολουθούν τρεις άμεσες συνέπειες για τη δημιουργία και την εφαρμογή των συστημάτων έξυπνου σπιτιού:

1. Η ετερογένεια των δεδομένων καθιστά δύσκολη την εμπορία και την επαναχρησιμοποίησή τους με νέους τρόπους.

2. Η επαναχρησιμοποίηση κομματιών σε διάφορα πλαίσια εφαρμογών δεν είναι δυνατή λόγω της ετερογένειας των εφαρμογών.

3. Οι τρέχουσες τεχνολογίες έξυπνων σπιτιών δεν μπορούν να χειριστούν τα μεταδεδομένα και τη σημασιολογία τους χωρίς την υποστήριξη επίσημων μοντέλων δεδομένων και εκφραστικών φορμαλισμών αναπαράστασης (Dritsas et al., 2006).

Η ευφυής, σε βάθος ανάλυση και η ανακάλυψη γνώσης από πολλές πηγές δεδομένων, όπως η επαναλαμβανόμενη αναγνώριση προτύπων και η λήψη αποφάσεων βάσει γνώσης, εμποδίζονται από την απουσία σημασιολογίας και την αδυναμία διαμοιρασμού και χρήσης δεδομένων. Οι δυσκολίες δημιουργίας μιας μεθοδικής λύσης έξυπνου σπιτιού με ομαλή πρόσληψη δεδομένων και υψηλούς βαθμούς ενισχυμένης νοημοσύνης προκαλούνται τελικά από αυτό. Ως αποτέλεσμα, υπάρχει πλέον ένα σημαντικό κενό μεταξύ των προτεινόμενων λύσεων της αγοράς και των αναμενόμενων στόχων του έξυπνου σπιτιού, το οποίο πρέπει να καλυφθεί από τεχνικές λύσεις με προηγμένη αυτοματοποίηση που είναι απλές στη χρήση και εύλικτες σε όλη τη διάρκεια της αναδιάρθρωσης και της ανάπτυξης του συστήματος

Σε αυτή την εργασία, παρέχουμε αρχικά μια οντολογική στρατηγική μοντελοποίησης για τα δεδομένα των πολλών συστατικών του έξυπνου σπιτιού, όπως οι κάτοικοι, οι οικιακές συσκευές κ.λπ. Τέλος, χρησιμοποιώντας τις ιδέες και τις τεχνολογίες του Σημασιολογικού Ιστού, δημιουργούμε κανόνες και σενάρια που περιγράφουν τον τρόπο λειτουργίας του έξυπνου σπιτιού.

## ο Έξυπνο Σπίτι

Ο άνθρωπος πάντα αλληλεπιδρούσε με το περιβάλλον του, από την παλαιολιθική εποχή μέχρι σήμερα. Ο άνθρωπος προσαρμόζει πάντα τη συμπεριφορά του ως απάντηση σε οποιαδήποτε αλλαγή των συνθηκών ή των περιβαλλοντικών συνθηκών. Μπορούμε να κερδίσουμε πολλά αν, από την άλλη πλευρά, το περιβάλλον μπορεί με κάποιο τρόπο να προσαρμόσει αυτή τη συμπεριφορά και να "αναλάβει" την αυτοματοποίηση των λειτουργιών χωρίς την εμπλοκή του ανθρώπινου παράγοντα. Το "έξυπνο σπίτι" είναι ουσιαστικά ένα από αυτά τα περιβάλλοντα εξοπλισμένο με Περιβάλλουσα Νοημοσύνη (Ambient Intelligence - AmI) και αυτόνομο έλεγχο, που του επιτρέπει να αντιδρά στη συμπεριφορά των ενοίκων και να προσφέρει μια σειρά από υπηρεσίες. Ο τρόπος λειτουργίας του είναι γενικά κατανοητός. Μια συλλογή αισθητήρων συλλέγει πολυάριθμες μορφές πληροφοριών για τους κατοίκους και τις διάφορες κινήσεις τους μέσα στην κατοικία (Deng et al., 2011).

Αφού εντοπιστούν οι δραστηριότητες ή τα επιμέρους περιστατικά του κάθε ατόμου, οι υπολογιστές ή άλλες συσκευές (όπως μικροεπεξεργαστές) αναλύουν τα δεδομένα αυτά προκειμένου να ανταποκριθούν σε αυτά ενεργοποιώντας συγκεκριμένους μηχανισμούς που έχουν εγκατασταθεί στο εσωτερικό του σπιτιού. Μια απλή απεικόνιση είναι ο φωτισμός που ανάβει όταν κάποιος εισέρχεται σε έναν χώρο. Όμως, μπορούν να συλλεχθούν και πιο περίπλοκες καταστάσεις, όπως ένα ηλικιωμένο άτομο που είναι μόνο του στο σπίτι και χρειάζεται ιατρική φροντίδα. Ο οικιακός αυτοματισμός είναι μια ιδέα που υπάρχει εδώ και περισσότερο καιρό απ' όσο θα πιστεύαμε (για παράδειγμα, ο Nikola Tesla μίλησε για τον τηλεχειρισμό οχημάτων και σκαφών το 1898). Έτσι, ακόμη και πριν από την οικιακή χρήση του ηλεκτρικού ρεύματος, οι άνθρωποι φαντάζονταν ένα σπίτι που θα μπορούσε να ανιχνεύει τις ανάγκες τους και να λειτουργεί μόνο του. Επειδή η τεχνολογία έχει εξελιχθεί τόσο γρήγορα κατά τη διάρκεια του περασμένου αιώνα, ήταν αναπόφευκτο να καλυφθεί αυτό το θέμα.

Παρατηρούμε ότι πολλές μελέτες έχουν επικεντρωθεί ειδικά σε αυτό: την εξοικονόμηση πολύτιμου χρόνου με την αυτοματοποίηση όσο το δυνατόν περισσότερων υπηρεσιών, ιδίως στη σύγχρονη εποχή, όπου η γρήγορη ταχύτητα της ζωής και ο κατακλυσμός του ανθρώπου με πλήθος υποχρεώσεων αποτρέπουν την άσκοπη σπατάλη χρόνου. Ως εκ τούτου, αναγνωρίζουμε ήδη οικιακές συσκευές όπως το πλυντήριο πιάτων και το πλυντήριο ρούχων, τα τηλεχειριστήρια κλιματιστικών και τηλεοράσεων και τα ανοίγματα γκαραζόπορτας που

κλείνουν αυτόματα. Ωστόσο, η ανάπτυξη εντελώς έξυπνων σπιτιών με ελάχιστη ανθρώπινη παρέμβαση επιβάλλεται από τις αυξανόμενες απαιτήσεις των ανθρώπων μαζί με τη συνεχή βελτίωση της ποιότητας ζωής, το ζήτημα της εξοικονόμησης ενέργειας και το οικολογικό στοιχείο (Fang & Zhu, 2010).

Αρκετοί ακαδημαϊκοί έχουν διερευνήσει το πρόβλημα αυτό, ιδίως κατά τις δύο τελευταίες δεκαετίες, δημιουργώντας μια μεγάλη ποικιλία προοπτικών εφαρμογών. Σήμερα υπάρχουν πολλά διαφορετικά είδη έξυπνων σπιτιών, με τις ακόλουθες κύριες κατηγορίες εφαρμογών:

1. Εντοπισμός των μετακινήσεων των κατοίκων και προσδιορισμός των προβλημάτων υγείας τους, προκειμένου να τους παρέχονται υπηρεσίες. Τα σπίτια αυτά μπορούν να χωριστούν περαιτέρω σε εκείνα που προσφέρουν γενικές υπηρεσίες υγείας, υπηρεσίες για ηλικιωμένους και υπηρεσίες για παιδιά. Τα έξυπνα σπίτια αυτής της κατηγορίας χρησιμεύουν ως πλατφόρμες συλλογής πληροφοριών για τη διασφάλιση της ευημερίας των κατοίκων.

2. Αποθήκευση και ανάκτηση δεδομένων πολυμέσων από το έξυπνο σπίτι, συμπεριλαμβανομένων των πάντων, από εμπειρίες έως εικόνες. Αυτός ο τομέας αναμφίβολα εγείρει το θέμα των ανησυχιών ορισμένων ανθρώπων γύρω από τη συλλογή προσωπικών δεδομένων.

3. Η παροχή υπηρεσιών παρακολούθησης, συμπεριλαμβανομένης της επεξεργασίας των περιβαλλοντικών δεδομένων που λαμβάνονται και, εάν είναι απαραίτητο, της ενεργοποίησης εξειδικευμένων συναγερμών για την προστασία του σπιτιού και των ανθρώπων του από πιθανούς εισβολείς και φυσικές καταστροφές όπως πλημμύρες, πυρκαγιές κ.λπ.

4. Μείωση της κατανάλωσης ενέργειας στις κατοικίες με τον έλεγχο και την παρακολούθηση των συσκευών και την αλλαγή των προγραμμάτων λειτουργίας τους σύμφωνα με τη ζήτηση ενέργειας και τις προτιμήσεις των κατοίκων (Smys, 2020).

## Ξυπνο Σπίτι έναντι Συμβατικού

Η "έξυπνη" κατασκευή ενός σπιτιού μπορεί να συμβάλει στη μείωση της παραγωγής αποβλήτων, της ρύπανσης του περιβάλλοντος και της υποβάθμισης των ανεκτίμητων φυσικών πόρων. Συνδυάζοντας την άμεση χρήση ορυκτών καυσίμων, όπως το φυσικό αέριο, με αυτά που εκπέμπουν διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας που παράγεται σήμερα συμβάλλει σημαντικά στην αύξηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Το έξυπνο σπίτι είναι ένας τρόπος να μειωθούν όλες αυτές οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις, επειδή μειώνει σημαντικά τόσο τις εισροές όσο και τις εκροές λόγω της αύξησης της αποδοτικότητας του κτιρίου (Smys, 2020).

Σε μια προσομοίωση που διεξήχθη σε συνεργασία με το Πανεπιστήμιο Εφαρμοσμένων Επιστημών και Τεχνών της Λουκέρνης από ειδικούς της τεχνολογίας κτιρίων της Siemens, αποδείχθηκε ότι:

- Σε σύγκριση με ένα σπίτι χωρίς αυτοματισμό, ένα μόνο εγκατεστημένο σύστημα μπορεί να μειώσει τις εκπομπές CO<sub>2</sub> κατά 4 τόνους ετησίως (με βάση τη θέρμανση με φυσικό αέριο ενός διαμερίσματος 100 τετραγωνικών μέτρων)
- Μειωμένα τέλη συντήρησης και εξοικονόμηση ενέργειας έως και 30% χωρίς μείωση της άνεσης στους εσωτερικούς χώρους (Siemens Global Website, 2015).

Ο Διεθνής Οργανισμός Ενέργειας (IEA) εκτιμά ότι ο φωτισμός καταναλώνει το 19% της συνολικής παραγόμενης ενέργειας. Ο παγκόσμιος λογαριασμός ηλεκτρικού ρεύματος μπορεί να μειωθεί κατά ένα δέκατο αν όλοι μεταπηδήσουν σε ενεργειακά αποδοτικά συστήματα φωτισμού (Smart Home USA, 2014). Ένα σπίτι μπορεί να εξοικονομήσει έως και 20% της ενέργειας που απαιτείται για τον φωτισμό, αν εγκαταστήσει έναν αισθητήρα ανίχνευσης παρουσίας που μπορεί να απενεργοποιεί τις ηλεκτρικές συσκευές και τον φωτισμό όταν ένα άτομο φεύγει από το δωμάτιο (Energy Monitoring, 2014).

### Κοινωνικό Όφελος

Η διασφάλιση της διάρκειας ζωής των ανθρώπων, καθώς και της ευημερίας και της υψηλής ποιότητας ζωής τους είναι το μεγαλύτερο ζήτημα του σήμερα. Τα παρακάτω είναι μερικά κοινωνικά πλεονεκτήματα της τοποθέτησης ενός έξυπνου σπιτιού:

Βελτιωμένη άνεση: Ένα έξυπνο σπίτι μπορεί να δώσει ένα ευέλικτο σύστημα, όπως η διαχείριση συγκεκριμένων δωματίων, ο έλεγχος της θέρμανσης/ψύξης και του κλιματισμού και πολλά άλλα. Μπορεί επίσης να δημιουργήσει την ιδανική ατμόσφαιρα για κάθε χώρο.

Προκειμένου να παρέχει τον έλεγχο των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης, καθώς και τη δυνατότητα ελέγχου των συστημάτων θέρμανσης, αερισμού και ψύξης, το σύστημα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης, αερισμού, θέρμανσης, κλιματισμού και θέρμανσης: Ο χρήστης μπορεί να ενσωματώσει ηλεκτρικά φωτιστικά και εξοπλισμό για να απλοποιήσει την καθημερινή του ζωή στο σπίτι χωρίς να χρειάζεται να ρυθμίζει χειροκίνητα πράγματα όπως φώτα και παράθυρα, ηλεκτρικές συσκευές κ.λπ.

Μεγαλύτερη ασφάλεια: Με την εγκατάσταση εξαρτημάτων επιτήρησης και ασφάλειας, όπως ανιχνευτές καπνού, αισθητήρες κατάστασης παραθύρων και θυρών και άλλα, επιτυγχάνεται το υψηλότερο επίπεδο ασφάλειας από καταπατητές και ατυχήματα (Smys,

### Οικονομικό πλεονέκτημα

Η φράση "έξυπνο σπίτι" συνήθιζε να φέρνει στο μυαλό εικόνες πολυτελών κατοικιών εξοπλισμένων με τεχνολογία αιχμής, οι οποίες ήταν προσβάσιμες μόνο σε όσους είχαν εξαιρετική οικονομική κατάσταση. Το έξυπνο σπίτι είναι πλέον πιο φθηνό από ποτέ χάρη στις τεχνολογικές εξελίξεις και τις προόδους στον "έξυπνο" εξοπλισμό, όπως θα καλυφθεί στην επόμενη ενότητα. Οι νέες τεχνολογίες για το έξυπνο σπίτι είναι επίσης "plug and play" ή απλές στην εγκατάσταση, πράγμα που σημαίνει ότι δεν απαιτούν ακριβές μεγάλες ανακαινίσεις στο σπίτι.

Το πιο σημαντικό είναι ότι ένα έξυπνο σπίτι είναι μια επένδυση που θα αποδώσει μακροπρόθεσμα αλλά και βραχυπρόθεσμα, για παράδειγμα μέσω της μείωσης του ενεργειακού κόστους που προαναφέρθηκε. Για παράδειγμα, διατηρώντας την κατάλληλη ξηρότητα του αέρα, μπορούμε να μειώσουμε την ποσότητα υγρασίας στο εσωτερικό του σπιτιού, γεγονός που εξαλείφει την ανάγκη για συνεχή συντήρηση του κτιρίου (Smys, 2020).

### Εκτιμήσεις

Αν και τα παραπάνω οφέλη είναι σαφή, ορισμένοι ειδικοί ανησυχούν για τις δυσμενείς επιπτώσεις που μπορεί να έχει αυτή η τεχνολογία στην κοινωνία:

Ο φωτισμός του ηλεκτρονικού εξοπλισμού που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο του έξυπνου σπιτιού έχει αντίκτυπο στην παραγωγή μελατονίνης, μιας ορμόνης που ρυθμίζει τον ύπνο και την καθημερινή δραστηριότητα, γεγονός που μπορεί να έχει αντίκτυπο στην όραση και την ποιότητα του ύπνου (The State News, 2014).

Η θεωρία του Shaun Salzberg αναφέρει ότι, δεδομένου ότι οι γονείς και τα άλλα μέλη της οικογένειας είναι υπεύθυνοι για την εκτέλεση συγκεκριμένων οικιακών καθηκόντων, δεν θα επιθυμούσαν ένα σύστημα οικιακού αυτοματισμού που θα αφαιρούσε από τον ενεργό και ωφέλιμο ρόλο τους στο σπίτι (ειδικά στην περίπτωση ατόμων που δεν εργάζονται ή δεν έχουν άλλη απασχόληση, π.χ. άνεργοι, συνταξιούχοι κ.λπ.) (Smys, 2020).

Οι περιβαλλοντικές και οικονομικές ανησυχίες περιλαμβάνουν την εξάντληση των φυσικών πόρων, την απελευθέρωση επικίνδυνων ενώσεων και τη μόλυνση του αέρα και του νερού. Τα προβλήματα αυτά συνδέονται με τον τομέα των ηλεκτρονικών ειδών. Ένα άλλο σημαντικό ζήτημα είναι η συνεχιζόμενη αύξηση των ηλεκτρονικών αποβλήτων, η οποία θέτει σε κίνδυνο τόσο την ανθρώπινη υγεία όσο και το περιβάλλον.

Το παράδοξο του Jevons, το οποίο υποστηρίζει ότι "η αποτελεσματικότερη χρήση ενός πόρου δεν οδηγεί από μόνη της σε εξοικονόμηση πόρων, αλλά σε μεγαλύτερη κατανάλωση και ταχύτερη εξάντληση των αποθεμάτων", είναι ένα τελευταίο σημείο που αξίζει να επισημανθεί σε σχέση με την επίδραση του έξυπνου σπιτιού στην ενίσχυση της αποδοτικότητας των χρηστών. Έτσι, μπορεί να υποστηριχθεί ότι τα κέρδη αποδοτικότητας που παρέχει η τεχνολογία του έξυπνου σπιτιού είναι πιθανό να οδηγήσουν τελικά σε αύξηση της χρήσης των πόρων και όχι στην αναμενόμενη μείωση, κάτι που παραδόξως έρχεται σε αντίθεση με την κοινή λογική (Smys, 2020).

### μπόδια που ξεπερνά το Έξυπνο Σπίτι

Μέσω πολυάριθμων μελετών έχει διαπιστωθεί ότι ο τομέας του έξυπνου σπιτιού πρέπει να αντιμετωπίσει ορισμένα συγκεκριμένα ζητήματα προκειμένου να τύχει ευρείας αποδοχής. Οι προβληματισμοί αυτοί, οι οποίοι ποικίλλουν ανάλογα με το αν είστε ειδικός ή ένας απλός μέσος χρήστης, μπορούν να χωριστούν σε δύο ομάδες: τεχνολογικές και κοινωνικές. Από Ωστόσο, είναι σημαντικό να έχουμε κατά νου ότι ορισμένοι από αυτούς τους περιορισμούς είναι επίσης αποτέλεσμα του περιορισμένου σχεδιασμού ορισμένων συστημάτων και αναμένεται να εξαλειφθούν πλήρως με την πάροδο του χρόνου, σύμφωνα με το νόμο του

Τεχνολογικοί περιορισμοί:



- Η διαλειτουργικότητα ή η ικανότητα συνεργασίας διαφόρων συστημάτων ορίζεται ως η ικανότητα διαφόρων συσκευών να επικοινωνούν μεταξύ τους, να ανταλλάσσουν πληροφορίες και να συνεργάζονται για την εκτέλεση δραστηριοτήτων σε ένα έξυπνο σπίτι. Δυστυχώς, υπάρχουν πολλά διαφορετικά οικοσυστήματα και έλλειψη τυποποίησης για τις τεχνολογίες μετάδοσης, συλλογής και αποθήκευσης δεδομένων, καθώς οι διάφοροι κατασκευαστές έχουν διαφορετικές προτιμήσεις για τους τύπους δικτύων και τα πρωτόκολλα επικοινωνίας. Συνεπώς, είναι ζωτικής σημασίας η δημιουργία ενός αξιόπιστου και σταθερού περιβάλλοντος.
- Αξιοπιστία: Ένα σύστημα έξυπνου σπιτιού δεν μπορεί να είναι 100% αξιόπιστο χωρίς να υπάρχει έστω και ο παραμικρός κίνδυνος εμφάνισης ενός τεχνικού προβλήματος, όπως ισχύει για κάθε άλλη τεχνολογική εφαρμογή. Ωστόσο, η χρήση πολλών προτύπων και, συνεπώς, διαφορετικών ανοχών για τεχνικά σφάλματα επιδεινώνουν το ζήτημα της αξιοπιστίας. Για παράδειγμα, η ενσωμάτωση δύο ξεχωριστών προϊόντων μπορεί να προκαλέσει προβλήματα εάν οι κατασκευαστές λεβήτων και οι προγραμματιστές υπολογιστών λειτουργούν με διαφορετικές παραδοχές σχετικά με το αποδεκτό μέγεθος ανοχής σφαλμάτων, όπως μια σοβαρή βλάβη του λέβητα που προκαλείται από ένα μικροσκοπικό σφάλμα του υπολογιστή (Smys, 2020).
- Ευχρηστία: Πρέπει να υπάρχει ισορροπία μεταξύ του βαθμού αυτοματοποίησης και της δυσκολίας χρήσης, ώστε η τεχνολογία έξυπνου σπιτιού να ικανοποιεί αποτελεσματικά τον χρήστη. Είναι κρίσιμο να θυμόμαστε ότι πολλές λύσεις έξυπνου σπιτιού έχουν σχεδιαστεί για άτομα με υψηλότερες ανάγκες που είναι λιγότερο εξοικειωμένα με την τεχνολογία, όπως οι ηλικιωμένοι. Η τεχνολογία που χρησιμοποιείται στο σπίτι θα πρέπει πάντα να είναι απλή στη χρήση και την κατανόηση, αλλά θα πρέπει επίσης να είναι προσαρμοσμένη στις ανάγκες του χρήστη και όχι το αντίθετο.
- Ασφάλεια και προστασία της ιδιωτικής ζωής: Αν και η προστασία των προσωπικών δεδομένων θεωρείται ο πιο δύσκολος κίνδυνος στην ανάπτυξη του έξυπνου σπιτιού, το ζήτημα της ασφάλειας αναγνωρίζεται ως τεχνολογικό ζήτημα με απλές λύσεις. Δεδομένου ότι η λειτουργία του έξυπνου σπιτιού εξαρτάται από τη συλλογή δεδομένων που σχετίζονται με τον χρήστη, η προστασία της ασφάλειας αυτών των προσωπικών δεδομένων και η αποφυγή της διαρροής τους πρέπει να αποτελεί ύψιστη προτεραιότητα. Η έλλειψη σαφήνειας σχετικά με τη συλλογή, αποθήκευση και χρήση προσωπικών

δεδομένων εκτός των προβλεπόμενων χρήσεων μπορεί να κάνει τους χρήστες να χάσουν την εμπιστοσύνη τους στο σύστημα (Mouha, 2021).

- Σχέση αξίας-κόστους: Χωρίς προηγούμενη τεχνολογική ανάπτυξη, οι καταναλωτές συχνά δυσκολεύονται να κατανοήσουν πώς ένα έξυπνο σπίτι μπορεί να βελτιώσει την ποιότητα ζωής. Επειδή τα πλεονεκτήματα του έξυπνου σπιτιού εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από την ικανότητα των ανθρώπων να κατανοήσουν και να αξιοποιήσουν πλήρως την τεχνολογία, καθώς και να αναγνωρίσουν τους περιορισμούς και τις αδυναμίες του συστήματος, η αξία της εγκατάστασης δεν εκτιμάται επίσης πλήρως.

Η αξία του έξυπνου σπιτιού αποδεικνύεται καλύτερα από την εξοικονόμηση που προκύπτει από την αυξημένη ενεργειακή απόδοση και την εξοικονόμηση πόρων. Το έξυπνο σπίτι, ωστόσο, έχει επί του παρόντος πολλά επιχειρηματικά μοντέλα και στη συνέχεια σχετικές τιμές, οι οποίες συχνά προκαλούν σύγχυση στον πελάτη και τον δυσκολεύουν να κατανοήσει την τελική τιμή (Mouha, 2021).

## ° Κεφάλαιο : Τεχνικός Εξοπλισμός Έξυπνου Σπιτιού

### 2.1 Ελεγχόμενες Συσκευές

Οποιαδήποτε αντικείμενα (όπως ηλεκτρικές συσκευές) που συνδέονται και διαχειρίζονται από ένα σύστημα οικιακού αυτοματισμού αναφέρονται ως ελεγχόμενες συσκευές. Η δυνατότητα άμεσης σύνδεσης με το δίκτυο ελέγχου ενσωματώνεται σε όλο και περισσότερες από αυτές τις συσκευές (διακομιστές ιστού, WLAN, Bluetooth, διεπαφές ZWave κ.λπ.). Για την ενσωμάτωση των υπόλοιπων συσκευών στην αρχιτεκτονική του έξυπνου σπιτιού θα απαιτηθούν συνδέσεις με προσαρμογείς (Mouha, 2021).

### 2.2 Αισθητήρες κι Ενεργοποιητές

Τα "χέρια" του οικιακού δικτύου είναι οι ενεργοποιητές, οι οποίοι παρέχουν στο δίκτυο τα μέσα για την εκτέλεση των οδηγιών στο εσωτερικό του έξυπνου σπιτιού. Υπάρχουν μηχανικοί ενεργοποιητές, όπως αντλίες και ηλεκτροκινητήρες, και ηλεκτρονικοί ενεργοποιητές, όπως ηλεκτρικοί διακόπτες και ροοστάτες, ανάλογα με το είδος της απαιτούμενης αλληλεπίδρασης. Αν οι ενεργοποιητές είναι τα "χέρια", τότε οι αισθητήρες είναι τα "μάτια" και τα "αυτιά" του δικτύου, παρακολουθώντας τη δραστηριότητα των

ενοίκων και τυχόν αλλαγές στο περιβάλλον. Οι αισθητήρες της αγοράς μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μέτρηση διαφόρων πραγμάτων, όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, το φως, η κίνηση κ.λπ. (Mouha, 2021).

Έχει αποδειχθεί ότι τρεις διαφορετικές τεχνολογίες αισθητήρων μπορούν να ανταποκριθούν αποτελεσματικά στις απαιτήσεις ανίχνευσης της ανθρώπινης δραστηριότητας σε ένα έξυπνο σπίτι:

#### Φθαρμένοι αισθητήρες

Στην ουσία, αναφερόμαστε σε αισθητήρες που φορούν οι κάτοικοι του σπιτιού και μπορούν να είναι ενσωματωμένοι στα ρούχα, τα παπούτσια, τα ρολόγια χειρός ή ακόμη και απευθείας στο σώμα τους. Τα εργαλεία αυτά παρακολουθούν και καταγράφουν συμπεριφορές που αποκαλύπτουν την ψυχολογική κατάσταση ενός ατόμου καθώς και τις κινήσεις του. Τα φορητά επιταχυνσιόμετρα, για παράδειγμα, χρησιμοποιούνται συχνά για να ανιχνεύσουν την πτώση ή την κατάρρευση ενός ατόμου, ενώ οι φορητοί αναγνώστες RFID μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να ανιχνεύσουν την επαφή με συγκεκριμένα πράγματα (Mouha, 2021).

#### Ανίχνευση του περιβάλλοντος σε πραγματικό χρόνο

Οι αισθητήρες που είναι εγκατεστημένοι στο εσωτερικό του περιβάλλοντος του έξυπνου σπιτιού και παρέχουν κρίσιμες πληροφορίες σχετικά με ενέργειες και συμβάντα εμπίπτουν σε αυτή την κατηγορία. Ωστόσο, το κόστος εγκατάστασης και συντήρησης μπορεί να είναι υπέρογκο, ιδίως όταν εγκαθίστανται σε προϋπάρχοντα σπίτια. Επίσης, ορισμένοι άνθρωποι εκφράζουν απροθυμία λόγω της αίσθησης παραβίασης της ιδιωτικής ζωής, ιδίως σε σχέση με τη χρήση βιντεοκάμερων.

Οι κυριότεροι αισθητήρες αυτής της τεχνολογίας είναι:

- Απλοί δυαδικοί αισθητήρες: Χρησιμοποιούν τα βασικά ψηφία "1" ή "0" για να δείξουν αν ένα αντικείμενο κινείται ή όχι. Αυτοί οι αισθητήρες περιλαμβάνουν διακόπτες επαφής (που τοποθετούνται σε πόρτες, ντουλάπια και συσκευές για να μεταδίδουν πληροφορίες όταν ο κάτοικος αλληλεπιδρά μαζί τους) και ανιχνευτές κίνησης και πίεσης, οι οποίοι χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση της παρουσίας και της θέσης μέσα στο σπίτι. Το χαμηλό κόστος και η απλή εγκατάσταση είναι δύο πλεονεκτήματα αυτής της τεχνολογίας, αλλά δεδομένου ότι αυτοί οι αισθητήρες στέλνουν πληροφορίες σε αφηρημένο επίπεδο, έχουν περιορισμούς κατά την αναφορά δραστηριοτήτων. Για

παράδειγμα, η απλή γνώση της κατάστασης ενός ντουλαπιού δεν μπορεί να σας πει ποιο αντικείμενο βγήκε από αυτό (Mouha, 2021).

- Βιντεοκάμερες: Οι βιντεοκάμερες θεωρούνται αισθητήρες υψηλού περιεχομένου που προσφέρουν πληθώρα δεδομένων για ερμηνεία τόσο από τον άνθρωπο όσο και από τη μηχανή. Ωστόσο, αναδεικνύουν περαιτέρω τεχνικές ανησυχίες σχετικά με την αποθήκευση των αιτημάτων και την εξαγωγή πληροφοριών, εκτός από το ζήτημα της παραβίασης της ιδιωτικής ζωής.
- Αισθητήρες RFID: Η τεχνολογία RFID χρησιμοποιεί ραδιοκύματα για τη μετάδοση και τη λήψη δεδομένων μεταξύ ενός αναγνώστη και ενός αναμεταδότη, γνωστού επίσης ως ετικέτα RFID. Οι πληροφορίες αποθηκεύονται στη μνήμη του αναγνώστη και οι ετικέτες αντιδρούν με ένα ειδικό αναγνωριστικό όταν έρχονται εντός της εμβέλειας της κεραίας. Οι ετικέτες RFID κυκλοφορούν σε δύο ποικιλίες: παθητικές ετικέτες, οι οποίες δεν διαθέτουν πηγή ενέργειας και συχνά προσαρτώνται σε αντικείμενα για την παρακολούθηση της αλληλεπίδρασης χρήστη-αντικειμένου, και ενεργές ετικέτες, οι οποίες περιλαμβάνουν μπαταρία, έχουν μεγάλη εμβέλεια και μπορούν να μεταφέρονται από ένα άτομο για προσωπική αναγνώριση. Η αξιοπιστία και η σταθερότητα της τεχνολογίας RFID, ιδίως κατά την ανάγνωση μέσω υγρών ή μετάλλων, είναι ένα από τα βασικά μειονεκτήματά της. Ωστόσο, οι ετικέτες είναι σημαντικές στο έξυπνο σπίτι, καθώς μπορούν να παρακολουθούν πολλά άτομα και να είναι κρυμμένες από την οπτική επαφή. Για παράδειγμα, συνδέοντας έναν αναγνώστη και μια ετικέτα RFID σε μια οικιακή ηλεκτρική συσκευή και μια πρίζα αντίστοιχα, μπορούμε τόσο να ανιχνεύσουμε τη σύνδεσή τους όσο και να ελέγξουμε τη συσκευή (Mouha, 2021).

Στην αγορά υπάρχουν πιο άμεσοι αισθητήρες περιβάλλοντος που μπορούν να αξιοποιηθούν σε ένα έξυπνο σπίτι τόσο για την καταγραφή της δραστηριότητας όσο και για την ενεργοποίηση αυτόματων υπηρεσιών. Αν και λιγότερο λεπτομερείς από τις βιντεοκάμερες, αυτοί οι αισθητήρες μπορούν να παρέχουν πληροφορίες που είναι πιο ακριβείς από τους απλούς δυαδικούς αισθητήρες (π.χ. αισθητήρες θερμοκρασίας, υγρασίας, φωτεινότητας κ.λπ.).

- Συστήματα με υποδομή (IMS)

Τα συστήματα που διαμεσολαβούνται από υποδομές προσφέρουν μια μοναδική, χρήσιμη και προσιτή εναλλακτική λύση για την ταξινόμηση των δραστηριοτήτων στο έξυπνο σπίτι. Τα συστήματα με τη διαμεσολάβηση υποδομής απαιτούν την εγκατάσταση ενός ή

λίγων αισθητήρων στην υπάρχουσα υποδομή (όπως το ηλεκτρικό ή το υδραυλικό σύστημα), γεγονός που μειώνει το κόστος και την πολυπλοκότητα της εγκατάστασης και της συντήρησης σε σύγκριση με την εγκατάσταση απλών δυαδικών αισθητήρων σε όλο το σπίτι. Ωστόσο, οι πληροφορίες που συλλέγονται σχετικά με τα συμβάντα και το τι περιείχαν μπορεί να μην είναι επαρκείς (Rui & Liu, 2010).

Ένα φίλτρο αέρα κλιματιστικού, για παράδειγμα, εγκαταστάθηκε από τον S.N. Patel και τους συναδέλφους του με πέντε αισθητήρες πίεσης, ο καθένας από τους οποίους στόχευε προς διαφορετική κατεύθυνση. Το μέγεθος της μετατόπισης της πίεσης που κατέγραφε κάθε αισθητήρας χρησιμοποιήθηκε για τον ακριβή εντοπισμό των διακυμάνσεων της ροής του αέρα που θα μπορούσαν να προκύψουν από τις ενέργειες ενός ατόμου στο χώρο, όπως το άνοιγμα και το κλείσιμο μιας πόρτας (Smys, 2020).

## 2.3 Δίκτυα Ελέγχου

Το δίκτυο ελέγχου επιτρέπει την επικοινωνία μεταξύ του ελεγκτή και των υπηρεσιών τηλεχειρισμού από τη μία πλευρά και των ελεγχόμενων συσκευών, αισθητήρων και ενεργοποιητών από την άλλη. Για τα δίκτυα ελέγχου οικιακού και κτιριακού αυτοματισμού, υπάρχουν σήμερα τρεις κύριες τεχνολογικές δυνατότητες:

- Επικοινωνία Γραμμής Ρεύματος (Power Line Communication)
- Ασύρματη Μετάδοση (Wireless Transmission)
- Ενσύρματη Μετάδοση (Wireline Transmission)

Επικοινωνία Γραμμής Ρεύματος (Power Line Communication)

Χρησιμοποιώντας κυματοσυχνότητες μεταξύ 20 kHz και 200 kHz, η επικοινωνία γραμμής ισχύος μεταδίδει κυματομορφές τροποποιημένες σε ψηφιακά σήματα μέσω των γραμμών ισχύος σε κτίρια. Παρόλο που εξακολουθεί να χρησιμοποιείται ευρέως, το ξεπερασμένο, αργό πρότυπο γραμμής ρεύματος X.10 έχει αντικατασταθεί από το ταχύτερο πρότυπο HomePlug, το οποίο εγκρίθηκε ως IEEE 1901 το 2010. Το πιο πρόσφατο πρότυπο HomePlug, το AV2, μπορεί να μεταδίδει δεδομένα με ρυθμούς έως και 500Mbit/s. Τα βασικά πλεονεκτήματα της επικοινωνίας γραμμής τροφοδοσίας περιλαμβάνουν το φθηνό κόστος των εξαρτημάτων της και την έλλειψη πρόσθετης καλωδίωσης. Το μειονέκτημα είναι ότι οι

μονάδες διανομής γραμμής τροφοδοσίας μπορεί να επιβραδύνουν σημαντικά την ταχύτητα μετάδοσης. Σε ακραίες περιπτώσεις, η διάταξη των ηλεκτρικών καλωδίων μπορεί ακόμη και να εμποδίσει την κάλυψη στοιχείων της υποδομής γραμμής ρεύματος του κτιρίου (Misra et

### Ασύρματη επικοινωνία ( ασύρματη μετάδοση)

Για τον γενικό αυτοματισμό σπιτιών και κτιρίων, υπάρχουν σήμερα ένας τόνος τεχνολογιών ασύρματης μετάδοσης. Το εύρος των τιμών για την απόσταση και την ταχύτητα μετάδοσης είναι 20m έως 1000m και 20kBit/s έως 250kBit/s, αντίστοιχα. Οι τιμές αυτές εξαρτώνται από τη συχνότητα μετάδοσης και τις παραλλαγές κάθε τεχνολογίας. Επίσης, είναι απαραίτητο να ληφθούν υπόψη τα στοιχεία της χρήσης ενέργειας και της ακρίβειας θέσης. Η ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας τα τελευταία δέκα χρόνια έχει βελτιώσει σημαντικά όλες τις δυσκολίες απόδοσης της ασύρματης τεχνολογίας (Misra et al., 2016).

Τα ακόλουθα είναι τα κύρια αίτια της αυξανόμενης χρήσης της ασύρματης τεχνολογίας στον οικιακό αυτοματισμό:

- Η ευρεία υιοθέτηση της τεχνολογίας του Διαδικτύου από τους κατασκευαστές συστημάτων οικιακού αυτοματισμού
- Η πλειονότητα των συστημάτων αυτοματισμού κτιρίων ακολουθεί πλέον ανοικτά, παγκόσμια πρότυπα
- Η χωρητικότητα της μετάδοσης δεδομένων έχει αυξηθεί και η κατανάλωση ενέργειας έχει μειωθεί χάρη στις νέες εκδόσεις προτύπων.
- Η μείωση του κόστους και του μεγέθους των τμημάτων
- Η ενσωμάτωση μέσω πυλών με ενσύρματα πρότυπα αυτοματισμού κτιρίων, όπως το KNX ή το LON.

Αν και ο ασύρματος έλεγχος κτιρίων αποτελούσε επί μακρόν μια δευτερεύουσα εναλλακτική λύση για λιγότερο δαπανηρές ανακαινίσεις μετά την κατασκευή, η αγορά έχει μεταμορφωθεί λόγω της εμφάνισης νέων, αξιόπιστων τεχνολογιών χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας. Οι ελεγχόμενες πρίζες, οι διακόπτες και οι οικιακές συσκευές διαθέτουν πλέον πλήρως ενσωματωμένες διεπαφές RFID, BLE (Bluetooth Low Energy), Z-Wave και ZigBee. Πολλές ηλεκτρονικές συσκευές ήχου και βίντεο μπορούν να στέλνουν περιεχόμενο από το

Διαδίκτυο και μπορούν να διαχειρίζονται από smartphones, tablet και άλλες συσκευές με δυνατότητα Wi-Fi (Misra et al., 2016).

#### Ενσύρματη Μετάδοση ( Wireline Transmission)

Το KNX και το LON είναι τα δύο κύρια ανοικτά πρωτόκολλα για τον ενσύρματο αυτοματισμό κτιρίων. Τα προηγούμενα ευρωπαϊκά πρότυπα EIB (European Installation Bus), Batibus (χρησιμοποιείται κυρίως στη Γαλλία) και EHS έχουν αντικατασταθεί από το KNX (Konnex), ένα ευρωπαϊκό και διεθνές πρότυπο για τον οικιακό και κτιριακό αυτοματισμό (European Home Systems). Το πρότυπο KNX χρησιμοποιείται σήμερα σε περισσότερο από το 75% των βιομηχανικών αυτοματισμών κτιρίων στην Ευρώπη, καθώς και σε έξυπνα σπίτια, ενώ πρόσφατα άρχισε να χρησιμοποιείται σε πολλές περιοχές εκτός Ευρώπης. Μεγάλα έργα όπως αεροδρόμια, γήπεδα ή φωτιστικά σώματα δρόμων χρησιμοποιούν το LON (Local Operating Network) για τον αυτοματισμό κτιρίων. Αυτό το πρότυπο χρησιμοποιεί μια αποκεντρωμένη στρατηγική σε αντίθεση με την ιεραρχική αρχιτεκτονική του KNX. Οι μεγάλες εφαρμογές επιτρέπουν την επεκτασιμότητα και την εναλλαξιμότητα που χρειάζονται οι δημόσιες εφαρμογές με απαιτήσεις υψηλής διαθεσιμότητας, επειδή οι τοπικές πληροφορίες μπορούν να ανακτηθούν τοπικά χωρίς να προωθηθούν σε έναν κεντρικό κόμβο ελέγχου

## 2.4 Ελεγκτής

Ο "εγκέφαλος" του συστήματος αυτοματισμού κτιρίου, ο ελεγκτής, είναι ένα σύστημα υπολογιστή. Χρησιμοποιεί αισθητήρες για τη συλλογή δεδομένων, συσκευές τηλεχειρισμού για τη λήψη εντολών, κινητήρες για την εκτέλεση των λειτουργιών του σύμφωνα με αυτές τις εντολές ή προκαθορισμένους κανόνες και κανάλια επικοινωνίας όπως ηχεία, ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, τηλέφωνα κ.λπ. για να το κάνει. Ο ελεγκτής σε ένα σύστημα οικιακού αυτοματισμού είτε "τρέχει" το πρόγραμμα ελέγχου του σπιτιού σε έναν ενσωματωμένο υπολογιστή Linux/Windows/OS-X είτε είναι ένα συνεχώς ενεργοποιούμενο ανεξάρτητο λογισμικό. Περαιτέρω συστήματα ελέγχου με αδιάλειπτη παροχή ρεύματος χρησιμοποιούνται σε βιομηχανικά κτίρια καθώς και σε οικιστικές κατασκευές με μεγαλύτερες ανάγκες για υψηλή διαθεσιμότητα ενέργειας (UPS) (Misra et al., 2016).

## 2.5 Συσκευές Απομακρυσμένου Ελέγχου

Η τεράστια εξάπλωση των smartphones και των tablet, τα οποία έχουν σχεδόν αντικαταστήσει την ανάγκη για εξειδικευμένο εξοπλισμό αυτοματισμού, ευθύνεται κυρίως για την αυξημένη υιοθέτηση των συστημάτων οικιακού αυτοματισμού. Όλα τα διαθέσιμα σήμερα συστήματα οικιακού αυτοματισμού έχουν προσφέρει δυνατότητες ελέγχου μέσω smartphone και tablet μέσα σε λίγα χρόνια. Η ενσωμάτωση του ελέγχου με φωνητικές εντολές στο έξυπνο σπίτι είναι ένα άλλο αποτέλεσμα της προόδου στην τεχνολογία αναγνώρισης φωνής. Η σύνδεση με το λογισμικό οικιακού αυτοματισμού στον οικιακό ελεγκτή είναι ο τρόπος λειτουργίας των συσκευών τηλεχειρισμού. Για να επιτευχθεί αυτό, μπορεί να χρησιμοποιηθεί το ίδιο το δίκτυο ελέγχου του ελεγκτή ή οποιαδήποτε άλλη διεπαφή που παρέχει, όπως WLAN, το Διαδίκτυο ή ένα τηλεφωνικό δίκτυο, για να συνδεθεί σε αυτό. Κατά συνέπεια, είναι απλό να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι τα smartphones και τα tablets είναι προτιμότερα, επειδή έχουν το πλεονέκτημα ότι μπορούν να ελέγχονται εξ αποστάσεως μέσω του Διαδικτύου ή ενός δικτύου κινητής τηλεφωνίας εκ κατασκευής (Bansal & Kumar, 2020).

## 2.6 Θετικά και αρνητικά των Έξυπνων Σπιτιών

Ένα έξυπνο σπίτι μπορεί να προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα για το καθημερινό επίπεδο διαβίωσης των ενοίκων του. Επιπλέον, μπορεί να έχει σημαντικές θετικές επιπτώσεις στην οικονομία και το περιβάλλον, γεγονός που μπορεί τελικά να το καταστήσει αναγκαίο για την κοινωνία στο σύνολό της να έχει ένα καλύτερο μέλλον. Ένα έξυπνο σπίτι είναι ένα σπίτι που χρησιμοποιεί ηλεκτρονικές και τεχνικές εξελίξεις για την αυτόματη ικανοποίηση των πολλών απαιτήσεών του. Η ώρα της ημέρας και το αν χρησιμοποιείται ή όχι ένα δωμάτιο είναι τα δύο στοιχεία που καθορίζουν τις ρυθμίσεις που θα λάβει το σύστημα.

Ως ενδεικτικά παραδείγματα αναφέρονται ο έλεγχος όλων των ηλεκτρικών συσκευών από ένα ενιαίο χειριστήριο και η παρακολούθηση του σπιτιού μέσω ενός smartphone ή του διαδικτύου. Τα οφέλη των έξυπνων σπιτιών αναλύονται στις ενότητες που ακολουθούν και είναι σαφές ότι τα χαρακτηριστικά αυτά συμβάλλουν στα πλεονεκτήματα του περιβάλλοντος



-Ευκολία: Ένα από τα κύρια θέληγητρα ενός έξυπνου σπιτιού για τους δυνητικούς κατοίκους είναι η ευκολία που προσφέρει. Η θερμοκρασία, οι οικιακές συσκευές και άλλες πτυχές της καθημερινής ζωής ελέγχονται αυτόματα από το έξυπνο σπίτι. Ένας χρονοδιακόπτης ή ένας αισθητήρας κίνησης χρησιμοποιούνται για την αυτοματοποίηση της διαδικασίας. Ο φωτισμός, ο κλιματισμός και η τηλεόραση μπορούν να ενεργοποιηθούν με το πάτημα ενός κουμπιού σε ένα smartphone ή μια κεντρική κονσόλα.

-Ασφάλεια. Ρυθμίζοντας τη διακύμανση της τάσης του ρεύματος και τυχόν άλλα σενάρια, πρόκειται επίσης για την ασφάλεια εντός του χώρου και τη σωστή λειτουργία των οικιακών συσκευών. Μόνο οι πρίζες που χρειάζονται ρεύμα, δηλαδή αυτές που είναι συνδεδεμένες με συγκεκριμένες συσκευές, το λαμβάνουν σε ένα τέτοιο έξυπνο σύστημα. Διατηρώντας επαφή με ένα αστυνομικό τμήμα ή μια ιδιωτική ασφάλεια, ακόμη και οι αναρροφητήρες μπορούν να ανιχνεύσουν διαρροές νερού και αερίου και να προειδοποιήσουν τις αρμόδιες αρχές (Bansal & Kumar, 2020).

- Οικονομικά: Το σύστημα οικιακού αυτοματισμού μπορεί να προσφέρει σημαντική εξοικονόμηση κόστους σε σχέση με ένα συμβατικό σύστημα, δεδομένου ότι μπορεί να ελέγχει πόσο νερό, ηλεκτρικό ρεύμα και άλλους πόρους χρησιμοποιούνται. Αυτό καθιστά απλούστερο τον προγραμματισμό των συσκευών ώστε να λειτουργούν για το μεγαλύτερο δυνατό χρονικό διάστημα κατά τη διάρκεια της νύχτας και μόνο όταν είναι απαραίτητο.

- Η ρύθμιση. Είναι δυνατή η προστασία τόσο των φυσικών πόρων όσο και των ορυκτών καυσίμων με τη μείωση της χρήσης ενέργειας στο σπίτι. Οι ηλιακοί συλλέκτες και άλλες καινοτομίες μειώνουν ακόμη περισσότερο την ανάγκη για συμβατικά καύσιμα.

-Υγεία: Εκτός του ότι είναι φιλικά προς το περιβάλλον, τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή έξυπνων σπιτιών επιλέγονται προσεκτικά ώστε να προσφέρουν άνεση και να ενισχύουν την υγεία των κατοίκων σε τακτική βάση.

-Απομακρυσμένη πρόσβαση: Τα έξυπνα σπίτια συνεχίζουν να επωφελούνται από την απομακρυσμένη πρόσβαση χάρη στην τεχνολογία τους. Οι ιδιοκτήτες σπιτιού μπορούν να έχουν πρόσβαση στο σύστημα του σπιτιού τους από οπουδήποτε, διαχειριζόμενοι το περιβάλλον τόσο έξω όσο και μέσα σε αυτό. Το πρόγραμμα διαχείρισης του συστήματος μπορεί να επιτρέπει στον χρήστη να ανοίγει και να κλείνει πόρτες, μονάδες κλιματισμού, ηλεκτρικές συσκευές κ.λπ. Έτσι, ανεξάρτητα από την απόστασή τους από το κτίριο, ο κάτοχος έχει τον απόλυτο έλεγχο σε αυτό (Bansal & Kumar, 2020).

Αξιοποιώντας την πιο πρόσφατη τεχνολογία, τα έξυπνα σπίτια υπόσχονται στους καταναλωτές τους ανέσεις και ευκολίες που ήταν αδιανόητες πριν από λίγα χρόνια. Τα έξυπνα σπίτια έχουν αποκτήσει πρόσφατα σημαντική απήχηση στην αγορά κατοικίας. Ένας σημαντικός παράγοντας που διευκολύνει την αγορά ενός τέτοιου συστήματος έξυπνου σπιτιού είναι η ταυτόχρονη αύξηση της χρήσης των smartphone. Φυσικά, υπάρχουν ορισμένα ζητήματα που προκαλούν αμφιβολίες στους πελάτες- τα ζητήματα αυτά καλύπτονται παρακάτω.

- Κόστος: Είναι αυτονόητο ότι ένα πολύπλοκο σύστημα που εγκαθίσταται εντός του σπιτιού θα αυξήσει την τιμή ή θα μειώσει την αξία του κτιρίου. Τα οφέλη που θα επιφέρει και οι ανέσεις που θα παρέχει στους πελάτες του θα πρέπει να αντισταθμίσουν αυτό το κόστος. Είναι επίσης σημαντικό να ληφθεί υπόψη το κόστος της συντήρησης που θα πρέπει να γίνεται περιοδικά.

- Εξοικείωση με το σύστημα: Οι χρήστες ενός έξυπνου περιβάλλοντος πρέπει να είναι σε θέση να χειρίζονται το σύστημα κατάλληλα. Δεν έχει νόημα να χρησιμοποιείτε κάτι αν δεν μπορείτε να το χρησιμοποιήσετε επειδή δεν γνωρίζετε πώς να το αξιοποιήσετε. Εκτός από τις εξαιρετικά βασικές τεχνολογίες, οι συμβατικές κατοικίες στερούνται κάθε άλλης μορφής τεχνολογίας. Για να αξιοποιήσουν πλήρως την τεχνολογία στα έξυπνα σπίτια, ωστόσο, οι κάτοικοι μπορεί να χρειαστεί να έχουν μια ευρύτερη κατανόησή της. Πρόκειται για ένα κρίσιμο στοιχείο που δεν πρέπει να αγνοείται κατά την αξιολόγηση ενός συστήματος(Bansal

## ο Κεφάλαιο : Τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται

### 3.1 Διαδίκτυο Πραγμάτων

Πάνω από δύο δεσεκατομμύρια άνθρωποι παγκοσμίως χρησιμοποιούν σήμερα το Διαδίκτυο για διάφορους σκοπούς, όπως περιήγηση στο διαδίκτυο, επικοινωνία, πρόσβαση σε υλικό και υπηρεσίες πολυμέσων, παιχνίδια, εργαλεία κοινωνικής δικτύωσης και πολλά άλλα. Ωστόσο, το μέλλον του Διαδικτύου θα ξεπεράσει τα όρια της τυπικής επιφάνειας εργασίας του υπολογιστή, καθώς το ίδιο το Διαδίκτυο θα εξελιχθεί σε μια καθολική πλατφόρμα αλληλεπίδρασης και επικοινωνίας μεταξύ μηχανών και ευφυών αντικειμένων.

Είναι πλέον σχεδόν βέβαιο ότι, σε δέκα χρόνια, το διαδίκτυο δεν θα είναι μόνο ένα δίκτυο που θα επικεντρώνεται στους χρήστες, αλλά θα περιλαμβάνει επίσης τα υπάρχοντα δίκτυα και τα συνδεδεμένα πράγματα γύρω μας. Πλέον δεν αναφερόμαστε απλώς σε ανθρώπους όταν χρησιμοποιούμε τον όρο "οντότητα", αλλά και σε άλλα έμβια όντα (όπως ζώα και φυτά) και πράγματα (όπως οικιακές συσκευές). Η χρήση τεχνολογιών όπως η τεχνολογία RFID και οι αισθητήρες ιστού, οι οποίοι θα συλλέγουν δεδομένα που μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα υπολογιστικά συστήματα, έχει καταστήσει αυτή τη διασύνδεση νοητή. Εξαιτίας αυτού, παράγονται τεράστιες ποσότητες δεδομένων, τα οποία πρέπει να επεξεργαστούν, να αποθηκευτούν και να παρουσιαστούν με ενιαίο, αποτελεσματικό και κατανοητό τρόπο

Για τις επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας και τα προγράμματα που σκοπεύουν να ενσωματώσουν συσκευές παρακολούθησης και αποθήκευσης, αναλυτικά εργαλεία, πλατφόρμες οπτικοποίησης και παράδοση στους καταναλωτές, το υπολογιστικό νέφος μπορεί να παρέχει την απαραίτητη ψηφιακή υποδομή. Ως αποτέλεσμα, οι οργανισμοί και τα άτομα που θέλουν να έχουν πρόσβαση σε εφαρμογές ανά πάσα στιγμή και σε οποιαδήποτε τοποθεσία θα μπορούν να λαμβάνουν υπηρεσίες από άκρη σε άκρη. Ο Βρετανός πρωτοπόρος της τεχνολογίας Κέβιν Άστον χρησιμοποίησε για πρώτη φορά τη φράση "Διαδίκτυο των πραγμάτων" στο πλαίσιο της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας το 1999. Μπορεί έκτοτε ο ορισμός να επεκτάθηκε για να συμπεριλάβει περισσότερες εφαρμογές, όπως η υγεία και οι μεταφορές, αλλά ο θεμελιώδης στόχος παραμένει ο ίδιος: η ριζική μετατροπή του σημερινού διαδικτύου σε ένα δίκτυο που όχι μόνο συλλέγει δεδομένα από το περιβάλλον (μέσω αισθητήρων) και εμπλέκεται με τον πραγματικό κόσμο, αλλά και χρησιμοποιεί γνωστά πρότυπα του διαδικτύου για να προσφέρει υπηρεσίες μετάδοσης πληροφοριών, ανάλυσης, εφαρμογών και επικοινωνιών. Η εξάπλωση των συσκευών που υποστηρίζουν ανοικτές ασύρματες τεχνολογίες όπως το Bluetooth, η ραδιοσυχνότητα αναγνώρισης RFID και το WiFi οδήγησε στην εμφάνιση του Διαδικτύου των πραγμάτων, το οποίο έχει τη δυνατότητα να αλλάξει ριζικά τον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβανόμαστε σήμερα το διαδίκτυο, εισάγοντας την αλληλεπίδραση των συσκευών για τη δημιουργία ευφών περιβαλλόντων

Το Διαδίκτυο των πραγμάτων περιλαμβάνει ευφυή συνδεσιμότητα με τα τρέχοντα δίκτυα. Η ασύρματη συνδεσιμότητα WiFi και 4G-LTE στο διαδίκτυο χρησιμοποιείται ευρέως, επομένως η τεχνολογική κίνηση προς την πανταχού παρούσα των δικτύων πληροφοριών και επικοινωνιών είναι κάτι παραπάνω από προφανές. Για την επιτυχή



μπαταρίας είναι περιορισμένη, η ενέργεια θα είναι πάντα ένας περιορισμένος πόρος που χρειάζεται φροντίδα. Ως αποτέλεσμα, θα είναι όλο και πιο αναγκαίο να βρεθούν τρόποι για τη μεγιστοποίηση της χρήσης της ενέργειας, ακόμη και με θυσία της αποδοτικότητας.

5. Η δυνατότητα εντοπισμού της θέσης (και της κίνησης) έξυπνων αντικειμένων στον πραγματικό κόσμο καθίσταται εφικτή χάρη στην ικανότητα του Διαδικτύου των πραγμάτων να αναγνωρίζει οντότητες και να τους παρέχει δυνατότητες ασύρματης επικοινωνίας μικρής εμβέλειας. Αυτό είναι ζωτικής σημασίας για τους τομείς της διαχείρισης του κύκλου ζωής των προϊόντων και της εφοδιαστικής αλυσίδας, όπου η τεχνολογία RFID χρησιμοποιείται ήδη ευρέως (Mouha, 2021).

6. Ικανότητες αυτο-οργάνωσης: Λόγω της πολυπλοκότητας και της δυναμικής πολλών σεναρίων του Διαδικτύου των πραγμάτων, η γνώση πρέπει να κατανέμεται σε όλο το σύστημα, επιτρέποντας στα έξυπνα αντικείμενα (ή σε ένα υποσύνολο αυτών) να ανταποκρίνονται αυτόνομα σε μια ποικιλία διαφορετικών καταστάσεων με ελάχιστη ανθρώπινη παρέμβαση. Οι κόμβοι του Διαδικτύου των πραγμάτων θα οργανώνονται αυτόματα σε προσωρινά ad hoc δίκτυα κατόπιν αιτήματος του χρήστη, παρέχοντας τα εργαλεία για την ανταλλαγή δεδομένων και την ολοκλήρωση συντονισμένων εργασιών.

7. Σημασιολογική διαλειτουργικότητα και διαχείριση δεδομένων: Το Διαδίκτυο των πραγμάτων συνδέεται με την ανταλλαγή και την ανάλυση τεράστιου όγκου δεδομένων, όπως ήδη αναφέρθηκε. Απαιτείται η προσφορά δεδομένων σε κατάλληλες και τυποποιημένες μορφές, μοντέλα και σημασιολογικές περιγραφές του περιεχομένου τους, προκειμένου αυτά να μεταφραστούν σε πολύτιμες πληροφορίες και να καταστεί δυνατή η διαλειτουργικότητα μεταξύ διαφόρων εφαρμογών ("μεταδεδομένα"). Αυτό θα καταστήσει δυνατή την υποστήριξη αυτοματοποιημένης συλλογιστικής από τις διαδικτυακές εφαρμογές, η οποία είναι απαραίτητη για την ευρεία υιοθέτηση αυτής της τεχνολογίας.

8. Ενσωματωμένα χαρακτηριστικά ασφάλειας και προστασίας της ιδιωτικής ζωής: Επειδή αλληλεπιδρά τόσο στενά με τον πραγματικό κόσμο, η τεχνολογία του Διαδικτύου των πραγμάτων πρέπει να είναι εξ ορισμού ασφαλής και ιδιωτική. Προκειμένου να επιτευχθεί η υιοθέτηση της τεχνολογίας από τους χρήστες, η ασφάλεια θα πρέπει να αποτελεί βασικό συστατικό του συστήματος και να λαμβάνεται δεόντως υπόψη κατά τη δημιουργία της αρχιτεκτονικής των λύσεων (Mouha, 2021).

## 3.2 Πεδία Εφαρμογής

Αν και το Διαδίκτυο των πραγμάτων τείνει να διαπεράσει όλες τις πτυχές της ζωής, οι ακόλουθοι κλάδοι προβλέπεται να υιοθετήσουν τις νέες τεχνολογίες με τους ταχύτερους ρυθμούς. Για τον καθένα από αυτούς, έχουμε συμπεριλάβει μερικά παραδείγματα σεναρίων που καταδεικνύουν την πρακτικότητα αυτών των εφαρμογών.

### Πόλη του μέλλοντος

Η φράση "έξυπνη πόλη" αναφέρεται στην επέκταση των οικοσυστημάτων με τεχνολογία επικοινωνιών αιχμής και υπηρεσίες αιχμής για το αστικό περιβάλλον. Είναι εφικτό να μεγιστοποιηθεί τόσο η ποιότητα ζωής των κατοίκων όσο και η αξιοποίηση των φυσικών υποδομών της πόλης (όπως το οδικό δίκτυο και το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας). Οι τεχνολογίες IoT μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών έξυπνης πόλης, όπως η προσφορά εξελιγμένων συστημάτων διαχείρισης της κυκλοφορίας (Mouha,

Το IoT θα καταστήσει δυνατή την παρακολούθηση της κυκλοφορίας σε αυτοκινητόδρομους ή μεγάλες πόλεις και τη δημιουργία υπηρεσιών που θα παρέχουν συστάσεις για την αποφυγή κυκλοφοριακών συμφορήσεων. Θα είναι δυνατόν οι αισθητήρες που παρακολουθούν τη ροή της κυκλοφορίας να συλλέγουν δεδομένα όπως η μέση ταχύτητα και ο αριθμός των οχημάτων. Από αυτή την άποψη, είναι λογικό να θεωρήσουμε το αυτοκίνητο ως έξυπνο. Επιπλέον, το σύστημα έξυπνων συσκευών στάθμευσης που βασίζεται σε αισθητήρες και RFID θα επιτρέψει την παρακολούθηση των διαθέσιμων θέσεων και την αυτόματη καθοδήγηση στάθμευσης, ενισχύοντας την κινητικότητα σε μητροπολιτικά περιβάλλοντα. Ένα άλλο σενάριο είναι η ανίχνευση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης βάσει αισθητήρων, η οποία περιλαμβάνει τη συλλογή πληροφοριών σχετικά με τα επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα και την αποστολή τους σε ιατρικές εγκαταστάσεις. Τέλος, οι αισθητήρες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την καταπολέμηση της εγκληματικότητας, εντοπίζοντας παραβάσεις και ειδοποιώντας τις αρχές του νόμου ώστε να βρουν τον δράστη ή να συλλέξουν τις πληροφορίες που απαιτούνται για την καταγραφή ενός ατυχήματος (Mouha,

## Περιβάλλον

Οι εφαρμογές επιτήρησης του περιβάλλοντος μπορούν να χρησιμοποιήσουν αποτελεσματικά τις τεχνολογίες του Διαδικτύου των πραγμάτων. Η ικανότητα των αισθητήρων να εντοπίζουν φυσικές διεργασίες και γεγονότα (όπως η θερμοκρασία, ο άνεμος, η στάθμη των ποταμών κ.λπ.) και η ενσωμάτωση τέτοιων ετερογενών δεδομένων σε παγκόσμιες εφαρμογές αποτελούν βασικούς παράγοντες σε αυτή την κατάσταση. Η επεξεργασία των δεδομένων σε πραγματικό χρόνο και η διαλειτουργικότητα πολυάριθμων συσκευών καθιστούν δυνατή μια σταθερή πλατφόρμα για τον εντοπισμό και την παρακολούθηση ανωμαλιών που μπορεί να βλάψουν τη ζωή των ανθρώπων και των ζώων γενικότερα. Επίσης, η ευρεία χρήση μικρών συσκευών θα προσφέρει πρόσβαση σε επικίνδυνες περιοχές όπου οι ανθρώπινοι χειριστές μπορεί να μην αποτελούν πρακτική λύση (όπως ηφαιστειακές ζώνες, πυθμένες ωκεανών κ.λπ.), αλλά η τεχνολογία θα επιτρέψει την εξ αποστάσεως παρακολούθηση και τον έλεγχο της τρέχουσας κατάστασης. Η ανίχνευση πυρκαγιών είναι μια διαφορετική προσέγγιση της περιβαλλοντικής ασφάλειας που υποβοηθείται από τις σύγχρονες τεχνολογίες. Χάρη στις εξελιγμένες δυνατότητες επικοινωνίας της πλατφόρμας του Διαδικτύου, η πυροσβεστική υπηρεσία ειδοποιείται αμέσως όταν μια ομάδα αισθητήρων (όπως οι αισθητήρες θερμοκρασίας) ανιχνεύει μια πιθανή πυρκαγιά. Αυτή η ειδοποίηση περιλαμβάνει επίσης άλλες πληροφορίες που είναι χρήσιμες για τη διαδικασία λήψης αποφάσεων, όπως η περιγραφή της περιοχής ή η πιθανή παρουσία ανθρώπων και εύφλεκτων υλικών. Ως αποτέλεσμα, βλέπουμε αμέσως πόσο κρίσιμη είναι η γρήγορη δράση για τη διάσωση ζώων και τον περιορισμό μιας καταστροφής. Είναι αυτονόητο ότι παρόμοια σενάρια μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε άλλες περιπτώσεις φυσικών καταστροφών και συμβάντων, όπου η δυνατότητα πρόσβασης σε περιβαλλοντικά δεδομένα σε πραγματικό χρόνο βοηθά σημαντικά τις ομάδες αντίδρασης

## Υγεία

Η τεχνολογία του IoT έχει δύο πιθανές εφαρμογές στον κλάδο της υγειονομικής περίθαλψης:

1. Για τη βελτίωση των σημερινών επιλογών υποβοηθούμενης διαβίωσης, οι ασθενείς θα φορούν ιατρικούς αισθητήρες για την παρακολούθηση μεταβλητών όπως η αρτηριακή πίεση, η θερμοκρασία και άλλα. Διάφοροι αισθητήρες, τόσο φορητοί (όπως επιταχυνσιόμετρα) όσο και σταθεροί (όπως κάμερες), θα αξιοποιηθούν για τη συλλογή

πληροφοριών σχετικά με τις δραστηριότητες των ασθενών στο περιβάλλον τους. Τα δεδομένα αυτά θα συλλέγονται τοπικά και θα διαβιβάζονται σε απομακρυσμένες ιατρικές εγκαταστάσεις, ώστε, εάν είναι απαραίτητο, να μπορεί να γίνει άμεση δράση. Επίσης, θα είναι εφικτός ο εντοπισμός και η ειδοποίηση των ασθενών για τις συνθήκες που μπορεί να οδηγήσουν σε έκπτωση της υγείας τους.

2. Εξατομικευμένη υγειονομική περίθαλψη και ευημερία: Οι χρήστες θα μπορούν να καταγράφουν τις καθημερινές τους δραστηριότητες (διανύμενα χιλιόμετρα, θερμίδες που έχουν καεί, ασκήσεις που εκτελούν κ.λπ.) και να λαμβάνουν συστάσεις για το πώς να βελτιώσουν τον τρόπο ζωής τους και να προλάβουν προβλήματα υγείας, χρησιμοποιώντας φορητούς αισθητήρες σε συνδυασμό με τις κατάλληλες εφαρμογές που μπορούν να εγκατασταθούν στους προσωπικούς τους υπολογιστές (Mouha, 2021).

#### *Έξυπνες επιχειρήσεις / εργοστάσια*

Λόγω των τεράστιων δυνατοτήτων της για τον εντοπισμό και την παρακολούθηση αντικειμένων, οι τεχνολογίες RFID χρησιμοποιούνται ήδη σε πολλές πτυχές της διαχείρισης αποθεμάτων, από την προμήθεια έως την αλυσίδα διανομής. Για την ανίχνευση της ροής των αγαθών σε όλη τη διαδικασία της αλυσίδας εφοδιασμού, οι ετικέτες RFID τυπικά προσαρτώνται φυσικά στα εμπορεύματα (ή στα κιβώτια που τα περιέχουν) και οι αναγνώστες αναπτύσσονται όπου είναι απαραίτητο. Η αυξημένη ευελιξία στη θέση των αναγνωστών καθίσταται δυνατή χάρη στις τεχνολογίες του Διαδικτύου των πραγμάτων, οι οποίες επιτρέπουν επίσης τη διαλειτουργικότητα μεταξύ των εφαρμογών RFID που χρησιμοποιούνται από διάφορους ενδιαφερόμενους για τα προϊόντα. Αυτές οι καινοτόμες τεχνολογίες χρησιμοποιούνται στο λιανικό εμπόριο για την ακριβή απογραφή των προμηθειών και τον έλεγχο της διαθεσιμότητας των προϊόντων σε πραγματικό χρόνο. Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για υπηρεσίες υποστήριξης μετά την πώληση, όπου οι πελάτες μπορούν να λάβουν άμεσα όλες τις πληροφορίες σχετικά με το προϊόν που αγόρασαν

Οι τεχνολογίες ταυτοποίησης, οι οποίες προσδίδουν στα προϊόντα ένα διακριτικό αναγνωριστικό που περιλαμβάνει μια λεπτομερή και ολοκληρωμένη περιγραφή του προϊόντος, χρησιμεύουν για την πρόληψη της κλοπής και την καταπολέμηση της παραχάραξης. Τέλος, οι αισθητήρες -και ιδίως οι βιοαισθητήρες που χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με την τεχνολογία RFID- επιτρέπουν τη ρύθμιση των διαδικασιών παραγωγής και της ποιότητας των προϊόντων. Για παράδειγμα, στη βιομηχανία τροφίμων, οι συσκευές



RFID μπορούν να ταυτοποιούν και να ανιχνεύουν τα προϊόντα, ενώ οι βιοαισθητήρες μπορούν να παρακολουθούν παράγοντες όπως η θερμοκρασία και η βακτηριακή σύνθεση του προϊόντος, ώστε να διασφαλίζεται ότι αυτό πληροί τα πρότυπα ποιότητας (Mouha, 2021).

## ° Κεφάλαιο: Σπίτια με αυτοματοποιημένα συστήματα

Όταν η εγκατάσταση παρέχει αμέσως την απόκριση με δεδομένα αισθητήρων, η τεχνολογία έξυπνου σπιτιού αξιοποιείται στο μέγιστο βαθμό. Αυτές οι αυτόνομες συσκευές μπορούν να μιμηθούν με μεγάλη επιτυχία τη βοήθεια που προσφέρει ένας οικιακός φροντιστής. Υπάρχουν τρία βασικά μέρη σε αυτές τις εγκαταστάσεις. Ξεκινούν με τη συμπερίληψη αρκετών αισθητήρων που τοποθετούνται στο σπίτι και μπορούν να παρακολουθούν τον τρόπο με τον οποίο ο ιδιοκτήτης του σπιτιού συμπεριφέρεται και χρησιμοποιεί τον εξοπλισμό. Δεύτερον, η υποστηρικτική τεχνολογία μπορεί να ολοκληρώσει εργασίες που θα μπορούσε να ολοκληρώσει ένας φροντιστής του κατοίκου, όπως ο χειρισμός της κουζίνας ή το άναμμα και το σβήσιμο των φώτων. Τρίτον, όλοι οι αισθητήρες και τα βοηθήματα συνδέονται μέσω ενός δικτύου επικοινωνίας. Το δίκτυο διαθέτει ενσωματωμένα υπολογιστικά εργαλεία που μπορούν να χρησιμοποιούν αλγόριθμους για να αποφασίζουν πώς θα ανταποκριθούν με βάση τα δεδομένα των αισθητήρων. Έχει τη δυνατότητα να ενεργοποιήσει τα κατάλληλα συστήματα υποστήριξης, εάν διαπιστώσει ότι χρειάζεται βοήθεια. Μόνο σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης θα πρέπει να επικοινωνήσει για βοήθεια από το εξωτερικό. Αυτό το αίτημα για βοήθεια μπορεί να γίνει μέσω τηλεφωνικών κέντρων, αυτοματοποιημένων κλήσεων προς τους γείτονες, μηνυμάτων και άλλων καναλιών (Shaikh

e

t

### 4.1 Κατηγορίες smart homes

a

l

Όταν ένα σύστημα είναι διαμορφωμένο ώστε να λειτουργεί ειδικά για να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις του ιδιοκτήτη ή του ενοίκου, ένα σπίτι λέγεται έξυπνο. Είναι σημαντικό να θυμόμαστε ότι ο ιδιοκτήτης ενός σπιτιού μπορεί να μην ζει επίσης εκεί. Ο χρήστης μιας κατοικίας είναι το μοναδικό αντικείμενο της μελέτης. Ένα από τα πολλά παραδείγματα έξυπνης συμπεριφοράς που μπορεί να αναγνωρίσει ένα σπίτι είναι η αλλαγή της έντασης του φωτισμού σε ανταπόκριση στο εξωτερικό περιβάλλον. Η ικανότητα ειδοποίησης των αρμόδιων αρχών ή της πυροσβεστικής υπηρεσίας σε περίπτωση διάρρηξης ή πυρκαγιάς είναι ένα δεύτερο παράδειγμα. Τα ακόλουθα χαρακτηριστικά ορίζουν τα έξυπνα

σπίτια. Το πρώτο είναι οι καθημερινές εναλλακτικές λύσεις που παρέχουν στους κατοίκους, είτε βρίσκονται στο σπίτι είτε όχι. Τα εργαλεία που είναι διαθέσιμα για τον εξορθολογισμό των διαδικασιών των κατοίκων είναι το δεύτερο κρίσιμο στοιχείο, και τελικά, το τι αναμένεται από όλα τα προαναφερθέντα είναι το τρίτο. Τα ελεγχόμενα σπίτια, τα προγραμματιζόμενα σπίτια και τα έξυπνα σπίτια είναι οι τρεις κατηγορίες που προκύπτουν

C

o

t

Τα σπίτια που είναι εύκολα διαχειρίσιμα από τον κάτοχό τους θεωρούνται ελεγχόμενα σπίτια. Όταν ταξιδεύουν σε αυτά, μπορούν να παρέχουν στους καταναλωτές άνεση και ευκολία λόγω των ιδιαίτερα ανεπτυγμένων τεχνικών συστημάτων τους. Τα σπίτια αυτά εμπίπτουν στις ακόλουθες κατηγορίες: - σπίτια με συνδεδεμένο ηλεκτρονικό εξοπλισμό. Σε αυτή την κατηγορία, οι οικιακές συσκευές, όπως ραδιόφωνα, υπολογιστές, τηλεοράσεις, θρόνες, μικρόφωνα και κάμερες, συνδέονται μεταξύ τους για τη βελτίωση της βιομηχανίας τηλεπικοινωνιών. Η ροή ψηφιακών δεδομένων μεταξύ των συσκευών και η εύκολη συνδεσιμότητα μεταξύ των νοικοκυριών αποτελούν πλεονεκτήματα μιας τέτοιας τεχνικής υποδομής. Το μόνο που χρειάζεται για να τεθεί σε λειτουργία ένα τέτοιο σπίτι είναι η εγκατάσταση ενός ενσύρματου ή ασύρματου ευρυζωνικού δικτύου. Ένα μόνο κινητό τηλέφωνο πρέπει επίσης να είναι σε θέση να ελέγχει όλες αυτές τις συνδεδεμένες συσκευές, όπως θα εξηγηθεί παρακάτω. Η Linksys, μια εταιρεία που παρέχει στους πελάτες της διάφορες εναλλακτικές λύσεις για τη σύνδεση χρηστών και συσκευών, καταδεικνύει επίσης την ανάγκη ρύθμισης όλων αυτών των συσκευών (<http://www.linksys.com/us/home-wifi-internet-speed->

-Σπίτια με έναν μόνο πίνακα ελέγχου. Ο χρήστης αυτού του συστήματος μπορεί να ελέγχει έναν αριθμό ηλεκτρικών υποσυστημάτων από ένα μόνο σημείο ελέγχου, όπως ένα τηλεχειριστήριο ή μια κεντρική κονσόλα. Η χρήση μιας τέτοιας τεχνολογίας απαιτεί μια μέθοδο σύνδεσης των συσκευών με τον πίνακα ελέγχου, η οποία μπορεί να επιτευχθεί ασύρματα ή με σωστή καλωδίωση (Boodi et al., 2018).

- Κατοικίες με έλεγχο από ανθρώπινο ερέθισμα. Ο σχεδιασμός αυτών των σπιτιών είναι παρόμοιος με αυτόν των προηγούμενων σπιτιών. Η κύρια διαφορά μεταξύ τους είναι ότι αντί να χρησιμοποιείται ένας κύριος ελεγκτής, το σύστημα αναζητά την ανθρώπινη είσοδο, όπως ομιλία, κίνηση ή αφή, πριν ανταποκριθεί. Φυσικά, σε αυτή την περίπτωση, το

σύστημα πρέπει να λειτουργεί από το αντίστοιχο λογισμικό, ένας τομέας που προς το παρόν δεν έχει αναπτυχθεί επαρκώς (Boodi et al., 2018).

P

r

o

Τα σπίτια που μπορούν να προγραμματιστούν ώστε να ελέγχουν τις ηλεκτρικές συσκευές και να ρυθμίζουν έτσι τη λειτουργία τους ανά πάσα στιγμή, αναφέρονται ως προγραμματιζόμενα σπίτια. Οι υποκατηγορίες κατοικιών είναι οι εξής:

a

m

m

- Σπίτια που έχουν επίγνωση του περιβάλλοντός τους: Το εύρος των ενεργειών αυτών των σπιτιών καθορίζεται από τις πληροφορίες που συλλέγονται από διάφορους αισθητήρες και αναλύονται ως ξεχωριστά σενάρια. Για παράδειγμα, αν οι ενοικιαστές φτάνουν στο σπίτι μετά από μια δύσκολη μέρα και ετοιμάζονται να αποσυρθούν για ύπνο, το σπίτι θα αναγνωρίσει το μοτίβο κίνησης, θα σβήσει τα φώτα και θα βάλει δυνατά τη μουσική. Η απασχόληση ενός αξιόπιστου λειτουργικού συστήματος (από την πλευρά των επιχειρήσεων) και ο προσεκτικός προγραμματισμός (από την πλευρά των κατοίκων/χρηστών) θεωρείται ότι απαιτείται σε τέτοιες περιπτώσεις για τα καλύτερα αποτελέσματα (Boodi et al., 2018).

- Κατοικίες που αναγνωρίζουν και ανταποκρίνονται στα δεδομένα αισθητήρων μετά τη λήψη τους: Ο προγραμματισμός μιας κατοικίας επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από τον χρόνο. Οι συσκευές του σπιτιού ρυθμίζονται ώστε να ανοίγουν και να κλείνουν σε συγκεκριμένες ώρες με βάση τις απαιτήσεις των ενοίκων. Ως αποτέλεσμα, ο θερμοστάτης μπορεί να ενεργοποιηθεί αμέσως πριν από την επιστροφή των ενοίκων στο σπίτι και να απενεργοποιηθεί όταν η θερμοκρασία φτάσει σε ένα συγκεκριμένο σημείο. Υπάρχουν ορισμένα σπίτια που λειτουργούν με βάση τις πληροφορίες που παρέχουν οι αισθητήρες τους. Όταν ο αισθητήρας ανιχνεύει ότι αρχίζει να σκοτεινιάζει, για παράδειγμα, τα φώτα μπορεί να ανάβουν. Ουσιαστικά, η σχέση μεταξύ των αντιδράσεων δημιουργείται από τα δεδομένα που δίνει ένας εσωτερικός αισθητήρας, ο οποίος τροποποιεί τη συμπεριφορά των άλλων συσκευών. Αυτές οι σύγχρονες τεχνολογίες, οι οποίες διαθέτουν εξελιγμένους αισθητήρες, είναι πλέον ευρέως διαθέσιμες στην αγορά (Boodi et al., 2018).

### 4.1.3 Intelligent houses

Η λεγόμενη κατηγορία των έξυπνων σπιτιών είναι μια άλλη κατηγορία των έξυπνων σπιτιών και χωρίζεται περαιτέρω σε δύο υποκατηγορίες. Διαχωρίζονται σε σπίτια όπου αντιλαμβάνονται και κατανοούν καταστάσεις ή σενάρια και ανταποκρίνονται κατάλληλα σε απλές εισόδους αισθητήρων. Τα προγραμματιζόμενα σπίτια και τα ευφυή κτίρια μοιράζονται πολλές ομοιότητες. Η κύρια διάκριση μεταξύ των δύο τύπων σπιτιών είναι ότι τα προγραμματιζόμενα σπίτια απαιτούν προγραμματισμό από τον χρήστη, ενώ τα ευφυή σπίτια είναι ικανά να αναγνωρίζουν καταστάσεις και να προσαρμόζονται σε αυτές. Τα ευφυή σπίτια μπορούν, ειδικότερα, να θυμούνται τις ρουτίνες των χρηστών τους και να αναγνωρίζουν μοτίβα κίνησης. Η τεχνολογία τους επιχειρεί να εκτελέσει σχεδόν όλες τις εργασίες για τις απαιτήσεις των κατοίκων χωρίς την πραγματική παρέμβασή τους. Συμπερασματικά, τα ευφυή σπίτια είναι πιο ελεγχόμενα για όλους τους τύπους των κατοίκων και δεν απαιτούν προγραμματιστικό υπόβαθρο (Van Thillo et al., 2022).

### Αυτοματισμοί και τεχνολογίες που αξιοποιούνται

Κινητά τηλέφωνα, αισθητήρες και άλλος ηλεκτρονικός εξοπλισμός μπορούν να αλληλεπιδρούν ασύρματα σε μικρές αποστάσεις χάρη στην τεχνολογία παγκόσμιας ασύρματης διασύνδεσης Bluetooth. Η ανάπτυξη αυτής της τεχνολογίας κατέστησε περιττές τις καλωδιακές συνδέσεις, διευκόλυνε τη συνδεσιμότητα των συσκευών και επέτρεψε τη δημιουργία προσωπικών δικτύων. Μια συσκευή Bluetooth λειτουργεί στα 2,45 GHz, που είναι ένα ελεύθερο φάσμα συχνοτήτων. Η ζώνη αυτή, η οποία εκτείνεται από τα 2,4 GHz έως τα 2,4835 GHz, είναι επίσης γνωστή ως Βιομηχανική Επιστημονική Ιατρική Ζώνη (ISM). Δεδομένου ότι αυτή η ζώνη είναι ελεύθερη, τη χρησιμοποιούν και άλλες εφαρμογές, όπως τα ασύρματα τηλέφωνα. Η εμβέλεια επικοινωνίας ποικίλλει ανάλογα με την κατηγορία Bluetooth, από 1 μέτρο για την κατηγορία 3 έως 100 μέτρα για την κατηγορία 1. Για την κλάση 2, η πιο τυπική εμβέλεια είναι 10 μέτρα. Σε ένα δίκτυο Bluetooth, οι συσκευές μπορούν να μεταδίδουν δεδομένα με ταχύτητες μεταξύ 1 Mbps και 24 Mbps (Van Thillo et al., 2022).

Μια συσκευή σκλάβος/slave και μια συσκευή master είναι τα δύο είδη συσκευών σε ένα δίκτυο Bluetooth. Κάθε συσκευή Bluetooth έχει τη δυνατότητα να ενεργεί ως master,

slave ή και τα δύο ταυτόχρονα. Ένα δίκτυο Bluetooth αποτελείται συχνά από μικροσκοπικά υποδίκτυα, που μερικές φορές είναι γνωστά ως piconets. Όταν δύο ή περισσότερες συνδεδεμένες συσκευές μοιράζονται το ίδιο κανάλι, σχηματίζουν ένα piconet. Υπάρχει μόνο ένας master και το πολύ επτά slaves σε κάθε piconet. Η επικοινωνία μεταξύ σκλάβων γίνεται πάντα μέσω του master. Ένα scatternet δημιουργείται όταν δύο ή περισσότερα piconet συνδέονται μεταξύ τους. Οι συνδέσεις piconet μπορούν να σχηματιστούν χρησιμοποιώντας μια τυπική συσκευή. Αυτή η συσκευή έχει τη δυνατότητα να λειτουργεί τόσο ως master όσο και ως slave σε διαφορετικά piconets. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι με τους οποίους η τεχνολογία Bluetooth μπορεί να χρησιμοποιηθεί στα έξυπνα σπίτια. Μια επιλογή είναι η εγκατάσταση ραδιοπομπών Bluetooth σε οικιακά αντικείμενα και η χρήση αυτής της τεχνολογίας για τη σύνδεση με έναν διακομιστή που είναι προσβάσιμος από τον χρήστη εκεί. Αυτό επιτρέπει στον χρήστη να κάνει εργασίες παρακολούθησης και ελέγχου. Οι εγκαταστάσεις με δυνατότητα Bluetooth με αισθητήρες που μπορούν να παρακολουθούν την ευημερία των ατόμων με αναπηρία είναι μια άλλη πιθανή χρήση. Οι δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι χρήστες Bluetooth σε έξυπνα περιβάλλοντα είναι συγκρίσιμες με εκείνες που αντιμετωπίζει η τεχνολογία σε άλλα περιβάλλοντα. Η αδύναμη ασφάλεια του Bluetooth είναι ένα από τα κύρια μειονεκτήματά του. Η ασφάλεια των συσκευών Bluetooth έχει αποδειχθεί ότι είναι εύκολα ευάλωτη σε επιθέσεις (Van Thillo et al., 2022).

Ένα πρότυπο ασύρματης επικοινωνίας προσωπικών δικτύων (PAN) είναι το IEEE 802.15.4, το οποίο είναι χαμηλού κόστους και χαμηλής ισχύος. Είναι εξαιρετικό για εφαρμογές απομακρυσμένου ελέγχου και παρακολούθησης λόγω του χαμηλού του κόστους. Λόγω της χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας, οι μπαταρίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για μεγάλο χρονικό διάστημα. Χαμηλώνει τον ρυθμό δεδομένων του για να εξοικονομήσει χρήματα σε υλικό και ενέργεια. Από την προδιαγραφή ορίζονται μόνο τα φυσικά επίπεδα και το επίπεδο ελέγχου πρόσβασης μέσω (MAC) του μοντέλου αναφοράς δικτύωσης OSI. Το πρότυπο καθορίζει τον ρυθμό δεδομένων, τη συχνότητα λειτουργίας και το μέγεθος του δικτύου. Ανάλογα με την απόσταση και την ισχύ μετάδοσης μεταξύ των συσκευών, ο ρυθμός δεδομένων μεταξύ συσκευών που συμμορφώνονται με το πρότυπο IEEE 802.15.4 κυμαίνεται από 250 kbit/s έως 20kb/s. Αυτές οι συσκευές μπορούν να λειτουργούν σε μία από τις τρεις ζώνες RF που αναφέρονται παρακάτω: 868 MHz (Ευρώπη), 915 MHz (Βόρεια Αμερική) ή 2400 MHz (παγκοσμίως). Η ζώνη 2,4 GHz χρησιμοποιείται συχνότερα από τις άλλες επειδή είναι προσβάσιμη παντού και δεν απαιτεί άδεια. Επιπλέον, τα προϊόντα αυτής της ζώνης

έχουν καλύτερες επιδόσεις από αυτά που κατασκευάζονται για άλλες ζώνες όσον αφορά τον ρυθμό δεδομένων. Το πρότυπο δεν επηρεάζει το μέγεθος του δικτύου. Ωστόσο, η διεύθυνση του δικτύου μεταδίδεται και αποθηκεύεται χρησιμοποιώντας ακολουθίες αριθμών 16 ή 64 bit, με αποτέλεσμα να περιορίζεται ο αριθμός των συσκευών στο δίκτυο σε 264. Μόνο ένα μικρό μέρος της λειτουργικότητας σε επίπεδα πάνω από τα φυσικά επίπεδα και τα επίπεδα MAC που καθορίζονται στο πρότυπο IEEE 802.15.4 ορίζεται από τη στοίβα πρωτοκόλλων Zigbee. Για την αγορά-στόχο, παρέχει το σύνολο των εργαλείων προγραμματισμού. Επιπλέον, η τεχνολογία ZigBee καθορίζει έναν αριθμό προφίλ εφαρμογών για να μπορούν διάφοροι κατασκευαστές να αναπτύξουν και να παράγουν συσκευές ZigBee (Merabet et al.,

Ο όρος "τεχνολογία αναγνώρισης ραδιοσυχνοτήτων" (RFID) αναφέρεται σε μια μέθοδο ασύρματης μετάδοσης της ταυτότητας ενός αντικείμενου. Περιγράφει έναν αναγνώστη RFID και μια ετικέτα RFID που περιέχει δεδομένα σχετικά με το αντικείμενο που φέρει την ετικέτα. Όταν η ετικέτα RFID σαρώνεται από τον αναγνώστη, μεταδίδονται σήματα που περιλαμβάνουν τα δεδομένα της. Μια ετικέτα RFID μπορεί να είναι είτε ενεργή είτε παθητική- οι ενεργές ετικέτες διαθέτουν μπαταρίες, ενώ οι παθητικές ετικέτες όχι. Η παθητική ετικέτα εκμεταλλεύεται το μαγνητικό πεδίο του αναγνώστη και το μετατρέπει σε ηλεκτρικό ρεύμα συνεχούς ρεύματος για την τροφοδοσία του κυκλώματός της. Ως εκ τούτου, σε σύγκριση με τις ενεργές ετικέτες, οι παθητικές ετικέτες είναι λιγότερο δαπανηρές και έχουν μικρότερη εμβέλεια. Οι ζώνες συχνοτήτων που χρησιμοποιούνται για τη λειτουργία των συστημάτων RFID μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κατηγοριοποίησή τους. Σήματα με συχνότητα μεταξύ 124 και 135 kHz χρησιμοποιούνται από τα συστήματα χαμηλής συχνότητας (LF). Τα συστήματα εξαιρετικά υψηλής συχνότητας (UHF) χρησιμοποιούν ένα εύρος συχνοτήτων 860-960MHz, ενώ τα συστήματα υψηλής συχνότητας (HF) χρησιμοποιούν 13,56MHz. Σύμφωνα με τους Merabet και συν. (2021), τα συστήματα LF RFID έχουν συχνά μικρές εμβέλειες σάρωσης και μειωμένο κόστος συστήματος.

Τα συστήματα HF RFID μπορούν να χρησιμοποιηθούν για μεγαλύτερες σαρώσεις, αλλά η τιμή τους είναι υψηλότερη. Προκειμένου να συνδεθεί οποιαδήποτε συσκευή στο δίκτυο αρχικού χώρου (HAN) μέσω μιας εικονικής διεύθυνσης του ασύρματου και μοναδικού αναγνωριστικού, οι τεχνολογίες RFID μπορούν να χρησιμοποιηθούν στα έξυπνα σπίτια. Αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ενημέρωση της βάσης δεδομένων που περιέχει

πληροφορίες σχετικά με την τοποθεσία διαφόρων πραγμάτων. Συνεπώς, μπορεί να ζητηθεί από το έξυπνο σπίτι να προσφέρει λεπτομέρειες σχετικά με ένα συγκεκριμένο αντικείμενο, όπως ένα κλειδί οχήματος ή οποιοδήποτε τηλεχειριστήριο. Το σύστημα RFID μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την παρακολούθηση των ενοίκων του σπιτιού. Η θέση κάθε χρήστη μπορεί να εξακριβωθεί εξοπλίζοντάς τον με μια ετικέτα RFID και τοποθετώντας αναγνώστες RFID σε διάφορα σημεία του σπιτιού. Με βάση τις προτιμήσεις κάθε χρήστη, οι πληροφορίες αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την προσαρμογή των υπηρεσιών στο έξυπνο σπίτι. Η αναγνωσιμότητα των ετικετών RFID είναι δύσκολη κοντά στο νερό ή σε ένα φύλλο μετάλλου, γεγονός που αποτελεί ένα από τα προβλήματα με τη χρήση ετικετών RFID για τον εντοπισμό ατόμων σε έξυπνα σπίτια. Δεδομένου ότι το ανθρώπινο σώμα είναι κατά κύριο λόγο υγρό, μπορεί να είναι δύσκολο να εντοπιστεί μια ετικέτα RFID που έχει προσαρτηθεί σε αυτό. Όμως οι ερευνητές διερευνούν νέες προσεγγίσεις για την ενίσχυση της ανάγνωσης των ετικετών RFID σε αυτές τις δύσκολες συνθήκες (Merabet et al., 2021).

Ο κλάδος των κινητών επικοινωνιών έφερε επανάσταση με την τεχνολογία GSM (Global System for Mobile). Τα τελευταία δέκα χρόνια, έχουν κυκλοφορήσει επιπλέον γενιές GSM, όπως το GPRS και το UMTS, σε μια προσπάθεια να αυξηθούν οι ταχύτητες μετάδοσης και να παρασχεθούν νέες υπηρεσίες. Το κυψελοειδές δίκτυο που βασίζεται στην επαναχρησιμοποίηση συχνοτήτων είναι ένα άλλο όνομα για το GSM. Για το λόγο αυτό, μια συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή διαχωρίζεται σε κύτταρα. Η τοπική κατανομή και η ζήτηση κίνησης επηρεάζουν το μέγεθος του κυττάρου. Οι επικοινωνίες φωνής και δεδομένων παρέχονται μέσω κινητών ασύρματων συστημάτων όπως το GSM/GPRS. Το SMS (υπηρεσία σύντομων μηνυμάτων) είναι μία από τις λογικά προσιτές υπηρεσίες που προσφέρονται από το δίκτυο και μπορούν να αξιοποιηθούν για εφαρμογές έξυπνου σπιτιού. Το SMS είναι ένα μήνυμα κειμένου του οποίου το περιεχόμενο μπορεί να αναλυθεί από ένα κατάλληλο πρόγραμμα για την έκδοση οδηγιών για τον έλεγχο και την παρακολούθηση εργασιών. Συνήθως, για τη δημιουργία τέτοιων εφαρμογών χρησιμοποιείται η Java. Η δυνατότητα χρήσης του δικτύου GSM καθιστά αποτελεσματικά εφικτή την απομακρυσμένη πρόσβαση και τον έλεγχο σε ένα έξυπνο σπίτι (Merabet et al., 2021).

Το πρότυπο ασύρματης επικοινωνίας IEEE 802.11 για ασύρματα τοπικά δίκτυα (WLAN) στις ζώνες συχνοτήτων 2,4 GHz, 3,6 και 5 αναφέρεται στην κοινή χρήση ως

Wireless Fidelity (WiFi). Όταν ένας χρήστης δικτύου χρησιμοποιεί την τεχνολογία WiFi, η κινητικότητα του είναι απεριόριστη και έχει πρόσβαση στο δίκτυο από σχεδόν οποιοδήποτε σημείο. Επιπλέον, μπορεί να προσφέρει μια πρακτική επιλογή εγκατάστασης δικτύου για δύσκολες συνθήκες ενσύρματης δικτύωσης, όπως αυτές που παρατηρούνται σε ιστορικά κτίρια. Ένα σημείο πρόσβασης (AP) και μια ασύρματη συσκευή, όπως ένας φορητός υπολογιστής με διεπαφή ασύρματου δικτύου, είναι οι δύο τύποι συσκευών που εμπίπτουν στο πρότυπο WiFi. Η κύρια εργασία ενός AP είναι η μετάδοση δεδομένων μεταξύ του σταθερού ενσύρματου δικτύου και του ασύρματου δικτύου. Μέχρι 30 ασύρματες συσκευές μπορούν να υποστηριχθούν από ένα AP, το οποίο έχει εμβέλεια 33 έως 50 μέτρα σε εσωτερικούς χώρους και έως 100 μέτρα σε εξωτερικούς χώρους. Οι ασύρματες συσκευές μπορούν να συνδεθούν μεταξύ τους χρησιμοποιώντας τοπολογία υποδομής ή τοπολογία ad hoc, αντίστοιχα. Δεδομένου ότι το ασύρματο δίκτυο αποτελείται από μια συλλογή ασύρματων συσκευών και τουλάχιστον ένα AP, η τοπολογία αναφέρεται περιστασιακά ως τοπολογία AP. Αυτή η τοπολογία διαιρεί το σύστημα σε βασικά κύτταρα, καθένα από τα οποία βρίσκεται υπό την εποπτεία ενός AP. Η χρήση πολυάριθμων βασικών κυττάρων μπορεί να αυξήσει την περιοχή κάλυψης (Dong et al., 2019).

Σε γενικές γραμμές, τα ασύρματα δίκτυα θα πρέπει να είναι σε θέση να επιτυγχάνουν υπηρεσίες τοπικού δικτύου (LAN), όπως διακομιστές αρχείων, εκτυπωτές και πρόσβαση στο Διαδίκτυο, οι οποίες είναι σταθερά διαθέσιμες. Το σύστημα διανομής (DS) που συνδέει πολλά APs μεταξύ τους καθιστά αυτό εφικτό. Τα APs μπορούν να συνδεθούν μεταξύ τους ασύρματα ή με τη βοήθεια ενός καλωδίου σύνδεσης. Τα APs χρησιμοποιούνται για τη μετάδοση δεδομένων μεταξύ των ασύρματων συσκευών εντός μιας βασικής κυψέλης και του συστήματος διανομής. Εντός του ασύρματου δικτύου, τα πακέτα δεδομένων μετακινούνται μεταξύ των διαφόρων κυψελών από το σύστημα διανομής. Είναι επίσης υπεύθυνο για τη διαδικτυακή δικτύωση και την αντιστοίχιση διευθύνσεων. Τα κύτταρα μπορεί περιστασιακά να επικαλύπτονται εν μέρει προκειμένου να καλύψουν μια μεγάλη περιοχή. Από την άλλη πλευρά, η τοπολογία ad hoc απεικονίζει μια συλλογή συσκευών WiFi με τη δυνατότητα ευέλικτης σύνδεσης μεταξύ τους για τη δημιουργία ενός δικτύου. Αυτό το δίκτυο ad hoc δεν είναι απαραίτητο να είναι συνδεδεμένο ούτε με ένα APs ούτε με ένα σταθερό δίκτυο. Μπορεί να επεκταθεί, να συρρικνωθεί και να αποκοπεί χωρίς να υποβάλλει αιτήματα σε μια κεντρική αρχή (Dong et al., 2019).

Το πρότυπο IEEE 802.11 είναι παρόμοιο με το πρότυπο IEEE 802 που ασχολείται με τοπικά δίκτυα και δίκτυα μητροπολιτικής περιοχής (MAN). Επικεντρώνεται στα δύο



χαμηλότερα υποστρώματα του Ανοικτού Συστήματος Διασύνδεσης (OSI) μοντέλου αναφοράς δικτύωσης. Δηλαδή, το φυσικό στρώμα (PHY) και ένα στρώμα ζεύξης δεδομένων που περιέχει το υπόστρωμα MAC και την LLC. Τα τελευταία χρόνια, το πρότυπο IEEE 802.11 έχει αλλάξει, ορίζοντας δύο διαφορετικούς τύπους συστημάτων. Το IEEE 802.11b/g και το IEEE 802.11n είναι παραδείγματα ασύρματων τεχνολογιών 2,4 GHz και 5 GHz αντίστοιχα. Αναμένεται ότι οι εφαρμογές ηλεκτρονικών ειδών ευρείας κατανάλωσης, ιδίως για τη ροή βίντεο σε έξυπνα σπίτια, θα χρησιμοποιούν το πρότυπο IEEE 802.11n, δεδομένου ότι επιτρέπει έναν πρότυπο υψηλό ρυθμό δεδομένων που είναι σχεδόν πέντε φορές υψηλότερος από το προηγούμενο πρότυπο. Ανάλογα με τις προτιμήσεις του κατοίκου, το βίντεο μπορεί να αναπαραχθεί στο ιδανικό σύστημα. Τα πρότυπα 802.11a/b/g που χρησιμοποιούνται σήμερα αναπτύχθηκαν για την εξυπηρέτηση του τομέα των εφαρμογών υπολογιστών, συνεπώς έχουν σημαντικούς περιορισμούς σε εφαρμογές πραγματικού χρόνου με απαιτητικές απαιτήσεις εύρους ζώνης όταν χρησιμοποιούνται καταναλωτικές συσκευές. Αν και το 802.11g έχει μέγιστο ρυθμό δεδομένων 54Mb/s, στην πραγματικότητα δυσκολεύεται να φτάσει τα 20Mb/s, ειδικά όταν τοίχοι εμποδίζουν το σήμα. Η ροή βίντεο απαιτεί μικρότερο εύρος ζώνης λόγω των εξελίξεων στις τεχνολογίες κωδικοποίησης όπως το MPEG4, το H.264 και το WMV9. Ωστόσο, οι απαιτήσεις σε εύρος ζώνης ροής αυξάνονται από παράγοντες όπως οι δικτυακές συσκευές ήχου, το βίντεο υψηλής ευκρίνειας και η φωνή μέσω πρωτοκόλλου διαδικτύου (VoIP) (Dong et al., 2019).

### 4.3 Η υποστήριξη στις αυτόνομες κατοικίες

Πώς μπορούν να βοηθηθούν οι άνθρωποι στα σπίτια τους με τη χρήση αυτοματοποιημένης τεχνολογίας; Αυτή η τεχνολογία χρησιμεύει ως υποκατάστατο της βοήθειας που προσφέρει ένας κατ' οίκον φροντιστής. Ένας φροντιστής μπορεί να εντοπίσει τότε κάποιος χρειάζεται βοήθεια παρατηρώντας τη συμπεριφορά του ατόμου που φροντίζει. Στη συνέχεια μπορεί να αποφασίσει τι είδους υποστήριξη θα προσφέρει μετά από αυτό. Μια αυτόνομη εγκατάσταση μπορεί να αναλάβει τις ίδιες δραστηριότητες. Ένα εξαιρετικό παράδειγμα είναι η πρωτοποριακή έρευνα για την εφαρμογή αυτής της τεχνολογίας που διεξήχθη στο σύστημα Edinvar του Εδιμβούργου της Σκωτίας. Μέσω της απασχόλησης δύο απλών αισθητήρων, προσφέρθηκε καλή υποστήριξη τη νύχτα. Αυτοί περιλάμβαναν αισθητήρες κατάληψης κρεβατιού (η εγκατάσταση αυτή χρησιμοποιεί απλώς ένα πατάκι πίεσης στο κρεβάτι για να εντοπίζει τότε κάποιος έχει σηκωθεί από το κρεβάτι) και

αισθητήρες πληρότητας κλινών (παθητικοί αισθητήρες υπερύθρων (PIRs) παρόμοιοι με αυτούς που χρησιμοποιούνται στα συστήματα συναγερμού).

Η εγκατάσταση θα μπορούσε να αναγνωρίσει ότι πρέπει να ανάψει τον φωτισμό εάν ο ένοικος σηκωθεί από το κρεβάτι στη μέση της νύχτας και το δωμάτιο είναι σκοτεινό, επειδή μπορεί να χρειαστεί να χρησιμοποιήσει την τουαλέτα. Για να οδηγηθεί ο χρήστης στην τουαλέτα, τα φώτα της τουαλέτας και ένα χαμηλό επίπεδο φωτισμού στην κρεβατοκάμαρα θα μπορούσαν και τα δύο να ανάβουν αυτόματα. Οι αισθητήρες κίνησης θα ανιχνεύουν την κίνησή του καθώς φεύγει από το μπάνιο μετά τη χρήση της τουαλέτας, σβήνοντας τα φώτα της τουαλέτας και ανάβοντας τα φώτα στο υπνοδωμάτιο για να τον βοηθήσουν να βρει το δρόμο του πίσω στο κρεβάτι. Αυτές οι εγκαταστάσεις πραγματοποιούσαν τη βασική ανίχνευση και αντιμετώπιζαν τον ένοικο με τον ίδιο τρόπο που θα κάνατε εσείς αν φροντίζατε τον σύζυγό σας ή κάποιο άλλο άτομο που θα σας βοηθούσε τη νύχτα (Mofidi & Akbari,

#### 4.4 Βασικές Εφαρμογές Έξυπνου Σπιτιού

##### Θέρμανση

Ολοκληρωμένη διαχείριση κυκλωμάτων θέρμανσης και ζεστού νερού χρήσης σε μία ή περισσότερες ζώνες. Η άνεση, η ευκολία χρήσης και η σημαντική εξοικονόμηση κόστους εξασφαλίζονται από την έξυπνη λύση (Mofidi & Akbari, 2020).

- Κάθε επίτοιχο χειριστήριο του σπιτιού διαθέτει ξεχωριστούς αισθητήρες θερμοκρασίας που επιτρέπουν τη διαχείριση της θερμοκρασίας του κάθε χώρου ξεχωριστά.

- Εξοικονόμηση έως και 60% εγγυάται ο αυτόματος έλεγχος των θερμικών αναγκών κάθε δωματίου ξεχωριστά.

Για την ταυτόχρονη διαχείριση της θέρμανσης χρησιμοποιούνται διακόπτες τοίχου ή συσκευές ηλεκτρικών πινάκων DIN (Dounis & Caraiscos, 2009).

- Για λόγους ευκολίας, οικονομίας και ασφάλειας, η θέρμανση αποτελεί μέρος του μενού διαφόρων οδηγιών (σύντομη ή μακρά απουσία, ημερήσια ή νυχτερινή λειτουργία κ.λπ.).

- Τηλεχειρισμός και εποπτεία μέσω διαδικτύου, σταθερού ή κινητού τηλεφώνου.

##### Κλιματισμός

Έλεγχος μιας μεμονωμένης αυτόνομης μονάδας ή ολόκληρου του κεντρικού συστήματος μέσω εντολών υπερύθρων.

- Για άνεση, ευκολία, οικονομία και ασφάλεια, ο κλιματισμός είναι διαθέσιμος στο μενού πολλαπλών εντολών (σύντομη ή μακρά απουσία, νυχτερινή λειτουργία κ.λπ.).

- Οι διακόπτες τοίχου ή οι μονάδες ηλεκτρικών πινάκων DIN είναι τα μόνα χειριστήρια για τον κλιματισμό, ενώ για τον τηλεχειρισμό χρησιμοποιείται το Διαδίκτυο, το σταθερό τηλέφωνο ή το κινητό τηλέφωνο (Dounis & Caraiscos, 2009).

#### Αερισμός

Ανίχνευση της ποιότητας του αέρα (οξείδια καύσης, καπνός, ρύποι, υγρασία) και αυτόματος έλεγχος ανανέωσης του αέρα.

- Παροχή φρέσκιας παροχής αέρα με βάση τις μετρήσεις των συγκεντρώσεων ρύπων που πραγματοποιούνται από περιφερειακούς αισθητήρες σε κάθε επιμέρους δωμάτιο για την εξασφάλιση ενός υγιούς περιβάλλοντος διαβίωσης (Dounis & Caraiscos, 2009).

- Για την αποτελεσματική λειτουργία, την άνεση και την οικονομία, ο εξαερισμός αποτελεί μέρος του μενού πολλαπλών εντολών (σύντομη ή παρατεταμένη απουσία, καθημερινή λειτουργία κ.λπ.).

- Απομακρυσμένος έλεγχος και εποπτεία μέσω κινητής συσκευής, σταθερού τηλεφώνου ή διαδικτύου (Gholamzadehmir et al., 2020).

#### Φωτισμός

Ενιαίος έλεγχος φωτισμού ανάλογα με την ώρα, τις συνθήκες εσωτερικού και εξωτερικού φωτισμού και τις τοπικές ανάγκες κάθε τοποθεσίας.

- Έλεγχος των φωτιστικών σωμάτων που είναι αυτόνομος, αξιόπιστος και απλός.

- Ρυθμιστές που τοποθετούνται στα επίτοιχα χειριστήρια ή στον ηλεκτρικό πίνακα για μεταβλητό φωτισμό (Gholamzadehmir et al., 2020).

- Σενάρια αρχιτεκτονικού φωτισμού για τη βελτίωση της αισθητικής των χώρων.

- Η αυτόματη λειτουργία με βάση χρονοδιακόπτες, συνθήκες φωτισμού, συστήματα ασφαλείας και πολλαπλές εντολές εξασφαλίζει αποτελεσματικότητα και ασφάλεια.

Προκειμένου να βελτιωθεί η άνεση και να εξοικονομηθούν χρήματα, οι εμπορικοί και δημόσιοι χώροι ή οι χώροι εργασίας μπορούν να διατηρήσουν ένα σταθερό επίπεδο φωτεινότητας χάρη στη μέτρηση του φωτισμού του χώρου από τα επίτοιχα χειριστήρια

- Η απομακρυσμένη παρακολούθηση και ο έλεγχος μπορούν να πραγματοποιηθούν μέσω ενσύρματου ή ασύρματου δικτύου υπολογιστών, κινητού τηλεφώνου, σταθερού τηλεφώνου ή διαδικτύου.

#### Έλεγχος ηλεκτρικών συσκευών

Έλεγχος όλων των ηλεκτρικών συσκευών και καταναλώσεων, συμπεριλαμβανομένης της ηλεκτρικής κουζίνας, του πλυντηρίου, του θερμοσίφωνα, των πριζών και της τηλεόρασης.

- Ο προγραμματισμός πολλαπλών εργασιών περιλαμβάνει τη λειτουργία των συσκευών, γεγονός που διευκολύνει την αναχώρηση και την επιστροφή και διασφαλίζει την εγκατάσταση.

- Η επιλογή αυτόματου νυχτερινού λογαριασμού επιτρέπει περαιτέρω εξοικονόμηση κόστους.

- Η άνεση και η ψυχική ηρεμία παρέχονται από την απομακρυσμένη παρακολούθηση και λειτουργία (Sovacool & Del Rio, 2020).

#### Ηλεκτρικές Τέντες – Ρολά

Ανεξάρτητος και συνολικός έλεγχος για τις ηλεκτρικές τέντες και τα ρολά.

- Η ομαδική λειτουργία καθιστά την αναχώρηση ή την επιστροφή απλή και γρήγορη.

- Οι τέντες προστατεύονται από τις κακές καιρικές συνθήκες με αυτόματη λειτουργία και εξωτερικούς αισθητήρες.

- Απομακρυσμένη παρακολούθηση και έλεγχος μέσω κινητής συσκευής, σταθερού τηλεφώνου ή διαδικτύου (Sovacool & Del Rio, 2020).

## Έλεγχος Παροχών

Το νερό, το φυσικό αέριο, τα υγρά καύσιμα και η ηλεκτρική ενέργεια παρέχονται και διακόπτονται μέσω ηλεκτρικά ελεγχόμενων βανών . Αυτό επιτρέπει την αποτελεσματική προστασία της περιουσίας, την οικονομική λειτουργία και τον απομακρυσμένο έλεγχο, ενώ παράλληλα εξυπηρετεί περιοδικές λειτουργίες όπως τα συστήματα άρδευσης. Η υλοποίηση εφαρμογών ψυχαγωγίας πολλαπλών ζωνών (multi-room AV), καθώς και η γενική διαχείριση προγραμμάτων ήχου και εικόνας, αποτελούν παραδείγματα διαχείρισης συστημάτων εικόνας και ήχου (Sovacool & Del Rio, 2020).

- Κεντρικό σύστημα διανομής ήχου και εικόνας με πολυάριθμες πηγές ήχου και εικόνας.

- Χειριστήρια τοίχου που επιτρέπουν την ανεξάρτητη επιλογή προγραμμάτων και τον έλεγχο της έντασης σε κάθε δωμάτιο.

- Δυνατότητα ενσωμάτωσης συστημάτων ψυχαγωγίας σε ευρύτερα συστήματα πολλαπλών εντολών (όπως συστήματα ανοικτής φωνητικής επικοινωνίας και ειδοποίησης έκτακτης ανάγκης).

## Ασφάλεια - Προστασία – Επιτήρηση

Ένα ενιαίο, ολοκληρωμένο σύστημα ασφάλειας και προστασίας αποτελεί μέρος του ευφυούς συστήματος. Ανταποκρίνεται αυτόματα σε διάφορα συμβάντα και ειδοποιεί τους εγγεγραμμένους παραλήπτες μέσω κινητών, σταθερών και διαδικτυακών δικτύων. Η εσωτερική ευφυΐα του συστήματος επιτρέπει τη στατιστική, συνδυαστική ή απόλυτη αξιολόγηση των συμβάντων και προσφέρει διαβεβαίωση, άνεση και ασφάλεια (Sovacool &

Προστασία των παιδιών και των ηλικιωμένων.

- Η ανακάλυψη εισβολών, πυρκαγιάς, νερού, υγρών καυσίμων, υγραερίου και διαρροών αερίου. Τα κτίρια ασφαλίζονται πολύ αποτελεσματικά χάρη στον αυτόματο έλεγχο ορισμένων λειτουργιών και των αντίστοιχων παροχών ηλεκτρικής ενέργειας, νερού και αερίου.

- Την αυτόματη κοινοποίηση των συμβάντων στους εγγεγραμμένους παραλήπτες (ιδιοκτήτης, γείτονες, κέντρο επιτήρησης οικογενειακός γιατρός, υδραυλικός, αστυνομία, πυροσβεστική κ.λπ.) με μηνύματα SMS, τηλεφωνήματα ή ηλεκτρονικά μηνύματα.

- Από ένα συνδεδεμένο ή ασύρματο δίκτυο υπολογιστών ή το Διαδίκτυο, είναι δυνατή η παρακολούθηση των χώρων με τη χρήση ενός συμβατού συστήματος οπτικής και ακουστικής παρακολούθησης (Sovacool & Del Rio, 2020).

#### 4.5 Ανάλυση ενσύρματων πρωτοκόλλων

Λόγω της έλλειψης τεχνολογιών που επιτρέπουν την ασύρματη επικοινωνία, η πλειονότητα των κτιρίων με αυτοματισμούς κτιρίων χρησιμοποιούν ενσύρματα πρωτόκολλα, τα οποία αρχικά θεσπίστηκαν από τους κατασκευαστές των συσκευών αυτοματισμού. Εξαιτίας αυτού, υπάρχουν σήμερα πολλά ενσύρματα πρωτόκολλα, όπως τα BACnet, LonWorks, DALI, OPC, CBus, Modbus, M-Bus και KNX. Μετά από μια σύντομη συζήτηση των βασικών χαρακτηριστικών των άλλων πρωτοκόλλων, θα συζητήσουμε το πρωτόκολλο KNX με περισσότερες λεπτομέρειες σε επόμενα κεφάλαια. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι τα περισσότερα πρωτόκολλα έχουν επίσης υιοθετήσει ασύρματες μεθόδους επικοινωνίας

M

a

r

i

Στο Πανεπιστήμιο Cornell της Νέας Υόρκης, το BACnet αναπτύχθηκε το 1987 και το πρωτόκολλο επικοινωνίας για συσκευές ελέγχου δικτύων και αυτοματισμού κτιρίων. Το πρωτόκολλο αυτό επιλέγεται συγκεκριμένα από περισσότερους από 800 κατασκευαστές συσκευών αυτοματισμού κτιρίων, με αποτέλεσμα να πωλείται στην αγορά μια μεγάλη ποικιλία συσκευών. Η πλειονότητα των λειτουργιών αυτοματισμού κτιρίων, όπως ο φωτισμός, η ανίχνευση πυρκαγιάς, τα συστήματα συναγερμού, οι κάμερες ασφαλείας και τα HVAC (θέρμανση, εξαερισμός και κλιματισμός), υποστηρίζονται από το BACnet. Το καλώδιο συνεστραμμένου ζεύγους, οι οπτικές ίνες και το ασύρματο πλέγμα είναι οι κύριες μέθοδοι για τη δημιουργία συνδέσεων και την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ των συσκευών. Επίσης, στις εφαρμογές BACnet χρησιμοποιούνται οι τεχνολογίες μεταφοράς δεδομένων IP, Ethernet, LonTalk, Zigbee, ARCnet και MS/TP. Τέλος, σύμφωνα με τους Marikyan και συν.

(2019), το BACnet συμμορφώνεται με το πρότυπο ISO 16484-5 και χρησιμοποιείται κυρίως στις Ηνωμένες Πολιτείες, την Ευρώπη και σε περισσότερα από 30 άλλα κράτη.

Οι βιβλιοθήκες πολλών αρκετά δημοφιλών εφαρμογών εμπορικής χρήσης (commercial apps), αλλά και ανοιχτού λογισμικού (open source apps) έχουν κάνει χρήση του πρωτοκόλλου BACnet. Η συμμετοχή του πρωτοκόλλου στο γνωστό πρόγραμμα παρακολούθησης δικτύων αποτελεί την πρωταρχική και πιο αντιπροσωπευτική απεικόνιση της αποτελεσματικότητάς του (Marikyan et al., 2019).

Η Echelon ανέπτυξε το LonWorks (Local Operation Network) το 1988 και το 1999 έγινε ορισμός ANSI για τον έλεγχο δικτύων. Ο αυτοματισμός κτιρίων είναι μία από τις πολλές εφαρμογές ελέγχου που χρησιμοποιούν αυτό το πρωτόκολλο. Η LonMark International, μια ελεύθερη ένωση κατασκευαστών που υποστηρίζει την αποτελεσματική και αποδοτική ολοκλήρωση των συστημάτων ελέγχου, παρέχει υποστήριξη για το LonWorks. Η πλειονότητα των συσκευών LonWorks, συμπεριλαμβανομένων των συστημάτων φωτισμού και HVAC, ενσωματώνονται στην κατασκευή των κτιρίων (Marikyan et al., 2019).

Ακολουθούν οι κύριες συνδέσεις και τα κανάλια επικοινωνίας που χρησιμοποιούνται από τις συσκευές της εγκατάστασης:

1. το καλώδιο με συνεστραμμένα ζεύγη
2. το καλώδιο τροφοδοσίας 110 βολτ
3. οι οπτικές ίνες
4. η ασύρματη συνδεσιμότητα

Το TCP/IP είναι επίσης το πρωτόκολλο μεταφοράς δεδομένων που χρησιμοποιείται. Τέλος, το LonWorks συμμορφώνεται με το ISO/IEC 14908, το ευρωπαϊκό EN 14908, το αμερικανικό ANSI/CEA-709/852 και το GB/T 20299.4-2006. Μία από τις κορυφαίες επιλογές για εφαρμογές αυτοματισμού κτιρίων που δημιουργήθηκαν για λειτουργία με χαμηλό εύρος ζώνης είναι το LonWorks. Είναι ένα εργαλείο βασισμένο στο διαδίκτυο, οπότε οι χρήστες που το επιλέγουν εξοικονομούν χρόνο και χρήμα. Υπάρχουν πολλοί κατασκευαστές συσκευών LonWorks στην αγορά λόγω της απλής αρχιτεκτονικής των συσκευών του. Αλλά σε αντίθεση με άλλα πρωτόκολλα δικτυακής επικοινωνίας που

διατίθενται στην αγορά, εξακολουθεί να αγνοείται. Η σύνδεση των συσκευών ελέγχου σε μια διαφορετική συσκευή δεν συνιστάται πλέον, διότι τυχόν παρεμβολές στο δίκτυο θα οδηγήσουν σε αποτυχίες/σφάλματα του συστήματος. Επιπλέον, αναγκάζει τον πελάτη να παραμείνει "πιστός" στην επιχείρηση, διότι τυχόν επεκτάσεις πρέπει να λαμβάνονται απευθείας από την επιχείρηση και το υλικό των συσκευών είναι ιδιόκτητο (πατέντα Echelon, τσιπ Neuron) προκειμένου να διεξάγονται λειτουργίες εντός του δικτύου. Τέλος, δεν έχει καταφέρει ακόμη να εγγυηθεί καλή σύνδεση με το περιβάλλον των Windows και είναι πιο κοντά στην ομάδα πρωτοκόλλων "plug n' play" (Marikyan et al., 2019).

Μια ομάδα κατασκευαστών υπό την ηγεσία της Phillips ανέπτυξε το DALI, το οποίο έκανε το ντεμπούτο του ως διεπαφή ψηφιακού σήματος το 2000. Το 2014 αντικαταστάθηκε το αρχικό DALI με το DALI 2, διατηρώντας παράλληλα τη συμβατότητά τους. Με 256 επίπεδα ελέγχου φωτεινότητας και ατομική διευθυνσιοδότηση για κάθε συσκευή, το πρωτόκολλο αυτό προσφέρει εξαιρετικό έλεγχο των συστημάτων φωτισμού. Ο απομακρυσμένος έλεγχος, η ενσωμάτωση με συστήματα φωτισμού πυρκαγιάς και έκτακτης ανάγκης, η ισορροπία εξόδου LED και η ικανότητα αυτόματης αλλαγής της φωτεινότητας ανάλογα με τα τρέχοντα επίπεδα που απαιτούνται κάθε φορά είναι άλλα χαρακτηριστικά που είναι προσβάσιμα. Η πρώτη επιλογή για τον έλεγχο του φωτισμού και τους ανάλογους ελέγχους, οι συσκευές DALI περιλαμβάνουν πηνία φθορισμού HF, μετασχηματιστές χαμηλής τάσης, φωτοκύτταρα, ανιχνευτές κίνησης, ρολόγια τοίχου και εισόδους για σύνδεση και επικοινωνία με άλλα πρωτόκολλα. Για τη σύνδεση και την επικοινωνία μεταξύ των συσκευών χρησιμοποιείται απλή καλωδίωση, ενώ υπάρχει και η δυνατότητα ασύρματης επέκτασης. Τα δεδομένα μεταφέρονται με αλληλεπίδραση με τις εισόδους άλλων πρωτοκόλλων. Η Διεθνής Ηλεκτροτεχνική Επιτροπή έχει επίσης ορίσει το DALI ως διεθνές πρότυπο, IEC 62386

Το OPC Foundation ανέπτυξε το OPC το 1996 για την επικοινωνία μεταξύ μηχανών στο βιομηχανικό περιβάλλον, επειδή επιτρέπει την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ υλικού, λογισμικού και συστημάτων ελέγχου από πολλές βιομηχανίες. Υπάρχουν περισσότεροι από 450 κατασκευαστές, πωλητές και integrators στον αυτόνομο οργανισμό που είναι γνωστός ως OPC Foundation. Το OPC UA - OPC Unified Architecture, μια νέα και "ανοιχτή" έκδοση του πρωτοκόλλου, έκανε το ντεμπούτο του το 2008 και γρήγορα αγκαλιάστηκε από διάφορες



εφαρμογές, συμπεριλαμβανομένου του αυτοματισμού κτιρίων. Το OPC UA είναι γνωστό για την αρχιτεκτονική του, η οποία επιτρέπει στις υπηρεσίες να επικοινωνούν σε πολλές πλατφόρμες και διευκολύνει τη διαλειτουργικότητα μεταξύ ενός ευρέος φάσματος συσκευών, συστημάτων και βάσεων δεδομένων. Επιπλέον, επιτρέπει τη σύνδεση πολλών συστημάτων, συμπεριλαμβανομένων των συστημάτων ασφαλείας, φωτισμού, ανελκυστήρων και HVAC (θέρμανση, εξαερισμός και κλιματισμός) (Yu et al., 2019).

Οποιοδήποτε σύστημα ελέγχου στην αγορά μπορεί να χρησιμοποιήσει το πρωτόκολλο OPC και μπορεί να διασυνδεθεί με σημαντικά πρωτόκολλα κτιριακού αυτοματισμού, συμπεριλαμβανομένων των Modbus, BACnet και LonWorks. Σύμφωνα με τις απαιτήσεις του OPC, τα δεδομένα πραγματικού χρόνου μπορούν να συνδεθούν σε διάφορες συσκευές και να μεταδοθούν μαζί με συμβάντα και συναγερούς σε πραγματικό χρόνο. Για τη σύνδεση και την επικοινωνία χρησιμοποιείται η προσέγγιση διακομιστή-πελάτη. Μέσω των αντίστοιχων εφαρμογών πελάτη και διακομιστή, τα δεδομένα μεταφέρονται χρησιμοποιώντας τις κατάλληλες τεχνολογίες, όπως TCP/IP, HTTP, HTTPS ή XML. Σύμφωνα με τους Yu και συν. (2019), το OPC είναι ένα διεθνές πρότυπο που χρησιμοποιείται κυρίως στην Αμερική, την Ευρώπη, το Ισραήλ, την Κίνα, την Ιαπωνία και την Αυστραλία.

#### Clipsal C – Bus

Για τον κτιριακό και οικιακό αυτοματισμό, το C-Bus (Clipsal) είναι ένα πρωτόκολλο επικοινωνίας που βασίζεται στα επτά επίπεδα του μοντέλου OSI. Αναπτύχθηκε από την Clipsal Australia (τόρα τμήμα της Schneider Electric) για το εμπορικό σήμα Clipsal, έναν ηγέτη στον τομέα του φωτισμού κτιρίων και του οικιακού αυτοματισμού. Το 2008, το C-Bus χαρακτηρίστηκε ως ανοικτό πρωτόκολλο. Καθώς οι λειτουργίες μπορούν να διαμορφωθούν, να προστεθούν, να αφαιρεθούν, να μετακινηθούν ή να επαναπρογραμματιστούν σε οποιοδήποτε σημείο του δικτύου χωρίς την πρόσθετη χρήση ογκωδών καλωδιώσεων, το πρωτόκολλο προσφέρει ευελιξία στον έλεγχο και την εναλλαγή καταστάσεων. Το καλώδιο χαμηλής τάσης που χρησιμοποιείται για τη μετάδοση εντολών και σημάτων ελέγχου έχει μήκος 1.000m/3.000ft. Το πρόγραμμα C-Bus Enabled εποπτεύει το πρωτόκολλο και προσφέρει πιστοποιήσεις, πρόσθετες γνώσεις και υποστήριξη σε εξωτερικούς συνεργάτες που επιτρέπουν τη δημιουργία εμπορικών λύσεων. Συνήθως χρησιμοποιείται για τον έλεγχο του φωτισμού, αλλά μπορεί επίσης να λειτουργήσει κινητήρες, αντλίες και σχεδόν οποιαδήποτε άλλη ηλεκτρική συσκευή. Το καλώδιο μη θωρακισμένου συνεστραμμένου

ζεύγους (UTP) είναι η κύρια μέθοδος διασύνδεσης και επικοινωνίας μεταξύ των συσκευών. Επιπλέον, χρησιμοποιεί έναν ιδιόκτητο μηχανισμό μεταφοράς δεδομένων, ωστόσο εξακολουθεί να επιτρέπει τη συμβατότητα με τα πρωτόκολλα DALI, OPC, ZigBee και Internet. Η Αυστραλία, η Νέα Ζηλανδία, η Ασία, η Ρωσία, οι Ηνωμένες Πολιτείες, η Νότια Αφρική, το Ηνωμένο Βασίλειο και διάφορες περιοχές της Ευρώπης, ιδίως η Ελλάδα και η Ρουμανία, χρησιμοποιούν το C-Bus (Yu et al., 2019).

Η Modicon (πρώην Schneider Electric) δημιούργησε το πρότυπο σειριακής επικοινωνίας γνωστό ως Modbus το 1979. Αρχικά αναπτύχθηκε για να χρησιμοποιηθεί με προγραμματιζόμενους λογικούς ελεγκτές (PLC), αλλά πλέον έχει γίνει πρότυπο για τη σύνδεση πολλών διαφορετικών ειδών ηλεκτρικών συσκευών. Το 2004, χαρακτηρίστηκε ως ανοικτό πρωτόκολλο. Το πρωτόκολλο ελέγχει τις επικοινωνίες μεταξύ του παρόχου και των έξυπνων συσκευών, ειδικά για αισθητήρες σε συστήματα συλλογής δεδομένων, χρησιμοποιώντας μια αρχιτεκτονική πελάτη/εξυπηρετητή. Χρησιμοποιείται στον αυτοματισμό κτιρίων για τη λειτουργία συσκευών όπως ψυγεία, καυστήρες και ανεμιστήρες. Ο Οργανισμός Modbus, μια συλλογή ανεξάρτητων χρηστών και προμηθευτών εξοπλισμού αυτοματισμού, επιβλέπει το Modbus. Η επικοινωνία μεταξύ έξυπνων συσκευών, αισθητήρων και οργάνων, καθώς και η παρακολούθηση του εξοπλισμού αυτοματισμού με τη χρήση υπολογιστών και άλλων διεπαφών, είναι οι κύριοι σκοποί του Modbus. Παρόλο που χρησιμοποιείται ευρέως ως βιομηχανικό πρωτόκολλο, εξακολουθεί να χρησιμοποιείται ευρέως σε εφαρμογές υποδομών, μεταφορών και κτιρίων. Το διπλό καλώδιο, το τετραπλό καλώδιο και το ασύρματο πλέγμα είναι οι κύριες μέθοδοι διασύνδεσης και επικοινωνίας μεταξύ των συσκευών. Το Ethernet και το IP είναι τα δύο πρωτόκολλα μετάδοσης δεδομένων που χρησιμοποιούνται. Τέλος, πρόκειται για ένα παγκόσμιο πρότυπο που χρησιμοποιείται παντού (Yu et al., 2019).

#### 4.6 Ανάλυση ασύρματων πρωτοκόλλων

Το "έξυπνο σπίτι" αναδύεται ως βιώσιμη επένδυση στην κατασκευαστική αγορά αυτή τη στιγμή, όταν οι ευρυζωνικές συνδέσεις και η χρήση του διαδικτύου υψηλής ταχύτητας είναι ευρέως διαδεδομένες. Η επικοινωνία μεταξύ των συσκευών σε σταθερές θέσεις διεκπεραιώνεται από ενσύρματα δίκτυα. Τα ασύρματα δίκτυα είναι φτιαγμένα για να

χειρίζονται την επικοινωνία μεταξύ συσκευών που μπορούν να κινούνται ελεύθερα στο χώρο. Όταν πρόκειται για εξοπλισμό που τοποθετείται σε σταθερές θέσεις στο χώρο, δεν υπάρχει διαφορά μεταξύ ασύρματων και ενσύρματων δικτύων. Ωστόσο, οι αρχικές εφαρμογές ασύρματης επικοινωνίας στον αυτοματισμό κτιρίων πραγματοποιούνται σε σταθερές θέσεις. Ωστόσο, δεδομένου ότι για να λειτουργήσει ένα ασύρματο δίκτυο απαιτείται ενσύρματη σύνδεση με έναν υπολογιστή ή ενσύρματη ραχοκοκαλιά, τροφοδοσία και πομποδέκτες, τα ασύρματα δίκτυα είναι αναμφισβήτητα επίσης βασισμένα σε ενσύρματα δίκτυα (Anthi et al.,

Το EnOcean είναι ένα πρότυπο ασύρματης δικτύωσης που δημιούργησε πρώτα η Siemens AG ως εμπορική ενέργεια. Από την ίδρυση της EnOcean Alliance το 2008 από τις εταιρείες EnOcean, Texas Instruments, Omnio, Sylvania, Masco και MK Electric, αποτελεί ένα ανοιχτό πρότυπο. Όταν οι μπαταρίες ή άλλες πηγές ενέργειας δεν είναι απαραίτητες, το πρωτόκολλο υπερέχει στη χρήση τεχνικών εξοικονόμησης ενέργειας. Οι συσκευές EnOcean χρησιμοποιούν ηλιακούς συλλέκτες για τη συλλογή κινητικής και θερμικής ενέργειας, καθιστώντας τις φιλικές προς το περιβάλλον και οικονομικά αποδοτικές. Η μη κερδοσκοπική ce, η οποία αριθμεί 350 μέλη, είναι υπεύθυνη για τη διαχείριση του πρωτοκόλλου. Τα προϊόντα του χρησιμοποιούνται κυρίως σε εφαρμογές για τον έλεγχο ενός χώρου, όπως αισθητήρες εσωτερικού χώρου, έλεγχοι φωτισμού, ηλεκτρονικές κλειδαριές και άλλες εφαρμογές. Εάν οι συσκευές απέχουν μεταξύ τους έως και 30 μέτρα, είναι δυνατή η ασύρματη επικοινωνία (Anthi et al., 2019).

Η ZigBee Alliance δημιούργησε το ασύρματο πρότυπο ZigBee, το οποίο εισήχθη στην αγορά το 2002 και είναι κατάλληλο τόσο για οικιακές όσο και για επαγγελματικές εφαρμογές. Το ZigBee βασίζεται στο πρότυπο IEEE 802.15.4. Η πιο πρόσφατη επανάληψη, γνωστή ως ZigBee Pro, είναι προσβάσιμη από το 2007. Η αυτοσυντηρούμενη και αυτοδρομολογημένη πολυγωνική αρχιτεκτονική δικτύου είναι το βασικό χαρακτηριστικό του πρωτοκόλλου. Τα πολυγωνικά δίκτυα δεν βασίζονται σε έναν μόνο σύνδεσμο, οπότε αν ένας σπάσει, οι συσκευές πηγαίνουν σε άλλο σημείο του πολυγώνου (πλέγμα) για να βρουν μια ανοιχτή διαδρομή. Λόγω αυτής της πτυχής του πρωτοκόλλου, το δίκτυο ZigBee είναι αξιόπιστο και προσαρμόσιμο. Η ZigBee Alliance, ένας μη κερδοσκοπικός οργανισμός με

περίπου 400 μέλη, είναι υπεύθυνη για τη διαχείριση του πρωτοκόλλου. Οι αισθητήρες και οι συναγερμοί εσωτερικών χώρων, καθώς και οι έλεγχοι θέρμανσης, εξαερισμού και κλιματισμού (HVAC), υλοποιούνται συχνά με τη χρήση συσκευών ZigBee. Η ασύρματη επικοινωνία είναι δυνατή εφόσον οι συσκευές χρησιμοποιούν συχνότητες 2,4 GHz για τη διέλευση μεγαλύτερων αποστάσεων (Anthi et al., 2019).

#### 4.7 Το πρωτόκολλο KNX

Η ιδέα ότι "θα πρέπει να είναι δυνατόν να συμπεριληφθεί οριστικότερα η αγορά των κλασικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων στην ταχεία ανάπτυξη της ηλεκτρονικής" ήταν η αρχική ώθηση για όλα. Βάσει αυτής της ιδέας, δεκαπέντε κατασκευαστές του κλάδου των ηλεκτρονικών ειδών ίδρυσαν στις 5 Μαΐου 1990 στις Βρυξέλλες την Ευρωπαϊκή Ένωση Εγκαταστάσεων Λεωφορείων (EIB Association). Στόχος της EIB ήταν η ανάπτυξη υλικού BUS για την κατασκευή "έξυπνων κτιρίων" και "έξυπνων σπιτιών". Το καλώδιο ελέγχου (συνεστραμμένο ζεύγος), που εξακολουθεί να αποτελεί το πιο κρίσιμο εργαλείο για το πρότυπο KNX, δημιουργήθηκε μεταξύ 1990 και 1992. Η πρώτη συσκευή που χρησιμοποιήθηκε από το ανοικτό σύστημα EIB ήταν ο πρώτος προσαρμογέας BUS (BCU - bus coupling unit), τον οποίο η Siemens κυκλοφόρησε στην αγορά το 1997 με την έγκριση της Ένωσης EIB. Η πρώτη έκδοση του ETS (λογισμικό για τη διαμόρφωση και τον προγραμματισμό των συσκευών EIB) κυκλοφόρησε επίσης εκείνη την εποχή. Μια νέα μορφή επικοινωνίας για τις συσκευές BUS αναπτύχθηκε το 1996 με την εισαγωγή της γραμμής ισχύος. Η γραμμή ισχύος χρησιμοποιείται για τη διανομή ενέργειας που έχει ήδη τοποθετηθεί σε κτίρια, καθώς παρέχει μια πλήρη επιλογή ελέγχων για φωτισμό, περσίδες και θέρμανση. Η European Home System Association και η BCI, δύο οργανώσεις που υποστήριζαν τα συστήματα Batibus και EHS αντίστοιχα, συγχωνεύτηκαν με την ETE το 1999. Το όνομα του νέου οργανισμού άλλαξε σε KNX Association - Konnex Association ως αποτέλεσμα της προηγούμενης συγχώνευσης. Στη συνέχεια, το 2003, η CENELEC (η Ευρωπαϊκή Επιτροπή Ηλεκτροτεχνικής Τυποποίησης) αποδέχθηκε το πρότυπο KNX ως Ευρωπαϊκό Πρότυπο για τα ηλεκτρονικά συστήματα κατοικιών και κτιρίων. Τέλος, το KNX έγινε δεκτό ως διεθνές πρότυπο ISO/IEC 14543-3-1 έως 7 το 2006 (Zeng & Roesner, 2019).

Το λογισμικό ETS, το οποίο είναι υπεύθυνο για τον προγραμματισμό των συσκευών αυτοματισμού KNX, παρέχεται από την KNX Association στο πλαίσιο της διαχείρισης του προτύπου. Σε περισσότερα από 38 έθνη εδρεύουν 396 εταιρείες-μέλη της KNX και η εταιρεία

διαθέτει περισσότερες από 7.000 πιστοποιημένες συσκευές αυτοματισμού κτιρίων. Το πρωτόκολλο αυτό χρησιμοποιείται για θέρμανση, εξαερισμό και κλιματισμό (HVAC), καθώς και για φωτισμό, ασφάλεια, έλεγχο ρολών/συσκευαστών, απομακρυσμένη πρόσβαση, διαχείριση ενέργειας και απεικόνιση σε οικιστικά και εμπορικά κτίρια. Το καλώδιο συνεστραμμένου ζεύγους (KNX TP), η γραμμή τροφοδοσίας (KNX PL), η ραδιοσυχνότητα (KNX RF) και το καλώδιο δικτύου (IP/Ethernet - KNXnet/IP) είναι τα κύρια μέσα σύνδεσης των διαφόρων συσκευών αυτοματισμού. Το πρωτόκολλο KNXnet/IP χρησιμοποιείται για τη μεταφορά δεδομένων (τηλεγραφήματα), επιτρέποντάς μας να στέλνουμε ή να δρομολογούμε πακέτα KNX επικαλυμμένα με πακέτα IP. Τέλος, το KNX συμμορφώνεται με τα ακόλουθα διεθνή πρότυπα: ISO/IEC 14543-3, ANSI/ASHRAE 135, CSA-ISO/IEC 14543-3, CENELEC EN 50090 και CEN EN 13321-1 και GB/T 20965. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω στην περίληψη, η σύνδεση και η επικοινωνία μεταξύ των διαφόρων συσκευών BUS πραγματοποιείται κυρίως μέσω ενός καλωδίου που διαχωρίζεται από την παροχή ρεύματος- η γραμμή αυτή είναι γνωστή ως καλώδιο ελέγχου και είναι ένα συνεστραμμένο καλώδιο ζεύγους. Είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθούν οι κατάλληλοι συζευκτήρες μέσων, εάν ο ολοκληρωτής θέλει να συνδέσει διάφορα μέσα (Hubert et al., 2019).

Το καλώδιο συνεστραμμένου ζεύγους είναι μια διαφορετική μέθοδος επικοινωνίας που χρησιμοποιείται συνήθως σε νέες εγκαταστάσεις που έχουν κατασκευαστεί από την αρχή για την υποστήριξη συσκευών διαύλου. Αυτό το μέσο δεν συνιστάται στην περίπτωση ανακαινίσεων, όταν στο κτίριο υπάρχουν μόνο συμβατικές συσκευές, καθώς πρέπει να τοποθετηθεί ξεχωριστή καλωδίωση σε όλο το κτίριο για τις συσκευές αυτοματισμού. Το καλώδιο συνεστραμμένου ζεύγους είναι η πιο αξιόπιστη μέθοδος μετάδοσης, παρά τις υψηλότερες τιμές και τα μειονεκτήματά του όσον αφορά την εγκατάσταση. Ένα ακόμη μέσο επικοινωνίας για τις συσκευές αυτοματισμού είναι το καλώδιο υψηλού ρεύματος που παρέχει 230 V (Powerline). Δεν υπάρχει πρόσθετο κόστος εγκατάστασης, επειδή το καλώδιο αυτό είναι ήδη τοποθετημένο στα κτίρια για την τροφοδοσία όλων των συσκευών που βρίσκονται εκεί. Όταν είναι αδύνατη η τοποθέτηση ενός πρόσθετου καλωδίου ελέγχου, συνιστάται συνήθως αυτή η μέθοδος. Οι ολοκληρωτές αυτοματισμού κτιρίων δεν χρησιμοποιούν συνήθως μέσο ραδιοσυχνότητας (RF), δεδομένου ότι υπάρχουν περισσότερες συσκευές διαύλου που είναι συμβατές με TP παρά με RF. Οι κατασκευαστές προσπαθούν να το αλλάξουν αυτό δαπανώντας περισσότερα σε ασύρματες τεχνολογίες, αλλά για τους integrators, η αρχιτεκτονική που χρησιμοποιεί καλώδια αποτελεί εδώ και καιρό μια αξιόπιστη και επαγγελματική λύση. Αυτό έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη ενός αυξανόμενου αριθμού

εργαλείων αυτοματισμού που υποστηρίζουν ασύρματη σύνδεση, προκειμένου να διευκολυνθεί η επέκταση του έργου. Η πιο δημοφιλής επιλογή για μεγάλες και περίπλοκες εγκαταστάσεις που απαιτούν μια γρήγορη ραχοκοκαλιά προκειμένου να στέλνουν και να λαμβάνουν σήματα ελέγχου πιο γρήγορα είναι η ασύρματη επικοινωνία μέσω Ethernet/WiFi (KNX IP). Η επικοινωνία με κινητές συσκευές είναι επίσης δυνατή με τη χρήση αυτού του μέσου (Hubert et al., 2019).

Οι πελάτες που αναζητούν καινοτόμες, πιστοποιημένες υπηρεσίες στον κλάδο του αυτοματισμού επιλέγουν συχνά την τεχνολογία KNX λόγω των διαφόρων πλεονεκτημάτων που συνδέονται με τη χρήση των προϊόντων και των υπηρεσιών της. Έχει γίνει αποδεκτή ως παγκόσμιο πρότυπο για τον οικιακό και κτιριακό αυτοματισμό, γεγονός που υπογραμμίζει την αναγνωρισμένη και επιτυχημένη πορεία της στον τομέα του αυτοματισμού. Έχει λάβει αυτή την έγκριση ως διεθνές, ευρωπαϊκό, αμερικανικό και κινεζικό πρότυπο. Τα πλεονεκτήματα που αναφέρονται παρακάτω είναι διαθέσιμα σε όποιον επιλέγει να χρησιμοποιήσει υπηρεσίες τεχνολογίας KNX:

1. Πολλοί διαπιστευμένοι συνεργάτες είναι άμεσα διαθέσιμοι σε ένα ευρύ φάσμα τομέων, όπως ο σχεδιασμός έργων, η εγκατάσταση εξοπλισμού, η συντήρηση κ.λπ.

2. Η χρήση εξαρτημάτων και υλικών υψηλής ποιότητας από πολυάριθμους κατασκευαστές, καθώς και εκτεταμένες δοκιμές για τη διασφάλιση της συμμόρφωσης με τα ισχύοντα πρότυπα για τα οικιακά και κτιριακά ηλεκτρονικά συστήματα

3. Τη διαθεσιμότητα ενός εργαλείου (Engineering Tool Software: ETS) που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για το σχεδιασμό, τη διαμόρφωση και τον προγραμματισμό όλων των πιστοποιημένων προϊόντων KNX.

4. Ευελιξία στον χώρο εγκατάστασης, καθώς μπορεί να προσαρμοστεί στις απαιτήσεις του πελάτη, από μικρά δωμάτια έως τεράστιες κατασκευές, αφήνοντας πάντα περιθώρια για μελλοντική εξέλιξη

5. Οι υπηρεσίες της εταιρείας εγγυώνται την ενίσχυση της ασφάλειας και του επιπέδου άνεσης τόσο του κτιρίου όσο και του πελάτη.

6. Τα ηλεκτρικά και μηχανολογικά συστήματα μπορούν να τροποποιηθούν με ασφάλεια και ευκολία με τις επιλογές διαμόρφωσης KNX E-Mode για τους μη εξειδικευμένους υπαλλήλους και KNX S-Mode για την εξειδικευμένη ομάδα που εκτελεί σύνθετες εγκαταστάσεις (Hubert et al., 2019).

7. Συμπεριλαμβάνονται όλες οι πιθανές λειτουργίες ελέγχου κατοικίας/κτιρίου, όπως έλεγχος φωτισμού και ρολών, έλεγχος ασφαλείας, παρακολούθηση, θέρμανση, εξαερισμός, κλιματισμός, έλεγχος νερού, μέτρηση, έλεγχος οικιακών συσκευών, έλεγχος ήχου κ.λπ. ενώ παράλληλα προωθείται η έξυπνη διαχείριση της ενέργειας του κτιρίου, η εξοικονόμηση ενέργειας και η προστασία του περιβάλλοντος.

8. Δυνατότητα σύνδεσης με τα δίκτυα άλλων συστημάτων αυτοματισμού κτιρίων, ενισχύοντας τις παρεχόμενες υπηρεσίες

Αφού συζητήσουμε γρήγορα τα οφέλη, ας δούμε διάφορα παραδείγματα που δείχνουν πώς η τεχνολογία KNX έχει νόημα.

1. Η χρήση ενός κουμπιού για τη λειτουργία των κύριων λειτουργιών ενός κτιρίου, όπου το πάτημά του όταν φεύγετε από το κτίριο θα χαμηλώσει τα φώτα, θα τραβήξει τις ηλεκτρικές περσίδες και θα ηχήσει ο συναγερμός (Hubert et al., 2019).

2. Η δυνατότητα ατομικού ελέγχου της θερμοκρασίας σε κάθε χώρο, λαμβάνοντας υπόψη την εξωτερική θερμοκρασία, την ώρα της ημέρας και τις προτιμήσεις του χρήστη για κάθε χώρο. Προκειμένου ο χρήστης να αισθάνεται άνετα στο περιβάλλον του, η θερμοκρασία προσαρμόζεται αυτόματα με μια συγκεκριμένη πτώση ή άνοδο της εξωτερικής θερμοκρασίας ή την ώρα που ο χώρος φωτίζεται. Με τις σωστές ρυθμίσεις, η λειτουργία αυτή μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας.

3. Είναι εφικτός ο σχεδιασμός και η εφαρμογή πολλών καταστάσεων φωτισμού σε χώρους με πολύ κόσμο, όπως θέατρα, αίθουσες πολλαπλών χρήσεων και άλλους χώρους, οι οποίες μπορούν να ρυθμίζονται ανάλογα με τη συχνότητα χρήσης του κάθε χώρου. Για παράδειγμα, τα φωτοκύτταρα χρησιμοποιούνται για να αποτρέψουν την άσκοπη χρήση ρεύματος σε χώρους όπου οι άνθρωποι έρχονται και φεύγουν ή κάθονται για μικρά χρονικά διαστήματα (Bianchi et al., 2019).

## Κεφάλαιο 5<sup>ο</sup>: Μελλοντικές Κατευθύνσεις και Συμπεράσματα

Στην αρχή της δημιουργίας οποιασδήποτε τεχνολογικής καινοτομίας, υπάρχει πάντα το εξής ζήτημα: Λόγω της χαμηλής ζήτησης στην αγορά και των σημαντικών επενδύσεων που απαιτούνται για την ανάπτυξη, το κόστος της νέας τεχνολογίας μπορεί να γίνει αρκετά υψηλό κατά την αρχική της εμφάνιση. Στην πραγματικότητα, μόνο ένας μικρός αριθμός ανθρώπων θα είναι σε θέση να αγοράσει το εμπόρευμα. Επιπλέον, εάν ένα νέο προϊόν εισέλθει στην αγορά, χρειάζεται αμέσως πολλές συμπληρωματικές υπηρεσίες και εφαρμογές που θα το συνοδεύουν, αλλιώς υπάρχει πιθανότητα να μην επιβιώσει. Οι χρήστες δεν θα αγοράσουν ένα έξυπνο οικιακό σύστημα που λειτουργεί μόνο με μια επιλεγμένη ομάδα αισθητήρων και συσκευών, και οι επιχειρήσεις δεν θα αναπτύξουν πρόσθετα και εφαρμογές για ένα μη αξιοποιημένο έξυπνο οικιακό σύστημα. Αυτό οδηγεί σε μια κατάσταση όπου δεν υπάρχουν εφαρμογές επειδή δεν υπάρχουν συμβατά προϊόντα και δεν υπάρχουν συμβατά αντικείμενα επειδή δεν υπάρχουν εφαρμογές. Λόγω της έλλειψης ευρείας κλίμακας εγκαταστάσεων έξυπνου σπιτιού πλήρους κλίμακας, αυτό αποτελεί ένα σημαντικό ερευνητικό ζήτημα (Bianchi et al., 2019).

Η έρευνα μεγάλης κλίμακας είναι τόσο δύσκολη, γεγονός που αυξάνει την αξία των μικρότερων, πιο εστιασμένων μεμονωμένων ερευνών που διεξάγονται για το θέμα. Για λόγους χρησιμότητας, σε αυτές τις έρευνες χρησιμοποιούνται συχνά προσομοιώσεις. Η μεταφορά της έρευνας από τα εργαστήρια σε πραγματικά περιβάλλοντα θα γίνει απλούστερη καθώς το έξυπνο σπίτι θα γίνεται ευρύτερα διαδεδομένο. Οι πιο πρόσφατες βελτιώσεις στην τυποποίηση υποδεικνύουν ότι θα είναι προσβάσιμα πολλαπλά πρότυπα για να επιλέξουμε ανάλογα με τα δεδομένα, τις συνθήκες και την κατάσταση με την οποία έχουμε να κάνουμε, αντί να επικρατεί ένα μόνο πρότυπο. Το έξυπνο σπίτι έχει επί του παρόντος να προσφέρει ένα ευρύ φάσμα χαρακτηριστικών και λειτουργιών. Αυτό που του λείπει, όμως, είναι μια συναρπαστική εφαρμογή που θα τραβήξει την προσοχή και θα προσελκύσει τους χρήστες. Για να το θέσουμε αλλιώς, απαιτεί περισσότερα. Στα εύπορα έθνη, ο μέσος πληθυσμός αυξάνεται και μαζί του αυξάνεται και το ποσοστό των ηλικιωμένων.

Οι καινοτομίες στον τομέα της υγείας και της κατ' οίκον φροντίδας φαίνονται αναγκαίες. Τα σπίτια που υποστηρίζουν τους ηλικιωμένους στην καθημερινή τους ζωή έχουν μεγάλη ζήτηση. Παρέχοντας τόσο αυτοματοποιημένη όσο και κατ' οίκον φροντίδα, το έξυπνο σπίτι μπορεί να ανταποκριθεί σε αυτή τη ζήτηση. Υπάρχει η ευκαιρία να συνεργαστούμε με τους πολλούς κοινωνικούς οργανισμούς που ήδη δαπανούν πολλά χρήματα για την ευημερία



των ηλικιωμένων. Ένα μέρος αυτών των κονδυλίων θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την εγκατάσταση τεχνολογίας έξυπνου σπιτιού, γεγονός που θα ωφελήσει τους κοινωνικούς φορείς, τους ηλικιωμένους και την ίδια την τεχνολογία. Οι σημερινές εφαρμογές έξυπνου σπιτιού δημιουργούνται κυρίως από επιχειρήσεις του κλάδου των ηλεκτρονικών, της υγειονομικής περίθαλψης και των τηλεπικοινωνιών, δηλαδή επιχειρήσεις που δεν συνεργάζονται συχνά με επιχειρήσεις του κατασκευαστικού κλάδου. Είναι γεγονός ότι ένας εκπληκτικά μεγάλος αριθμός επιχειρήσεων και οργανισμών έχει εκδηλώσει ενδιαφέρον για την ανάπτυξη και την κατασκευή έξυπνων σπιτιών. Οι κατασκευαστικές επιχειρήσεις υιοθετούν αναμφίβολα δοκιμασμένα μοντέλα παραγωγής κατά την εκτέλεση της εργασίας τους, δίνοντας έμφαση στην αποτελεσματικότητα, την οικονομική προσιτότητα και την καλύτερη δυνατή αξιοποίηση των εργατικών τους δυνάμεων. Έχουμε να κάνουμε με ομάδες συμφερόντων που συχνά συγκρούονται, αφού το έξυπνο σπίτι περιλαμβάνει επιχειρήσεις και άτομα από όλους τους τομείς της τεχνολογίας (και όχι μόνο). Βλέπουμε από την πράξη ότι η δημιουργία ενός έξυπνου σπιτιού προϋποθέτει σχεδιασμό, πειθαρχία και υποστήριξη από πολλούς διαφορετικούς τομείς (Bianchi et al., 2019).

Είναι προτιμότερο οι νέες τεχνολογικές δομές να εισάγονται στα σπίτια σταδιακά και όχι όλες μαζί. Χάρη σε αυτό οι χρήστες θα συνηθίσουν σταδιακά τα νέα χαρακτηριστικά και τις διεπαφές. Οι ανάγκες και οι επιθυμίες των χρηστών πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την ανάπτυξη του έξυπνου σπιτιού. Είναι πολύ καλύτερο να προβλεφθούν εκ των προτέρων οι δομές που θα απαιτηθούν, παρά να γίνονται συνεχείς αλλαγές μετά την εγκατάστασή τους. Αντί να δημιουργηθεί ένα γενικό πακέτο για μαζική κατανάλωση, ο στόχος είναι να δημιουργηθεί ένα έξυπνο σπίτι που να ανταποκρίνεται στις ανάγκες του συγκεκριμένου ατόμου. Σύμφωνα με τις προβλέψεις, στο μέλλον θα υπάρχει πιθανότητα ένα ευρύ φάσμα εναλλακτικών λύσεων που θα είναι διαθέσιμες στους χρήστες κατά την αγορά ενός σπιτιού. Κατά συνέπεια, προκειμένου να υποστηριχθεί ένα ευρύ φάσμα σεναρίων και καταστάσεων στην πραγματική ζωή, η τεχνολογία έξυπνου σπιτιού θα πρέπει επίσης να είναι ευέλικτη και προσαρμοστική.

Τα ζητήματα συμβατότητας και οι προκλήσεις που προκύπτουν από τους πιο περίπλοκους αυτοματισμούς αποτελούν τις μεγαλύτερες προκλήσεις για την ανάπτυξη των έξυπνων σπιτιών. Στην πραγματικότητα, καθίσταται δύσκολο να ληφθεί πλήρως υπόψη ο ανθρώπινος παράγοντας κατά την αφομοίωση της τεχνολογίας. Η προτεινόμενη λύση του προβλήματος μπορεί να αναλυθεί σε δύο μέρη: τα ζητήματα συμβατότητας μπορούν να επιλυθούν με την επιλογή της καλύτερης τεχνολογίας για κάθε εφαρμογή ξεχωριστά. Αν και

η συμβατότητα και η τυποποίηση συνδέονται στενά, ορισμένα προβλήματα δεν σχετίζονται με την τυποποίηση. Για παράδειγμα, οι κοινωνικές και ψυχολογικές δυσκολίες διαφέρουν σημαντικά μεταξύ των διαφόρων ομάδων χρηστών και δεν είναι τυποποιημένες. Επιπλέον, τα πρότυπα έχουν ενίοτε μικρή διάρκεια ζωής. Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι στον τεχνολογικό κόσμο, ένα πρότυπο αντικαθιστά ένα άλλο σύμφωνα με την τρέχουσα κατάσταση της τεχνολογικής προόδου. Δεν υπάρχουν πολλά πρότυπα που ισχύουν για μεγάλο χρονικό διάστημα. Τα πρότυπα συνήθως ανανεώνονται και αντικαθίστανται σε τακτά χρονικά διαστήματα και είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι τα νέα πρότυπα δεν υποστηρίζουν πάντα τα παλιά. Ως εκ τούτου, μπορούμε να δηλώσουμε ότι το έξυπνο σπίτι και γενικά η τεχνολογία έξυπνου σπιτιού θα έπρεπε να είναι σε θέση να δέχεται τη νέα τεχνολογία καθώς αυτή καθίσταται διαθέσιμη. Επομένως, η έλλειψη επίσημων προτύπων στον κλάδο έχει ένα πλεονέκτημα, διότι αυξάνει την ευελιξία και την προσαρμοστικότητα του έξυπνου σπιτιού ως τεχνολογικού προϊόντος (Bianchi et al., 2019).

Ο μόνος τρόπος για την επιτυχή αντιμετώπιση των προβλημάτων με το σύστημα οικιακού αυτοματισμού είναι η πρόβλεψη και η αποτροπή τους κατά τη φάση του σχεδιασμού. Αποφύγετε τα υπερβολικά μοτίβα και τις περίπλοκες διατάξεις κουμπιών. Θα πρέπει επίσης να λαμβάνεται υπόψη η ονοματολογία. Ο αυτοματισμός που είναι συγκεντρωμένος σε μια περιοχή μπορεί να βοηθήσει στην καθιέρωση επαναλαμβανόμενων μοτίβων και προτύπων, απλοποιώντας τη συντήρηση. Ο έλεγχος μιας συσκευής μέσω της αυτοματοποίησης μιας άλλης μπορεί να έχει το ίδιο θετικό ή αρνητικό αποτέλεσμα, ανάλογα με το σχεδιασμό, επομένως αυτή ακριβώς η έμφαση μπορεί να είναι εξαιρετικά αντιπαραγωγική. Μπορούμε να επιτύχουμε ευελιξία και διαλειτουργικότητα, εάν ο σχεδιασμός είναι κατάλληλος. Εάν ο σχεδιασμός είναι υποβαθμισμένος, το ζήτημα θα εξακολουθεί να υφίσταται. Στο ιδανικό σενάριο, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα επιλογής μεταξύ πολλών συστημάτων αυτοματισμού. Του δίνεται η ευκαιρία να επιλέξει το σύστημα που ταιριάζει καλύτερα στην κατάσταση με αυτόν τον τρόπο. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι το κινητό τηλέφωνο αρχίζει να καθιερώνεται ως σύστημα οικιακού ελέγχου. Καθώς τα κινητά τηλέφωνα συνεχίζουν να προσφέρουν περισσότερες δυνατότητες και επιλογές συνδεσιμότητας, δεν είναι παράλογο να προβλέψουμε ότι σύντομα θα ξεπεράσουν τις άλλες μεθόδους επικοινωνίας ως ο πιο συνηθισμένος τρόπος αλληλεπίδρασης των χρηστών με τα έξυπνα σπίτια. Εν κατακλείδι, τα ακόλουθα κριτήρια για τις τεχνολογίες έξυπνων σπιτιών θα πρέπει να πληρούνται αν θέλουμε να μεγιστοποιήσουμε την ικανοποίηση των χρηστών:

- Θα πρέπει να προσφέρουν αρκετά πλεονεκτήματα.
- Θα πρέπει να είναι προσαρμόσιμη και ευέλικτη, επιτρέποντας πιθανή ανάπτυξη και μεταβολή στο μέλλον.
- Θα πρέπει να είναι απλή στην εγκατάσταση και τη συντήρηση.
- Θα πρέπει να χρησιμοποιεί τις σωστές λύσεις αυτοματισμού για τη βελτίωση της χρηστικότητας και των μεθόδων ελέγχου.
- Θα πρέπει να δίνει στον χρήστη τη δυνατότητα να είναι υπεύθυνος και να λαμβάνει σημαντικές αποφάσεις για το σύστημα.

Ένα από τα σημαντικότερα τεχνικά ζητήματα των ημερών μας είναι το έξυπνο σπίτι και η έρευνα σχετικά με αυτό καλύπτει ένα ευρύ φάσμα τεχνολογικών και επιστημονικών κλάδων, όπως η τεχνητή νοημοσύνη, ο πανταχού παρών προγραμματισμός, η κοινωνιολογική έρευνα και άλλοι. Όταν επιχειρεί κανείς να εξετάσει σε βάθος το θέμα του έξυπνου σπιτιού, ανακαλύπτει ότι πολυάριθμα προβλήματα και αυξανόμενη πολυπλοκότητα εμφανίζονται σε κάθε στάδιο της ανάπτυξής του, από τον σχεδιασμό έως την εφαρμογή. Είναι σχεδόν δύσκολο να συζητήσει κανείς κάθε θέμα που αφορά το έξυπνο σπίτι, ιδίως σε μια διατριβή.

## Βιβλιογραφία

Ahamed S I, Talukder N, Kameas A D (2007) Towards Privacy Protection in Pervasive Healthcare. Paper presented at the 3rd International Conference on Intelligent Environments, Ulm, Germany, September 2007

Anthi, E., Williams, L., Słowińska, M., Theodorakopoulos, G., & Burnap, P. (2019). A supervised intrusion detection system for smart home IoT devices. *IEEE Internet of Things Journal*, 6(5), 9042-9053.

Bansal, S., & Kumar, D. (2020). IoT ecosystem: A survey on devices, gateways, operating systems, middleware and communication. *International Journal of Wireless Information Networks*, 27, 340-364.

Bianchi, V., Bassoli, M., Lombardo, G., Fornacciari, P., Mordonini, M., & De Munari, I. (2019). IoT wearable sensor and deep learning: An integrated approach for personalized human activity recognition in a smart home environment. *IEEE Internet of Things Journal*, 6(5), 8553-8562.

Boodi, A., Beddiar, K., Benamour, M., Amirat, Y., & Benbouzid, M. (2018). Intelligent systems for building energy and occupant comfort optimization: A state of the art review and recommendations. *Energies*, 11(10), 2604.

Deng M, Petkovic M, Nalin M, Baroni I (2011) A Home Healthcare System in the Cloud--Addressing Security and Privacy Challenges. Paper presented at the 4th International Conference on Cloud Computing, IEEE, USA, July 2011

Dong, B., Prakash, V., Feng, F., & O'Neill, Z. (2019). A review of smart building sensing system for better indoor environment control. *Energy and Buildings*, 199, 29-46.

Dounis, A. I., & Caraiscos, C. (2009). Advanced control systems engineering for energy and comfort management in a building environment—A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13(6-7), 1246-1261.

Dritsas, S., Gritzalis, D., Lambrinouidakis, C. (2006) Protecting privacy and anonymity in pervasive computing trends and perspectives. *Telematics and Informatics Journal*, Special Issue on Privacy and Anonymity in the Global Village 23(3):196-210

Fang S J Y, Zhu X (2010) Privacy and emergency response in e-healthcare leveraging wireless body sensor networks. *Wireless Communications, IEEE*

Gholamzadehmir, M., Del Pero, C., Buffa, S., & Fedrizzi, R. (2020). Adaptive-predictive control strategy for HVAC systems in smart buildings—A review. *Sustainable Cities and Society, 63*, 102480.

Hubert, M., Blut, M., Brock, C., Zhang, R. W., Koch, V., & Riedl, R. (2019). The influence of acceptance and adoption drivers on smart home usage. *European journal of marketing, 53*(6), 1073-1098.

Kainulainen, L. (2007), Making Existing Homes Smart. M. Sc. Thesis. University of Tampere - Department of Computer Sciences, Computer Science, Tampere. Pilich, B. (2004), Engineering Smart Houses. M. Sc. Thesis. Technical University of Denmark - Department of Informatics and Mathematical Modelling, Lyngby.

Marikyan, D., Papagiannidis, S., & Alamanos, E. (2019). A systematic review of the smart home literature: A user perspective. *Technological Forecasting and Social Change, 138*, 139-154.

Merabet, G. H., Essaaidi, M., Haddou, M. B., Qolomany, B., Qadir, J., Anan, M., ... & Benhaddou, D. (2021). Intelligent building control systems for thermal comfort and energy-efficiency: A systematic review of artificial intelligence-assisted techniques. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 144*, 110969.

Misra, G., Kumar, V., Agarwal, A., & Agarwal, K. (2016). Internet of things (iot)—a technological analysis and survey on vision, concepts, challenges, innovation directions, technologies, and applications (an upcoming or future generation computer communication system technology). *American Journal of Electrical and Electronic Engineering, 4*(1), 23-32.

Mofidi, F., & Akbari, H. (2020). Intelligent buildings: An overview. *Energy and Buildings, 223*, 110192.

Mouha, R. A. (2021). Internet of Things (IoT). *Journal of Data Analysis and Information Processing, 9*(2), 77-101.

Rui Z, Liu L (2010) Security models and requirements for healthcare application clouds. Paper presented at the 33rd International Conference on Cloud Computing, USA, July 2010

Shaikh, P. H., Nor, N. B. M., Nallagownden, P., Elamvazuthi, I., & Ibrahim, T. (2014). A review on optimized control systems for building energy and comfort management of smart sustainable buildings. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 34, 409-429.

Smys, S. (2020). A survey on internet of things (IoT) based smart systems. *Journal of ISMAC*, 2(04), 181-189.

Sovacool, B. K., & Del Rio, D. D. F. (2020). Smart home technologies in Europe: A critical review of concepts, benefits, risks and policies. *Renewable and sustainable energy reviews*, 120, 109663.

Van Thillo, L., Verbeke, S., & Audenaert, A. (2022). The potential of building automation and control systems to lower the energy demand in residential buildings: A review of their performance and influencing parameters. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 158, 112099.

Yu, L., Xie, W., Xie, D., Zou, Y., Zhang, D., Sun, Z., ... & Jiang, T. (2019). Deep reinforcement learning for smart home energy management. *IEEE Internet of Things Journal*, 7(4), 2751-2762.

Zeng, E., & Roesner, F. (2019, August). Understanding and Improving Security and Privacy in Multi-User Smart Homes: A Design Exploration and In-Home User Study. In *USENIX Security Symposium* (pp. 159-176).