



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**

**ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΑ  
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ**

**ΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟ ΜΑΘΗΜΑ “ΔΙΚΤΥΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ”**

**ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ Α. ΟΙΚΟΝΟΜΙΔΗΣ**

**ΤΙΤΛΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ: «ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΕΞΥΠΝΩΝ  
ΠΟΛΕΩΝ»**

**“REAL CASES OF SMART CITIES”**

**ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ: ΒΡΥΖΑΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ (MIS19015)**

**ΚΟΥΜΙΔΗΣ ΦΩΤΙΟΣ (MIS19017)**

## Περίληψη

Αντικείμενο αυτής της εργασίας είναι η παρουσίαση της έννοιας της «έξυπνης πόλης» και των τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται από αυτές ώστε να μπορέσουν να προσφέρουν τις υπηρεσίες του.

Αρχικά γίνεται συζήτηση σχετικά με τον ορισμό της «έξυπνης πόλης» και των βασικών της χαρακτηριστικών, μέσω βιβλιογραφικών αναφορών. Στη συνέχεια γίνεται αναφορά στην αρχιτεκτονική των «έξυπνων πόλεων» και τις τεχνολογίες οι οποίες χρησιμοποιούνται (Internet of Things, Information and Communication Technology, Wireless Sensor Network)

Τέλος θα δούμε και θα αναλύσουμε κάποια συγκεκριμένα παραδείγματα «έξυπνων πόλεων» θεωρητικά αλλά και μέσω της παρουσίασης της τεχνολογικής υποδομής την οποία χρησιμοποιούν.

*Λέξεις κλειδιά:* έξυπνη πόλη, Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνίας, Διαδίκτυο των πραγμάτων, ασύρματο δίκτυο αισθητήρων, υποδομή, υπηρεσίες

## Abstract

The subject of this work is to present the concept of the "smart city" and the technologies used by them to enable them to offer its services.

Initially, there is a debate on the definition of "smart city" and its key features through bibliographic references. Then reference is made to the architecture of "smart cities" and technologies used (Internet of Things, Information and Communication Technology, Wireless Sensor Network)

Finally, we will look at and analyze some concrete examples of "smart cities" theoretically but also through the presentation of the technological infrastructure they use.

**Key words:** smart city, Information and Communication Technologies, Internet of Things, Wireless Sensor Network, Infrastructure, Services

## Περιεχόμενα

1.	Εισαγωγή.....	4
2.	Ορισμός της «έξυπνης πόλης».....	4
3.	Βασικά χαρακτηριστικά.....	6
4.	Τεχνολογία των «έξυπνων πόλεων».....	8
	4.1 Αρχιτεκτονική των «έξυπνων πόλεων».....	8
	4.2 Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT) στις «έξυπνες πόλεις».....	9
5.	Παραδείγματα «έξυπνων πόλεων».....	10
	5.1 Τρίκαλα.....	10
	5.2 Σανταντέρ.....	12
	5.3 Κοπεγχάγη.....	14
	5.4 Βαρκελώνη.....	16
6.	Συμπεράσματα.....	17
7.	Βιβλιογραφία.....	18

## 1.Εισαγωγή

Στην σημερινή κοινωνία του 21<sup>ου</sup> αιώνα το μεγαλύτερο μέρος του παγκόσμιου πληθυσμού ζει σε μεγάλα αστικά κέντρα. Το γεγονός αυτό προέκυψε από την ανάγκη των ανθρώπων να έχουν πρόσβαση σε μια σειρά από αγαθά και υπηρεσίες ,μεγαλύτερες πιθανότητες εύρεσης εργασίας και τελικά καλύτερη ποιότητα ζωής.

Χρειάζεται να λάβουμε υπόψη ότι το 1950, μόνο το 30% του παγκόσμιου πληθυσμού ζούσε σε αστικές περιοχές. Ωστόσο, σήμερα η πλειοψηφία είναι αστική και προβλέπεται ότι περίπου τα δύο τρίτα του παγκόσμιου πληθυσμού θα ζουν σε αστικές περιοχές έως το 2050. (Das Gupta κ.α., 2014)

Επομένως η ίδια η πραγματικότητα μας έφερε μπροστά στην ανάγκη βελτίωσης της λειτουργικότητας των πόλεων ώστε να ικανοποιούνται οι ανάγκες του πληθυσμού.

Η μετατροπή των πόλεων σε «έξυπνες πόλεις» είναι μια κατεύθυνση που έχουν τα μεγάλα αστικά κέντρα.

Η έννοια της «έξυπνης πόλης» δεν είναι καινούρια. Τις δυο τελευταίες δεκαετίες, η υλοποίηση της ιδέας της «έξυπνης πόλης» αποτελεί πρόκληση για την ανάπτυξη των σύγχρονων αστικών κέντρων. Οι ρίζες της έννοιας της «έξυπνης πόλης» ορίζονται στα τέλη της δεκαετίας του 1990, με το κίνημα της «Έξυπνης Ανάπτυξης», το οποίο υποστήριξε νέες πολιτικές για την πολεοδομία. Η έννοια όμως έχει υιοθετηθεί από το 2005 από μια σειρά εταιρειών τεχνολογίας, για την εφαρμογή πολύπλοκων συστημάτων πληροφοριών ώστε να ενσωματώσει τη λειτουργία των αστικών υποδομών και υπηρεσιών όπως τα κτίρια, τις μεταφορές, τα δίκτυα ύδρευσης και ηλεκτρισμού, καθώς και τη δημόσια ασφάλεια. Πλέον συνδέεται σχεδόν με κάθε μορφή καινοτομίας που βασίζεται στην τεχνολογία, στο σχεδιασμό, την ανάπτυξη και τη λειτουργία των πόλεων. (Harrison & Donnelly, 2011)

## 2.Ορισμός της «έξυπνης πόλης»

Ο όρος «έξυπνη πόλη» δεν έχει ένα σαφή ορισμό ,όμως γενικότερα μπορούμε να πούμε ότι αφορά τη σύνδεση κεφαλαίου – υποδομών – ανθρώπινου δυναμικού με Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνίας (ΤΠΕ) ,με το ίντερνετ των πραγμάτων(IoT) κλπ, με σκοπό την αναβάθμιση του βιοτικού επιπέδου, την βελτίωση των συνθηκών ζωής ,την διευκόλυνση των ανθρώπων στις πόλεις κλπ. Αξίζει να αναφέρουμε ότι δίνεται προσοχή στον τομέα του περιβάλλοντος και στην προσπάθεια για μείωση των ενεργειακών αναγκών μιας πόλης.



Εικόνα 1: Παράγοντες μίας έξυπνης πόλης. ([http://newcities.info/?page\\_id=41](http://newcities.info/?page_id=41))

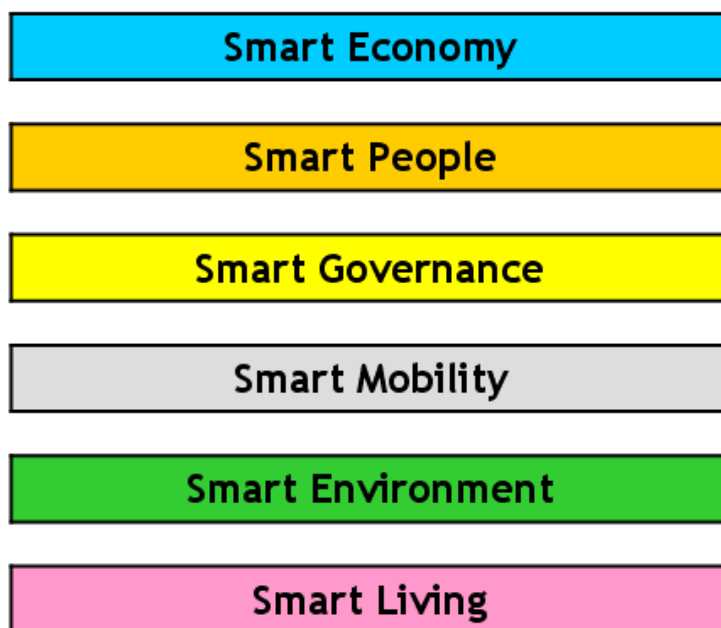
Μερικοί από τους ορισμούς που έχουν δοθεί στην «έξυπνη πόλη» αναφέρονται παρακάτω:

- Οι *Nam και Pardo το 2011* μας λένε ότι για να αναβαθμίσει τις ευκολίες, την διευκόλυνση της κινητικότητας, την αύξηση της αποδοτικότητας, την εξοικονόμηση ενέργειας, να βελτιώσει την ποιότητα του αέρα και του νερού, να εντοπίσει τα προβλήματα και να τα διορθώσει γρήγορα, να ανακάμψει γρήγορα από καταστροφές, να συλλέξει δεδομένα για να βελτιώσει τις αποφάσεις, μια «έξυπνη πόλη» προσπαθεί να εισάγει πληροφορίες στη φυσική υποδομή της. (Albino, Berardi & Dangelico, 2015)
- *Ένα χρόνο αργότερα (2012) ο Lombardi* αναφέρει ότι η έννοια της «έξυπνης πόλης» αφορά την εφαρμογή των Τεχνολογιών Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) με τις επιδράσεις τους στο ανθρώπινο κεφάλαιο / εκπαίδευση, το κοινωνικό κεφάλαιο, και τα περιβαλλοντικά ζητήματα. (Albino, Berardi & Dangelico, 2015)
- Στην συνέχεια *το 2014 οι Marsal-Llacuna* αναφέρουν ότι οι «έξυπνες πόλεις» προσπαθούν να βελτιώσουν τις αστικές επιδόσεις χρησιμοποιώντας δεδομένα, τις τεχνολογίες πληροφόρησης και πληροφορικής (IT) για την παροχή αποτελεσματικότερων υπηρεσιών στους πολίτες, παρακολούθηση και βελτιστοποίηση της υφιστάμενης υποδομής να αυξήσει τη συνεργασία μεταξύ διαφόρων οικονομικών παραγόντων και να ενθαρρύνει καινοτόμα επιχειρηματικά μοντέλα τόσο στον ιδιωτικό όσο και στον δημόσιο τομέα. (Albino, Berardi & Dangelico, 2015)
- Τέλος ένας πιο πρόσφατος ορισμός δόθηκε από τον *Gharaibeh κ.α.* στην εργασία *Smart Cities: A Survey on Data Management, Security, and Enabling Technologies*, (2017) “Μια «έξυπνη πόλη» χρησιμοποιεί έναν συνδυασμό συλλογής δεδομένων, επεξεργασίας και διάδοσης τεχνολογιών σε συνδυασμό με τις τεχνολογίες δικτύωσης και πληροφορικής και την ασφάλεια των δεδομένων και μέτρα ιδιωτικότητας που ενθαρρύνουν την καινοτομία των

εφαρμογών να προωθήσει τη συνολική ποιότητα ζωής των πολιτών της και να καλύψει τις διαστάσεις που περιλαμβάνουν: υπηρεσίες κοινής ωφέλειας, υγεία, μεταφορές, ψυχαγωγίας και κυβερνητικών υπηρεσιών’.

### 3.ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Για την ακριβέστερη και ευρύτερη κατανόηση των έξυπνων πόλεων είναι αναγκαίο να μελετηθούν τα βασικά στοιχεία που τις χαρακτηρίζουν. Πέρα από το κύριο χαρακτηριστικό που είναι η λειτουργία βασικών υπηρεσιών της πόλης με τεχνολογικά μέσα (Internet Of Things), υπάρχουν άλλα κύρια χαρακτηριστικά που πρέπει να διέπουν μια πόλη για να μπορεί να χαρακτηριστεί «έξυπνη» (Ghosh & Mahesh, 2015). Σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα European Smart City Project (2015) μία έξυπνη πόλη βασίζεται σε ένα μοντέλο έξι χαρακτηριστικών τα οποία απεικονίζονται στην Εικόνα 2 και αναλύονται παρακάτω.



Εικόνα 2: Βασικό μοντέλο έξυπνης πόλης ([http://www.smart-cities.eu/download/smart\\_cities\\_final\\_report.pdf](http://www.smart-cities.eu/download/smart_cities_final_report.pdf))

#### Έξυπνη Οικονομία:

Η οικονομία μια έξυπνης πόλης θα πρέπει να συμβαδίζει με την τεχνολογική εξέλιξη έτσι ώστε να στηρίζει τις καινοτόμες λύσεις που της προσφέρει η τεχνολογία. Θα πρέπει να έχει παραγωγικότητα, νέες θέσεις εργασίας και να μπορεί να προσαρμόζεται στις αλλαγές που προκύπτουν (Ghosh & Mahesh, 2015).

### **Έξυπνοι Άνθρωποι:**

Κάθε πόλη για να θεωρηθεί “έξυπνη” πρέπει να αποτελείται και από “έξυπνους ανθρώπους”. Όταν μιλάμε για “έξυπνους ανθρώπους” δεν αναφερόμαστε μόνο στο επίπεδο εκπαίδευσής τους και στα προσόντα τους αλλά στην γενική συμμετοχή τους στις δραστηριότητες της πόλης. Θα πρέπει να αναπτύσσονται πρωτοβουλίες δια βίου μάθησης και όλοι οι πολίτες να έχουν πρόσβαση στην εκπαίδευση και την κατάρτισή τους ως στόχο τη συμμετοχή τους στις δράσεις και στα δρώμενα της πόλης. Επίσης θα γίνονται πιο δημιουργικοί και θα είναι ανοιχτοί σε νέες καινοτόμες ιδέες. (Ghosh & Mahesh, 2015)

### **Έξυπνη Διακυβέρνηση:**

Ο όρος έξυπνη διακυβέρνηση έχει να κάνει με την εξέλιξη των δημόσιων υπηρεσιών με τη χρήση της πληροφορικής τεχνολογίας. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η ηλεκτρονική διακυβέρνηση όπου θα υπάρχει διαφάνεια στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων. (Ben Letaifa, 2015)

### **Έξυπνη Κινητικότητα:**

Γενικά όταν αναφερόμαστε στην κινητικότητα εννοούμε την βελτίωση της κυκλοφορίας. Σε μία έξυπνη πόλη η κινητικότητα δεν αφορά μόνο την κυκλοφορία. Εδώ πλέον αναφερόμαστε κυρίως στην τεχνολογία της πληροφορίας και επικοινωνίας (ΤΠΕ) η οποία θα πρέπει να εγκατασταθεί στα μέσα μεταφοράς. Με αυτό τον τρόπο θα επιτύχουμε την μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης, την εξοικονόμηση χρόνου και χρημάτων και θα μειωθεί η ρύπανση του περιβάλλοντος. (Aleta & Alonso & Ruiz, 2017)

### **Έξυπνο Περιβάλλον:**

Το έξυπνο περιβάλλον χαρακτηρίζεται από την ενεργειακή αναβάθμιση των υποδομών. Επίσης θα πρέπει να υπάρχουν στην πόλη οικολογικά κτίρια, συστήματα ελέγχου και διαχείρισης της ρύπανσης και ανακύκλωση υλικών. Ένας ακόμη σημαντικός παράγοντας είναι η διαχείριση των αποβλήτων και τα συστήματα αποστράγγισης στο οδικό δίκτυο. Αξίζει να σημειωθεί ότι η έξυπνη κινητικότητα συνδέεται με το έξυπνο περιβάλλον διότι με τον εκσυγχρονισμό των μέσων μαζικής μεταφοράς (ΜΜΕ) οι πολίτες μειώνουν τις μετακινήσεις τους με τα προσωπικά τους οχήματα και με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται μείωση την ρύπανσης. (Aleta & Alonso & Ruiz, 2017)

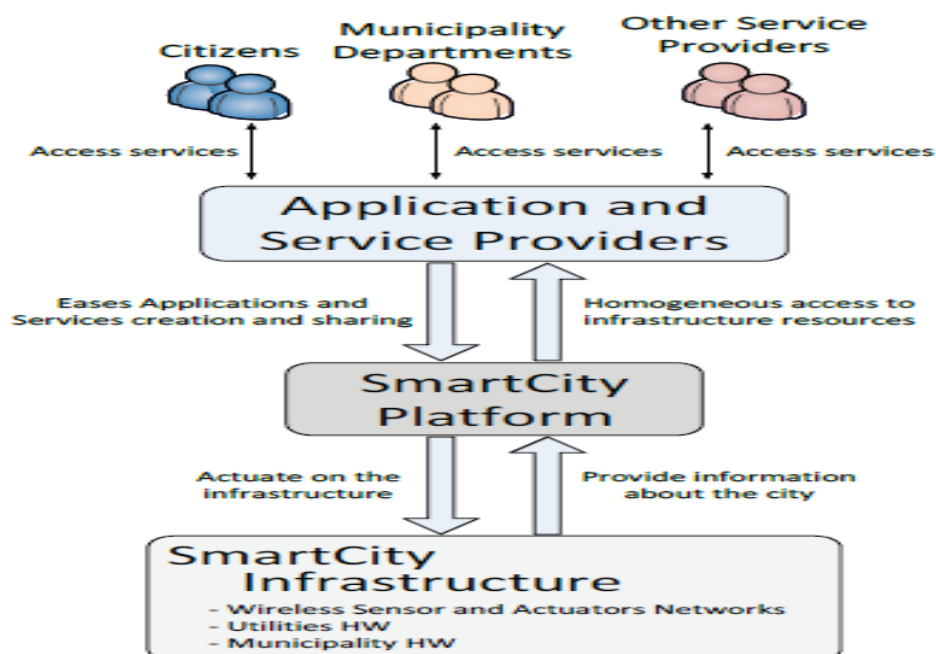
## Έξυπνη Διαβίωση:

Η έξυπνη διαβίωση έχει να κάνει με τις ανέσεις που παρέχει η πόλη στους κατοίκους της όσον αφορά την παροχή σε εκπαιδευτικές και πολιτιστικές εγκαταστάσεις και στην αποτελεσματική παροχή υγείας. Επίσης η έξυπνη διαβίωση έχει να κάνει με την ασφάλεια των κατοίκων λόγω του IOT και με την τουριστική και πολιτιστική ανάπτυξη της πόλης. (Ghosh & Mahesh, 2015)

## 4.ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΕΞΥΠΝΩΝ ΠΟΛΕΩΝ

### 4.1 Αρχιτεκτονική των «έξυπνων πόλεων»

Η τεχνολογική αρχιτεκτονική των έξυπνων πόλεων συνδέεται κυρίως με τρεις βασικές τεχνολογίες που είναι η τεχνολογία πληροφοριών και επικοινωνίας (Information and Communication Technology ICT), το διαδίκτυο των πραγμάτων (Internet of Things IoT) και τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων (Wireless Sensor Network WSN). Αυτή η αρχιτεκτονική μπορεί να έχει κάποιες διαφορές από πόλη σε πόλη αλλά κατά κύριο λόγο η πλειοψηφία τους ακολουθεί την ίδια. Υπάρχουν τρία επίπεδα στην αρχιτεκτονική των έξυπνων πόλεων που είναι: οι αισθητήρες, το δίκτυο και οι εφαρμογές. Οι αισθητήρες συλλέγουν τα απαραίτητα δεδομένα και με τη χρήση του δικτύου αποστέλλονται σε μια κεντρική μονάδα όπου επεξεργάζονται και λαμβάνονται οι αποφάσεις σχετικά με τις εφαρμογές. (<https://hrcak.srce.hr/193626>)



Εικόνα 3 Η αρχιτεκτονική των έξυπνων πόλεων (<https://hrcak.srce.hr/193626>).



## ***4.2 Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT) στις «έξυπνες πόλεις»***

Σύμφωνα με την Gartner αναμένεται μέχρι το 2050 το 70% του παγκόσμιου πληθυσμού να ζήσει στις πόλεις. Υπάρχει μεγάλη αύξηση του πληθυσμού στις πόλεις με αποτέλεσμα να μην υπάρχουν οι κατάλληλες υποδομές και να δημιουργούνται καινούρια προβλήματα. Για να ικανοποιηθεί αυτή η αύξηση του πληθυσμού, οι δήμοι σε όλες τις πόλεις στρέφονται στην καινοτομία του διαδικτύου των πραγμάτων για να βελτιώσουν τις υπηρεσίες τους και να μειώσουν το κόστος. (“IoT Applications for Smart Cities”, χ.η.)

Κάποιες από τις καινοτόμες λύσεις που έχουν αναπτυχθεί αφορούν τους παρακάτω τομείς:

### *Κυκλοφοριακή Συμφόρηση*

Με την αύξηση του πληθυσμού στις πόλεις επιδεινώνεται η κυκλοφοριακή συμφόρηση στους δρόμους. Το διαδίκτυο των πραγμάτων είναι σε θέση να βελτιώσει αυτόν τον τομέα με στόχο την διευκόλυνση των πολιτών. Για παράδειγμα θα υπάρχει η δυνατότητα να συλλέγονται πληροφορίες για την κατάσταση της κυκλοφοριακής συμφόρησης μέσω αισθητήρων οδοστρώματος και κάμερες παρακολούθησης έτσι ώστε να ενημερώνονται οι οδηγοί και να ακολουθούν μια άλλη διαδρομή με μικρότερη συμφόρηση. (“IoT Applications for Smart Cities”, χ.η.)

### *Ενεργειακά αποδοτικά κτίρια*

Η τεχνολογία του IoT διευκολύνει τα κτίρια παλαιού τύπου να εξοικονομούν ενέργεια. Τα συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας των έξυπνων κτιρίων χρησιμοποιούν αισθητήρες για την σύνδεση διαφορετικών συστημάτων θέρμανσης, ψύξης, πυρασφάλειας, φωτισμού με μία κεντρική εφαρμογή διαχείρισης. Η εφαρμογή αυτή εμφανίζει τις περιοχές με τη μεγαλύτερη χρήση ενέργειας και τις διακυμάνσεις που παρατηρούνται. (“IoT Applications for Smart Cities”, χ.η.)

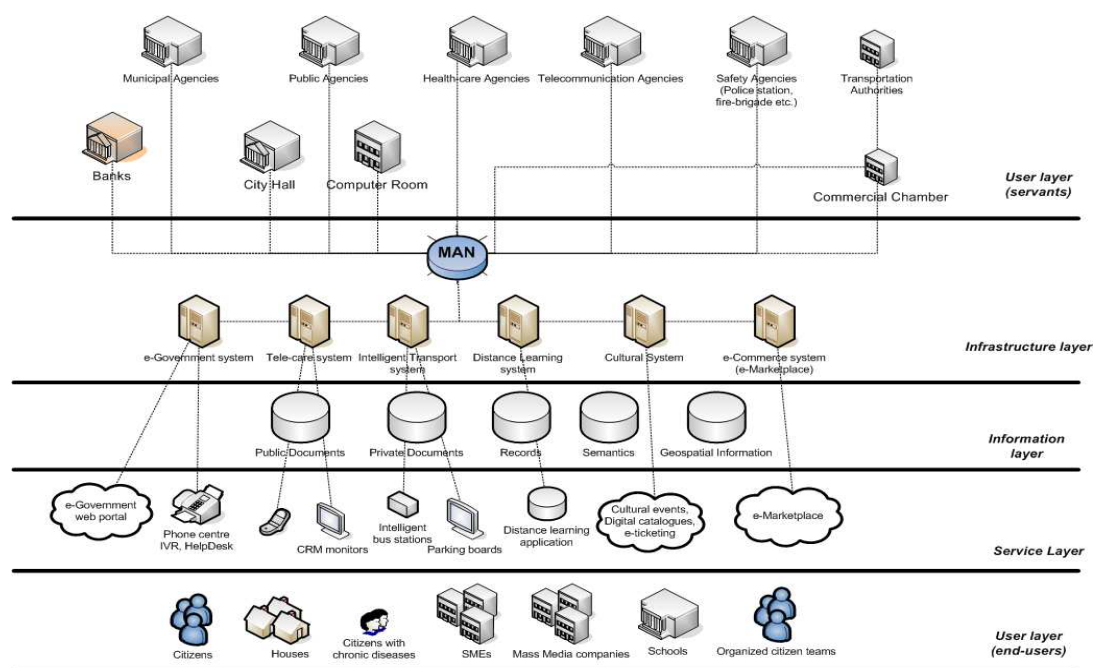
### *Δημόσια ασφάλεια*

Η χρήση του IoT παίζει σημαντικό ρόλο στην βελτίωση της δημόσιας ασφάλειας. Με την παρακολούθηση της πόλης σε πραγματικό χρόνο χρησιμοποιώντας μικρόφωνα, κάμερες και αισθητήρες που είναι στρατηγικά τοποθετημένα σε όλη την πόλη, η αστυνομία θα μπορεί ανά πάσα στιγμή να εντοπίσει το σημείο που γίνεται κάποιο έγκλημα και να προχωρήσει σε σύλληψη των δραστών. (“Internet of Things Solutions for Public Safety”, χ.η.)

## 5.ΕΞΥΠΙΝΕΣ ΠΟΛΕΙΣ

### 5.1 Τρίκαλα

Η πόλη των Τρικάλων έχει διακριθεί ως η πρώτη έξυπνη πόλη της Ελλάδας το 2004 με την ενσωμάτωση της τεχνολογίας πληροφοριών και επικοινωνίας στις βασικές λειτουργίες της με σκοπό την οικονομική ανάπτυξή της και την διευκόλυνση των πολιτών στις καθημερινές τους ανάγκες (Πάιατ, 2017). Η αρχιτεκτονική της έξυπνης πόλης των Τρικάλων είναι βασισμένη σε 4 επίπεδα όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 4: Τα 4 επίπεδα αρχιτεκτονικής της έξυπνης πόλης των Τρικάλων

([https://www.researchgate.net/figure/The-multi-tier-architecture-of-the-Digital-City-of-Trikala-e-Trikala-The-upper-and\\_fig3\\_230851451](https://www.researchgate.net/figure/The-multi-tier-architecture-of-the-Digital-City-of-Trikala-e-Trikala-The-upper-and_fig3_230851451))

Στην πόλη των Τρικάλων έχει εγκατασταθεί μια πλατφόρμα η οποία ονομάζεται Cisco Smart+Connected Digital Platform – CDP. Ουσιαστικά είναι ένα ολοκληρωμένο πληροφοριακό σύστημα που αξιοποιεί τις εφαρμογές του IoT

Κάποιες από τις εφαρμογές που έχουν αναπτυχθεί είναι οι παρακάτω:

#### ❖ Ε – Διάλογος.

Το e – διάλογος είναι μια ηλεκτρονική σελίδα ανοιχτού διαλόγου όπου οι πολίτες του Δήμου Τρικκαίων έχουν τη δυνατότητα να συμμετάσχουν στη διαδικασία λήψης αποφάσεων του δήμου τους με τη χρήση νέων τεχνολογιών. (Γκέκας, 2015)

#### ❖ **Τηλεπρόνοια.**

Ο δήμος Τρικκαίων δημιούργησε ένα ολοκληρωμένο σύστημα τηλεπρόνοιας βασισμένο σε υποδομές τηλεματικής με σκοπό την εξυπηρέτηση των κοινωνικά ευπαθών ομάδων. (ηλικιωμένοι, άτομα με χρόνιες παθήσεις, ΑΜΕΑ, κλπ). (Γκέκας, 2015)

#### ❖ **Ολοκληρωμένο σύστημα ευφών μεταφορών.**

Τα Τρίκαλα πλέον διαθέτουν ένα ολοκληρωμένο σύστημα ευφών μεταφορών όπου μέσω επαγωγικών βρόγχων παρακολουθείται η κυκλοφοριακή κίνηση της πόλης. Με αυτό τον τρόπο οι πολίτες είναι ενημερωμένοι για την κίνηση που πρόκειται να συναντήσουν στους δρόμους με τα οχήματά τους καθώς και για τον χρόνο που θα κάνουν για μία διαδρομή με τα μέσα μαζικής μεταφοράς. (Γκέκας, 2015)

#### ❖ **Δωρεάν ασύρματο δίκτυο Τρικάλων.**

Πρόκειται για μία πρωτοπόρα ιδέα του Δήμου Τρικκαίων σε συνεργασία με την εταιρεία e-trikala Α.Ε. Η υλοποίηση του προγράμματος ξεκίνησε τον Οκτώβριο του 2005 ως στόχο την παροχή δωρεάν ασύρματου δικτύου στους πολίτες με ασφάλεια στην περιήγηση. Το τμήμα έρευνας και ανάπτυξης της e-trikala Α.Ε. με στόχο την καλύτερη εξυπηρέτηση των πολιτών δημιούργησε ένα συνδυαστικό δίκτυο όπου πλέον το 1/3 του δικτύου έχει εξοπλιστεί με οπτικές ίνες για καλύτερη ταχύτητα περιήγησης. (<http://www.e-trikala.gr/portfolio/wifi/>)

Κάποια ακόμη έξυπνα συστήματα τα οποία έχουν δημιουργηθεί στην πόλη των Τρικάλων είναι:

#### ❖ **Σύστημα έξυπνου φωτισμού.**

Με το νέο σύστημα έξυπνου φωτισμού, επιτεύχθηκε 60% εξοικονόμηση ενέργειας. Αντικαταστήθηκε ο παλιός φωτισμός με συστήματα τεχνολογίας LED. Επίσης εγκαταστάθηκε ένα σύστημα ασύρματης διαχείρισης και ελέγχου του φωτισμού της πόλης για τυχόν δυσλειτουργίες και για προσαρμογή του φωτισμού στα σημεία που απαιτείται για την καλύτερη ορατότητα των οδηγών. (“Τρίκαλα: Τα "έξυπνα" έργα της πόλης”, 2017)

#### ❖ **Σύστημα έξυπνης στάθμευσης.**

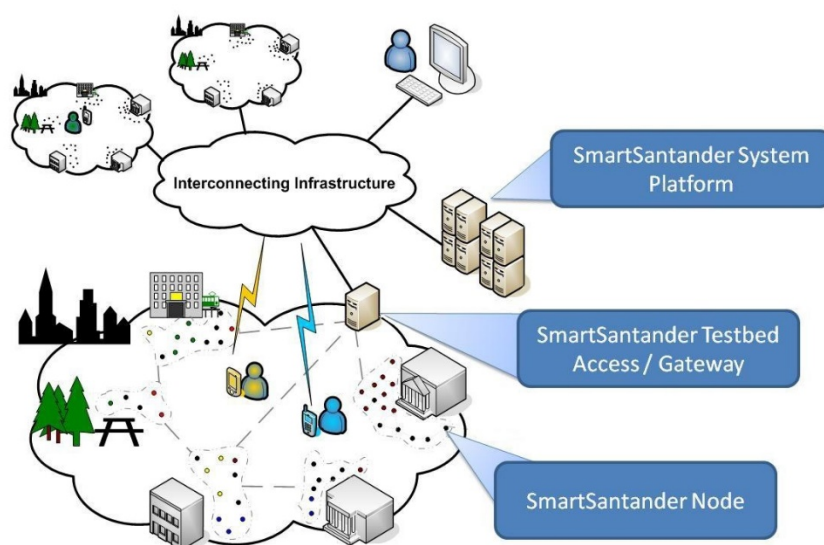
Έχει υλοποιηθεί ένα έξυπνο σύστημα στάθμευσης όπου υπάρχουν οριοθετημένες θέσεις παρκαρίσματος μέσα στην πόλη. Στο οδόστρωμα των οριοθετημένων θέσεων υπάρχουν ειδικοί αισθητήρες έτσι ώστε κάθε αισθητήρας να αντιστοιχεί σε μία θέση παρκαρίσματος. Ο αισθητήρας στέλνει στα σημεία ελέγχου του δικτύου ένα μήνυμα

σχετικά με τη διαθεσιμότητα της θέσης παρκαρίσματος. Με αυτόν τον τρόπο οι οδηγοί είναι ενημερωμένοι σε πραγματικό χρόνο, μέσω της ειδικής εφαρμογής στα κινητά τους τηλέφωνα ή μέσω πινακίδων που είναι εγκατεστημένες σε κεντρικά σημεία της πόλης. (“Τρίκαλα: Τα “έξυπνα” έργα της πόλης”, 2017)

## 5.2 Santander

Το πρόγραμμα «SmartSantander» χρησιμοποιεί ένα ευρύ δίκτυο συνδεδεμένων συσκευών, αισθητήρες, κάμερες, οθόνες κλπ, για συλλογή πληροφοριών με διάφορους στόχους όπως τη μέτρηση του CO και της ποιότητας του αέρα, την κίνηση στους δρόμους, τους διαθέσιμους χώρους στάθμευσης, την ανίχνευση γεμάτων κάδων απορριμμάτων, τη θερμοκρασία κ.α. Επίσης χρησιμοποιείται από επιστήμονες για ερευνητικούς σκοπούς μέσα από τα διάφορα προγράμματα

(<http://www.smartsantander.eu/index.php/testbeds>)



Εικόνα 5: Αρχιτεκτονική της smart Santander (<https://publications.iadb.org/en/international-case-studies-smart-cities-santander-spain#sthash.pXv14BTv.dpuf>).

Το SmartSantander έχει σχεδιάσει μια αρχιτεκτονική 3 επιπέδων, όπως ορίζεται παρακάτω: (<http://www.smartsantander.eu/index.php/testbeds>)

1) **IoT κόμβοι:** Υπεύθυνοι για την ανίχνευση παραμέτρων όπως η θερμοκρασία, το CO, ο φωτισμός κλπ. Πολλοί είναι ενσωματωμένοι στους αναμεταδότες, ενώ οι άλλοι επικοινωνούν ασύρματα με αναμεταδότες (π.χ. αισθητήρας στάθμευσης που είναι

θαμμένος κάτω από την ασφάλτο). Οι αυτόνομες συσκευές χρειάζεται, να τροφοδοτούνται με μπαταρίες.

2)**Οι επαναλήπτες**: Είναι κόμβοι τοποθετημένοι σε φάτα δρόμου, πίνακες πληροφοριών κ.λπ., ψηλά πάνω από το έδαφος ,προκειμένου να συμπεριφέρονται ως κόμβοι προώθησης. Η επικοινωνία μεταξύ επαναληπτών και κόμβων IoT εκτελείται μέσω πρωτοκόλλου 802.15.4.

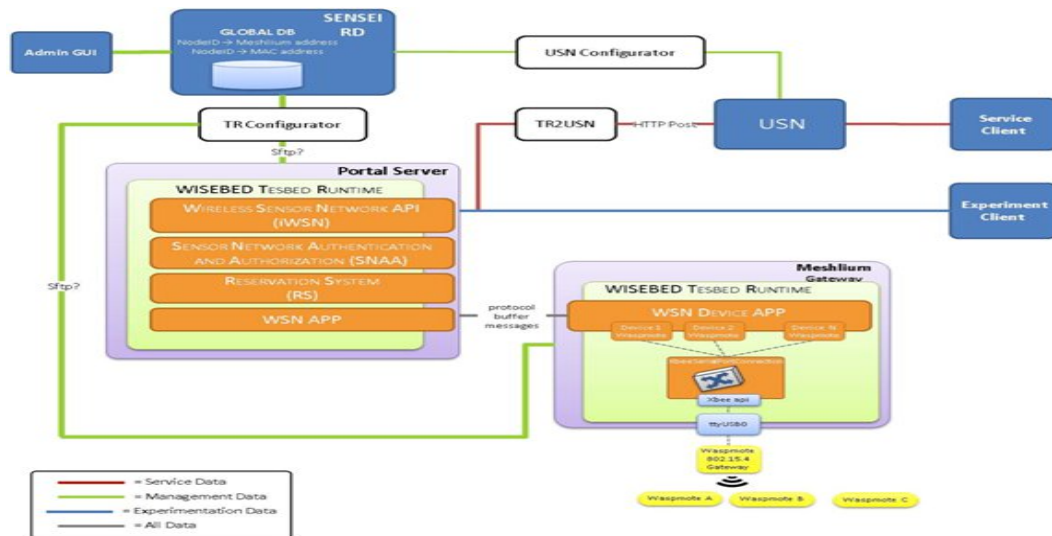
3)**Gateways**: Και οι δύο κόμβοι IoT και οι επαναλήπτες έχουν ρυθμιστεί ώστε να στέλνουν στην πύλη όλες τις πληροφορίες (μέσω πρωτοκόλλου 802.15.4), την πειραματική κίνηση καθώς και την παροχή υπηρεσιών και τη διαχείριση δικτύου. Μόλις ληφθούν οι πληροφορίες από τις πύλες, μπορούν να αποθηκευτούν σε αυτές τοπικά ή να αποσταλούν σε άλλες μηχανές (κεντρικοί διακομιστές) μέσω των διαφόρων διασυνδέσεων (WiFi, GPRS / UMTS ή Ethernet).

Ακόμη υπάρχει η δοκιμαστική κλίση που επιτρέπει την δοκιμή εφαρμογών στους ερευνητές. Αυτή αποτελείται από τέσσερα υποσυστήματα, τα οποία λειτουργούν σε ένα σύνολο διαφορετικών συσκευών (κόμβοι εξυπηρετητή IoT, Gateway ) που παρέχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά και δυνατότητες:

- Πιστοποίηση ταυτότητας, εξουσιοδότηση και λογιστική ( Authentication, Authorization and Accounting - AAA): Ο έλεγχος πρόσβασης έχει σκοπό να διασφαλίσει ότι μόνο οι εγκεκριμένες ενέργειες εκτελούνται σε δοκιμαστικές μονάδες WSN.
- Πειραματική υποστήριξη (Experimental support - ESS): Παρέχει τις απαιτούμενες λειτουργίες για την αποθήκευση κόμβων, τη διαμόρφωση και την ανάπτυξη πειραμάτων, τη λειτουργία τους και τη συλλογή και ανάλυση των παραγόμενων αποτελεσμάτων. Η ενότητα Διαχείρισης παραμέτρων αντιμετωπίζει το πρόβλημα της διαμόρφωσης πόρων και πειραμάτων.
- Υποστήριξη διαχείρισης (Management support - MSS): Παρέχει τις απαραίτητες λειτουργίες για την προσθήκη / αφαίρεση και διαμόρφωση των πόρων που συνθέτουν την πλατφόρμα δοκιμών και την παρακολούθηση της κατάστασής τους.
- Υποστήριξη εφαρμογών (Application support - ASS): Παρέχει τις βασικές λειτουργίες για την ανάπτυξη υπηρεσιών είτε για πειραματισμό είτε για την παροχή τελικών υπηρεσιών

Υπάρχουν **τρεις κύριες οντότητες** που συνθέτουν την αρχιτεκτονική SmartSantander (Portal Server, κόμβος GW και κόμβοι IoT) .

(<http://www.smartsantander.eu/index.php/testbeds>)



Εικόνα 6: αρχιτεκτονική SmartSantander (<http://www.smartsantander.eu/>)

Ο *διακομιστής Portal* αντιπροσωπεύει το σημείο πρόσβασης στην εγκατάσταση SmartSantander

Το *στοιχείο SNA* προσφέρει τις βασικές λειτουργίες ελέγχου πρόσβασης μέσω του ελέγχου ταυτότητας και της εξουσιοδότησης

Το *iWSN API* αντιπροσωπεύει την back-end υλοποίηση του συνόλου των λειτουργιών που απαιτούνται για την αλληλεπίδραση με τους κόμβους IoT με εντολές όπως επαναφορά, επαναπρογραμματισμός, έλεγχος αν ένας κόμβος είναι ζωντανός, Το API iWSN εκθέτει επίσης λειτουργικότητα για την ανταλλαγή μηνυμάτων εντοπισμού σφαλμάτων και ελέγχου μεταξύ του Portal Server και των κόμβων GW / IoT. (“ SmartSantander Experimental Test Facilities”,χ.η.)

### 5.3 Κοπεγχάγη

Η Κοπεγχάγη θεωρείται η πιο πράσινη πρωτεύουσα στον κόσμο . Μάλιστα το 2014 κέρδισε το βραβείο της πράσινης πρωτεύουσας της Ευρώπης. Η Κοπεγχάγη σκοπεύει ψηλά και έχει θέσει ως στόχο να είναι η πρώτη πρωτεύουσα με ουδέτερο ισοζύγιο άνθρακα έως το 2025. (Giest, 2017)

Η Κοπεγχάγη είναι μια πόλη της οποίας ο πληθυσμός αυξάνεται συνεχώς επομένως παρά τα μέχρι τώρα επιτεύγματα προσπαθεί συνέχεια για την αναβάθμιση των υπηρεσιών προς τους πολίτες

Στην πόλη λειτουργεί το Copenhagen Solutions Lab το οποίο μέσα από διάφορα προτζεκτ ,σε συνεργασία με κρατικούς φορείς και το δήμο Κοπεγχάγης, εργάζεται για την βελτίωση των λειτουργιών της πόλης ,για μια πόλη ακόμη πιο βιώσιμη και φιλική προς το περιβάλλον. (Gram-Hansen, 2016)



Εικόνα 7 Copenhagen Solutions Lab <https://www.niras.dk/media/1585/kimspiegelbergsteltzer.pdf>

Η Κοπεγχάγη κέρδισε το διεθνές βραβείο World Smart Cities Award στη Βαρκελώνη για το σχέδιο «Copenhagen Connecting».

Το «Copenhagen Connecting» είναι μια ιδέα για μια ψηφιακή υποδομή που επιτρέπει την εύκολη υλοποίηση έξυπνων λύσεων στην πόλη, παρέχοντας έτσι τη δυνατότητα επίτευξης των φιλόδοξων στόχων .

Χρησιμοποιεί μεγάλα δεδομένα από κινητά τηλέφωνα, GPS σε λεωφορεία και αισθητήρες στους κάδους απορριμμάτων και το σύστημα αποχέτευσης έτσι ώστε να βοηθήσει την πόλη να επιτύχει τους στόχους της για μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης, της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα - χωρίς να μετατραπεί η πόλη σε μεγάλο εργοτάξιο. (Giest, 2017)

Έχει πετύχει μεταξύ άλλων:

- ✓ το σύνολο σχεδόν των απορριμμάτων να ανακυκλώνεται ή να χρησιμοποιείται ως καύσιμη ύλη στο δίκτυο θέρμανσης της πόλης
- ✓ οι οδηγοί μέσω εφαρμογής σε smartphone μπορούν εύκολα να βρίσκουν ελεύθερες θέσεις στάθμευσης.

Διεθνείς εταιρείες έχουν βρει δραστηριότητες έρευνας και ανάπτυξης στην Κοπεγχάγη όπως η Cisco , η οποία συμμετέχει στο πρόγραμμα Street Lab και η Hitachi με το πρόγραμμα City Data Exchange. (<https://www.copcap.com/newslist/2014/copenhagen-is-the-worlds-smartest-city>)

## **5.4 Βαρκελώνη**

Η Βαρκελώνη είναι μια από τις μεγαλύτερες πόλεις της Ευρώπης η οποία ξεκίνησε από το 2012 να αξιοποιεί τα τεχνολογικά μέσα με σκοπό την βελτίωση της ποιότητας ζωής των πολιτών της. Η πόλη έχει αναπτύξει με τη βοήθεια της τεχνολογίας διάφορα συστήματα όπως η διαχείριση των αποβλήτων, οδικό φωτισμό και έχει εκσυγχρονίσει την κινητικότητα των πολιτών (Ravindra, 2018).

Κάποιες από τις έξυπνες τεχνολογίες που έχουν μετατρέψει τη Βαρκελώνη σε μία έξυπνη πόλη είναι οι παρακάτω:

### **Χώροι στάθμευσης.**

Η Βαρκελώνη έχει δημιουργήσει ένα έξυπνο σύστημα στάθμευσης με περίπου 500 αισθητήρες για την διευκόλυνση των πολιτών της στη στάθμευση. Αυτό το σύστημα χρησιμοποιεί τεχνολογία τηλεπικοινωνιών Sigfox. (Madakam & Ramachandran, 2015) Υπάρχουν ενσωματωμένοι ηλεκτρομαγνητικοί αισθητήρες κάτω από το οδόστρωμα όπου στέλνουν ασύρματα πληροφορίες σχετικά με τις κενές θέσεις στάθμευσης σε μία κεντρική μονάδα διαχείρισης και οι οδηγοί μέσω εφαρμογής μπορούν να ενημερώνονται για τις κενές θέσεις σε πραγματικό χρόνο. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται μείωση της εκπομπής ρύπων, εξοικονόμηση χρόνου και καυσίμου και μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης (Ravindra, 2018).

### **Φωτισμός των δρόμων.**

Σε όλη τη Βαρκελώνη έχουν αντικατασταθεί οι παλιές λάμπες φωτισμού με ένα νέο σύστημα led φωτισμού όπου υπάρχει ένα ενσωματωμένο δίκτυο αισθητήρων. Αυτό το σύστημα έχει μεγαλύτερη ενεργειακή απόδοση και υπάρχει μεγαλύτερη εξοικονόμηση κόστους για την πόλη. Οι αισθητήρες συλλέγουν πληροφορίες σχετικά με το περιβάλλον (ρύπανση, θερμοκρασία, υγρασία, θόρυβος, παρουσία ανθρώπων κ.α.). Με τους αισθητήρες υπάρχει επίσης εξοικονόμηση κόστους και ενέργειας για την πόλη διότι οι λάμπες παραμένουν ανάμενες όσο οι αισθητήρες αντιλαμβάνονται πως υπάρχει κινητικότητα (Ravindra, 2018).

### **Διαχείριση απορριμμάτων.**

Οι κάτοικοι της Βαρκελώνης τοποθετούν τα απορρίμματά τους στους έξυπνους κάδους που έχουν τοποθετηθεί σε όλη την πόλη. Αυτοί οι κάδοι έχουν έναν έξυπνο μηχανισμό όπου μεταφέρει τα απορρίμματα σε υπόγειες αποθήκες ώστε να μειώνεται η κακοσμία στην πόλη. Επίσης υπάρχουν αισθητήρες στους κάδους που λειτουργούν με δίκτυο κινητής τηλεφωνίας gsm όπου στέλνουν πληροφορίες σχετικά με την



πληρότητά τους σε μία κεντρική εφαρμογή και έτσι καθορίζεται η διαδρομή που θα ακολουθήσει το απορριμματοφόρο (Ravindra, 2018).

### **Σύστημα ποδηλασίας.**

Η Βαρκελώνη έχει ένα σύστημα ποδηλασίας το οποίο ονομάζεται «Bicing» και μπορούν να το χρησιμοποιήσουν μόνο οι κάτοικοι της. Πρόκειται για μία υπηρεσία δημόσιας συγκοινωνίας για μικρές διαδρομές μέχρι 30 λεπτών. Με τη χρήση των ποδηλάτων επιτυγχάνεται η μείωση των ρύπων και μείωση της κυκλοφορίας των αυτοκινήτων και για αυτό το λόγο οι περισσότεροι σταθμοί ποδηλάτων είναι στα παρκινγκ αυτοκινήτων, στις στάσεις του μετρό και στα πάρκα (Ravindra, 2018).

### **Σύστημα λεωφορείων.**

Το σύστημα των λεωφορείων της Βαρκελώνης ξεχωρίζει για την μείωση εκπομπής ρύπων με τη χρήση υβριδικών λεωφορείων. Επίσης διαθέτουν ηλιακούς συλλέκτες για να παρέχουν ενέργεια στις οθόνες που δείχνουν τους χρόνους προσέλευσης των λεωφορείων. (“Smart City Series: the Barcelona Experience”, 2019)

## **6. Συμπεράσματα.**

Σκοπός αυτής της εργασίας ήταν η ανάλυση και η κατανόηση των έξυπνων πόλεων και των αισθητήρων που υπάρχουν σε αυτές. Αρχικά έγινε μία θεωρητική ανάλυση των ορισμών, των χαρακτηριστικών και της αρχιτεκτονικής τους και έπειτα είδαμε κάποια παραδείγματα έξυπνων πόλεων.

Είναι εμφανές ότι όλες οι έξυπνες πόλεις έχουν κάποιες μικρές διαφορές ως προς την αρχιτεκτονική τους όμως κατά κύριο λόγο ακολουθούν ένα βασικό μοντέλο. Επίσης στα περισσότερα «έξυπνα» συστήματά τους χρησιμοποιούν τους ίδιους αισθητήρες όπως για παράδειγμα στα συστήματα έξυπνης στάθμευσης, έξυπνου φωτισμού κ.α.

Με την πάροδο του χρόνου όλο και περισσότερες πόλεις σε όλο τον κόσμο εξελίσσονται σε «έξυπνες». Μία μελλοντική έρευνα θα μπορούσε να αναλύσει περισσότερες πόλεις όσον αφορά τα χαρακτηριστικά τους και την καινοτομία τους και να κάνει μία μεγαλύτερη συγκριτική ανάλυση ανάμεσα στις έξυπνες πόλεις της Ελλάδας και του εξωτερικού.

## 7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Albino, V., Berardi U. & Dangelico R.M. (2015). Smart Cities: Definitions, Dimensions, Performance, and Initiatives. *Journal of Urban Technology*, 21(1), 3-21. doi: 10.1080/10630732.2014.942092

Aleta, N.B., Alonso, C.M. & Ruiz, R.M.A. (2017). Smart Mobility and Smart Environment in the Spanish cities. *Transportation Research Procedia*. 24, 163-170.

Ben Letaifa, S. (2015). How to strategize smart cities: Revealing the SMART model. *Journal of Business Research*. 68, 1414-1419.

Das Gupta M. κ.α. (2014). *State of World Population 2014* New York: UNFPA [EBOOK VERSION]. Ανακτήθηκε 13 Μαΐου, 2019, από [https://www.unfpa.org/sites/default/files/pub-pdf/EN-SWOP14-Report\\_FINAL-web.pdf](https://www.unfpa.org/sites/default/files/pub-pdf/EN-SWOP14-Report_FINAL-web.pdf)

Gharaibeh, A. κ.α. (2017). Smart Cities: A Survey on Data Management, Security, and Enabling Technologies. *IEEE COMMUNICATIONS SURVEYS & TUTORIALS*, 19(4), 2456-2501.

Ghosh, P. & Mahesh, T.R. (2015). Smart City: Concept and Challenges. *International Journal on Advances in Engineering Technology and Science*. 1(1), 25-27.

Giest, S. (2017). Big data analytics for mitigating carbon emissions insmart cities: opportunities and challenge. *European Planning Studies*, 25(6), 941-957. doi: 10.1080/09654313.2017.1294149

Gram-Hansen, R. (2016). DIGITAL SERVICES AND SUSTAINABLE SOLUTIONS, *Internet of Things and Data Analytics Handbook* (29-40). Palo Alto, CA, USA: Hwaiyu Geng.

Harrison, C. & Donnelly, I.A. (2011). A THEORY OF SMART CITIES. Στο Hull, United Kingdom (Επιμ.) 55th Annual Meeting of the International Society for the Systems Sciences, 17-22 Ιουλίου 2011 (σσ. 521-535). United Kingdom: Curran Associates, Inc.

Madakam, S. & Ramachandran, R. (2015). Barcelona Smart City: The Heaven on Earth(Internet of Things: Technological God). *ZTE COMMUNICATIONS*, 13(4), 03-09. doi: 10.3969/j. issn.167355188.2015.04.001

Ravindra, S. (2018). *The Transformation That Barcelona Had Undergone To Become A Smart City*. Ανακτήθηκε 10 Μαΐου, 2019, από <http://www.barcinno.com/barcelona-smart-city-technologies/>

Smart City Series: the Barcelona Experience. (2019, 7 Φεβρουαρίου). Ανακτήθηκε από <https://www.e-zigurat.com/blog/en/smart-city-barcelona-experience/>

Γκέκας, Ρ. (2015). *Η στρατηγική των «Έξυπνων Πόλεων» και οι δήμοι – Παραδείγματα ελληνικών Smart Cities*. Ανακτήθηκε 10 Μαΐου, 2019, από [https://polis2020.wordpress.com/2015/06/12/stratigiki\\_exipnes\\_poleis/](https://polis2020.wordpress.com/2015/06/12/stratigiki_exipnes_poleis/)

Πάιατ, Τ. (2017, 24 Μαρτίου). Η «Έξυπνη Πόλη» των Τρικάλων και το Μέλλον της Ελλάδας. *Η Καθημερινή*. Ανακτήθηκε 10 Μαΐου, 2019, από <http://www.kathimerini.gr/902207/opinion/epikairothta/politikh/h-e3yprnh-polh-twn-trikalwn-kai-to-mellon-ths-elladas>

Τρίκαλα: Τα “έξυπνα” έργα της πόλης. (2017, 3 Ιουλίου). Ανακτήθηκε από: <https://www.citybranding.gr/2017/07/blog-post.html>