



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**

**ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

**ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ  
ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ**

**Μελέτη προτύπων σημασιολογικού ιστού με εφαρμογές στις  
έξυπνες πόλεις και ανάπτυξη εφαρμογής διαχείρισης  
κυκλοφοριακού**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΧΑΛΑΡΗΣ**

**Επιβλέπων : Δημήτριος Ασκούνης, Καθηγητής Ε.Μ.Π.**

Αθήνα, Μάρτιος 2017





## ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ  
ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

**Μελέτη προτύπων σημασιολογικού ιστού με εφαρμογές στις  
έξυπνες πόλεις και ανάπτυξη εφαρμογής διαχείρισης  
κυκλοφοριακού**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΧΑΛΑΡΗΣ**

**Επιβλέπων :** Δημήτριος Ασκούνης  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή επιτροπή την .....

**Δημήτριος Ασκούνης**  
(Καθ. ΕΜΠ)

**Ιωάννης Ψαρράς**  
(Καθ. ΕΜΠ)

**Χάρης Δούκας**  
(Επ. Καθ. ΕΜΠ)

Αθήνα, Μάρτιος 2017



.....

**ΧΑΛΑΡΗΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ**

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

Copyright © Χάλαρης Παναγιώτης, 2017. Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

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

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



## Περίληψη

Στην εποχή των συνεχόμενων αλλαγών στους τομείς της οικονομίας και της κοινωνίας , κινητήριος δύναμη αποτελεί ο τομέας της τεχνολογίας. Ο σύγχρονος άνθρωπος σε όποιο κοινωνικό στρώμα και αν ανήκει έρχεται σε επαφή με αυτοματοποιημένα συστήματα προκειμένου να περιορίσει την σπατάλη πολύτιμου χρόνου, τα κόστη και κατά συνέπεια να βελτιώσει το επίπεδο ζωής του. Έξυπνες φορητές συσκευές , κινητά , ευφυή αυτοκίνητα και ολόκληρα σπίτια έχουν κάνει πλέον την εμφάνισή τους αισθητή στις περισσότερες χώρες του σύγχρονου κόσμου.

Η αξιοπιστία και η ευελιξία που προσφέρουν οι ασύρματες τεχνολογίες αποτέλεσαν τη βάση για την υλοποίηση ενός πλάνου βασισμένου στο Internet of Things , το οποίο σήμερα βρίσκεται σε προοδευτικό στάδιο : τη μετάβαση στην πόλη του αύριο , την «Έξυπνη Πόλη» . Οικονομικές μεταφορές, εξάλειψη του κυκλοφοριακού προβλήματος , φιλικότητα προς το περιβάλλον , χρονικά κέρδη , είναι μόνο λίγα από τα οφέλη που υπόσχεται ένα πλάνο εφαρμογής Έξυπνης Πόλης στους κατοίκους της.

Κατά συνέπεια, ο σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι διττός. Αρχικά, πραγματοποιείται εκτενής ερευνητική μελέτη στο μοντέλο της σύγχρονης έξυπνης πόλης , μέσα από εφαρμογές του σε διάφορες πόλεις του κόσμου. Σημειώνονται η πληθώρα πλεονεκτημάτων , τα μειονεκτήματα και οι δυσκολίες στη διάπλαση μιας τέτοιας πόλης , ενώ παρουσιάζονται νέες πρωτοπόρες ιδέες που δύνανται να βελτιώσουν ακόμη περισσότερο την ευελιξία και το επίπεδο ζωής που θα προσφέρουν.

Εν συνεχεία προτείνεται μια οντολογική προσέγγιση με στόχο την ενιαία και τυποποιημένη μοντελοποίηση των οντοτήτων που απαρτίζουν τον προγραμματισμό ενός εργαζομένου προκειμένου να φτάσει στο χώρο εργασίας του γρήγορα και οικονομικά , αποφεύγοντας κυκλοφοριακό πρόβλημα και μη συμφέρουσες μεταφορές. Διαμορφώνονται κατάλληλα σενάρια και κανόνες με στόχο τη τον αυτοματισμό και τον έλεγχο του προτεινόμενου καθημερινού προγράμματος ενός κατοίκου, σύμφωνα με τις αρχές του Σημασιολογικού Ιστού.

**Λέξεις κλειδιά :** Έξυπνη Πόλη, Σημασιολογικός Ιστός, Οντολογία, Internet of Things, Μοντελοποίηση, Αυτοματισμός.





# Abstract

In the era of continuous changes in the fields of economy and society, the driving force is the technology sector. Modern man by any social stratum, contacts with automated systems in order to reduce the waste of valuable time and costs and thus improve the standard of living . Smart handheld devices, mobile phones, cars and entire houses have now made their appearance felt in most countries of the modern world.

The reliability and flexibility offered by wireless technologies formed the basis for the implementation of a plan based on the Internet of Things, which today is still in progress : moving to the city of tomorrow, the "Smart City". Economic transportation, eliminating of traffic congestion, environmental friendliness, time winnings are just a few of the benefits that promises a shot Smart City application to its inhabitants.

Consequently, the aim of this thesis is twofold. At first, extensive research study on the model of modern smart city is being done, through applications in various cities in the world. The plethora of advantages, disadvantages and difficulties in shaping such a city, is being studied, and we present new pioneering ideas that may further improve the flexibility and the level of life that smart cities may offer.

Subsequently , an ontological approach for the uniform and standardized modeling of the entities that make programming a worker in order to get to work quickly and economically, avoiding traffic jams and unprofitable transport is proposed. We form appropriate scenarios and rules aimed at the automation and control of the proposed daily program of a resident, in accordance with the principles of the Semantic Web.

**Keywords:** Smart City, Semantic Web, Ontology, Internet of Things, Modeling, Automation.

## Ευχαριστίες

Επιθυμώ να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου Δημήτριο Ασκούνη για την ανάθεση αυτής της εργασίας , το θέμα της οποίας με ενδιέφερε πριν και ακόμη περισσότερο μετά την περάτωσή της.

Επίσης εκφράζω ιδιαίτερες ευχαριστίες στον υπεύθυνο και επιβλέποντα υποψήφιο διδάκτορα Ε.Μ.Π Μιχαήλ Πετυχάκη για την συνεχή επικοινωνητική βοήθειά και καθοδήγηση του όσον αφορά τη διεκπεραίωση της παρούσας έρευνας.

Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω θερμά την οικογένειά μου για την αδιάλειπτη στήριξή της τόσο κατά τη διάρκεια της παρούσας εργασίας , όσο και στη συνολική μου πορεία αυτά τα χρόνια στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

# Περιεχόμενα

## Contents

Περίληψη .....	6
Abstract .....	8
Ευχαριστίες .....	9
Περιεχόμενα.....	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	13
1.1 Εισαγωγή στην τεχνολογία και τις απαιτήσεις του σήμερα. ....	14
1.2 Εισαγωγικές έννοιες γύρω από το αντικείμενο της μελέτης μας.....	15
1.2.1 Η έννοια της πληροφορίας.....	15
1.2.2 Γνωριμία με το «έξυπνο αντικείμενο».....	16
1.2.3 Το «έξυπνο σπίτι».....	16
1.2.4 Η Έξυπνη Πόλη .....	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΕΞΥΠΝΕΣ ΠΟΛΕΙΣ.....	20
2.1 Τα προβλήματα που καλούνται να λύσουν οι σημερινές πόλεις.....	21
2.2 Ορισμός και χαρακτηριστικά της έξυπνης πόλης.....	22
2.2.1 Ορισμός της έννοιας «έξυπνη πόλη».....	22
2.2.2 Γνωριμία με την έξυπνη πόλη.....	23
2.2.3 Χαρακτηριστικά της έξυπνης πόλης.....	24
2.2.4 Τα προβλήματα που επιλύει μια έξυπνη πόλη.....	26
2.3 Από την πόλη του σήμερα στην πόλη του αύριο.....	29
2.3.1 Το «όραμα των έξυπνων πόλεων».....	29
2.3.2 Οι γιγάντιες πόλεις του μέλλοντος.....	31
2.3.3 Οι κίνδυνοι που παραμονεύουν στην πόλη του μέλλοντος.....	32
2.3.4 Στοιχεία που λείπουν από τη σημερινή έξυπνη πόλη.....	32
2.3.5 Οι προτάσεις για την έξυπνη πόλη του αύριο.....	33
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΣΕΝΑΡΙΩΝ ΠΡΟΣ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΕΞΥΠΝΩΝ ΠΟΛΕΩΝ.....	35
3.1 Η μετάβαση από τη θεωρία της έξυπνης πόλης, στην υλοποίηση της.....	36
3.2 Ορισμένα Υπαρκτά σενάρια έξυπνης πόλης.....	37
3.2.1 “Chicago Goes Green”.....	37
3.2.2 “Tokyo Smart City Development in Perspective of 2020 Olympics ”.....	41
3.2.3 “The Vision of A Smart City, the case of New York”.....	43
3.2.4 Συνοπτικός Πίνακας των σεναρίων που μελετήθηκαν.....	47
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΙΣ ΕΞΥΠΝΕΣ ΠΟΛΕΙΣ ....	49
4.1 Εισαγωγή και γνωριμία με τις έννοιες της Οντολογίας.....	50
4.1.1 Semantic Web (Σημασιολογικός Ιστός).....	50
4.1.2 Οντολογία.....	51
4.1.3 Linked Open Data (Διασυνδεδεμένα δεδομένα).....	53
4.1.4 Η οντολογία στις έξυπνες πόλεις.....	54
4.2 “Producing Linked Data for Smart Cities: the case of Catania “.....	54
4.2.1 Η διάρθρωση του προγράμματος προς εφαρμογή στην πόλη Catania.....	55
4.2.2. Χτίζοντας ένα μοντέλο διακυβέρνησης μέσω δεδομένων για την έξυπνη πόλη.....	56
4.2.3. Η μέθοδος διακυβέρνησης μέσω Συνδεδεμένων Δεδομένων στην πόλη Κατάνια.....	57

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΕΝΑ ΣΕΝΑΡΙΟ ΕΞΥΠΝΗΣ ΠΟΛΗΣ .....	59
5.1 Εισαγωγή στη μοντελοποίηση μιας έξυπνης γειτονιάς. ....	60
5.1.1 Η κατασκευή του smart plan.....	60
5.1.2 Τα ερωτήματα που απαρτίζουν τη βάση της μελέτης.....	60
5.2 Η Βασική ιδέα.....	62
5.3 Παράμετροι που απαρτίζουν το πρόβλημα.....	62
5.3.1 Οι θεμελιώδεις παράμετροι του smart plan .....	62
5.3.2 Οι θεμελιώδεις στόχοι του smart plan .....	63
5.4 Τελικός στόχος.....	64
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : Η ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ Η ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....	65
6.1 Παρουσίαση του συστήματος και των σεναρίων του. ....	66
6.2 Παρουσίαση του smart plan μέσω εικονικού δέντρου οντολογίας.....	68
6.3 Εργαλεία μοντελοποίησης. ....	73
6.3.1 Η markup γλώσσα XML.....	73
6.3.2 Ελεγχόμενη Φυσική Γλώσσα (CNL). ....	73
6.3.3 Η γλώσσα C# .....	74
6.3.4 Ο συντάκτης «Fluent Editor». ....	74
6.4 Κλάσεις, οντότητες, στιγμιότυπα και σεναρία της οντολογίας. ....	77
6.4.1 Οι κλάσεις και οι υποκλάσεις. ....	77
6.4.2 Καθορισμός σχέσεων της οντολογίας.....	80
6.4.3 Κατασκευή σεναρίων Smart Plan μέσω SWRL. ....	80
6.5 Απόδοση τιμών. ....	81
6.6 Ερωτήσεις που απαντά το σύστημα.....	82
6.7 Οι προδιαγραφές του συστήματος. ....	83
7.1 Η εφαρμογή στο Fluent Editor.....	85
7.2 Αποτελέσματα των ερωτήσεων του Συστήματος. ....	88
7.3 Η χρήση του Internet of Things στην οντολογία μας. ....	93
7.3.1 Ένα παράδειγμα έξυπνης μεταφοράς.....	94
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ .....	96
8.1 Σύνοψη και εξαγωγή συμπερασμάτων. ....	97
8.2 Πιθανές μελλοντικές επεκτάσεις του smart plan. ....	98
8.2.1. Δημιουργία εφαρμογής για κινητά. ....	100
Α. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	106
Β. ΚΩΔΙΚΑΣ.....	108



---

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

---

## **1.1 Εισαγωγή στην τεχνολογία και τις απαιτήσεις του σήμερα.**

Η καθημερινή μας ζωή και οι δραστηριότητες μας λαμβάνουν χώρα στο φυσικό χώρο, αλλά όλο και πιο συχνά οι ενέργειές μας έχουν «αντανάκλαση» στον ψηφιακό χώρο. Τα σπίτια, οι συνοικίες και κατ' επέκταση οι πόλεις που ζούμε μοιράζονται την ίδια μοίρα: Οφείλουν να ακολουθούν ασταμάτητα τους ταχύτατους ρυθμούς ανάπτυξης της τεχνολογίας, οι οποίοι σε συνδυασμό με τις κοινωνικές και περιβαλλοντικές αλλαγές γεννούν καθημερινώς νέες ανάγκες για την ανθρωπότητα.

Οι ανάγκες αυτές έχουν να κάνουν με το ποιοτικότερο επίπεδο ζωής σε όλους του τομείς που διέπουν την καθημερινότητα μας . Η ασφάλεια , η υγεία , οι μεταφορές , η οικονομία και πολλοί άλλοι τομείς που θα δούμε αναλυτικά , ακολουθούν πιστά τις συνεχώς εξελισσόμενες τεχνολογικές συσκευές οι οποίες βασίζονται κατά κύριο λόγο στη συλλογή και επεξεργασία μεγάλου όγκου δεδομένων.

Περιμένουμε πλέον πολλά από τις συσκευές μας. Όλο και περισσότερα προϊόντα δημιουργούνται όχι μόνο για να εκτελούν πολλαπλές σύνθετες λειτουργίες, αλλά και για να αντιδρούν σε ερεθίσματα, με τέτοιο τρόπο ώστε να λύνουν όσο το δυνατόν περισσότερα προβλήματα. Αυτοκίνητα σχεδιάζονται με συστήματα που μπορούν να ανιχνεύσουν μια σύγκρουση και εφαρμόζουν αυτόματα τα φρένα. Ερευνητές εργάζονται σε ένα επίχρισμα με βάση τη νανοτεχνολογία για τα παράθυρα που είτε επιτρέπουν τη διέλευση του φωτός ή αντανακλούν το φως σε απόκριση της θερμοκρασίας - χωρίς να σγουρύνει το γυαλί. Θερμοστάτες που μαθαίνουν το χρονοδιάγραμμα τις συνήθειες και το πρόγραμμά μας. Τηλέφωνα που μας επιτρέπουν να επικοινωνήσουμε με μηδαμινό κόστος με κάθε σημείο της γης . Τηλεοράσεις που μαθαίνουν τα αγαπημένα μας προγράμματα και κλείνουν μόνες όταν κοιμηθούμε.

Δεδομένου ότι το να ανεβάζουμε πολύ ψηλά τον πήχη είναι ένα στοιχείο που μας χαρακτηρίζει ως είδος , η "έξυπνη" ζωή ήταν το επόμενο λογικό βήμα στην προσπάθειά μας να δημιουργήσουμε ένα καλύτερο, πιο φωτεινό, πιο βιώσιμο και οικονομικά υγιές μέλλον.

## **1.2 Εισαγωγικές έννοιες γύρω από το αντικείμενο της μελέτης μας.**

Οι ραγδαίες τεχνολογικές και κοινωνικές εξελίξεις , η συσσώρευση ολοένα και μεγαλύτερου όγκου πληροφορίας, οι συνεχείς και συνήθως απρόβλεπτες αλλαγές του περιβάλλοντος λειτουργίας, οι συνεχώς αυξανόμενες απαιτήσεις των χρηστών αλλά και πλήθος άλλων παραγόντων έχουν ως αποτέλεσμα την ανάγκη για δυνατότητα προσαρμογής της καθημερινότητας μας στις νέες συνθήκες και στις νέες ανάγκες που προκύπτουν. Οι νέες αυτές συνθήκες σχετίζονται άμεσα με νέα, πιο εξελιγμένα αντικείμενα και συσκευές που χρησιμοποιούμε καθημερινώς και κατ' επέκταση ολόκληρους χώρους και περιβάλλοντα μέσα στα οποία κινούμαστε . Το κλειδί για το υγιές πέρασμα στη νέα πραγματικότητα είναι ένα και μοναδικό : η όσο το δυνατόν αποδοτικότερη αξιοποίηση της πληροφορίας.

### **1.2.1 Η έννοια της πληροφορίας.**

Η έννοια της πληροφορίας ορίζεται σε σχέση με την έννοια των δεδομένων. Πληθώρα από δεδομένα επεξεργάζονται κατάλληλα και μεταπίπτουν σε πληροφορία κατανοητή από έμβια οντά αλλά και υπολογιστικά συστήματα . Επομένως η πληροφορία είναι δεδομένα με σημασία, δεδομένα που έχουν «ουσιαστικό» περιεχόμενο. Η πληροφορία ουσιαστικά αποτελεί το «νερό» για να γυρίσει ο «μύλος» της επικοινωνίας μεταξύ ανθρώπων , υπολογιστών και γενικότερα αντικειμένων.

Ως αποτέλεσμα λοιπόν των εξελίξεων μιλάμε πλέον όχι μόνο για έξυπνα έμβια όντα αλλά για έξυπνα-ευφυή αντικείμενα , εφαρμογές , αυτοκίνητα , σπίτια , γειτονιές και κατ' επέκταση ολόκληρες πόλεις . Η έννοια αυτή λοιπόν παίρνει πλέον μια άλλη διάσταση στη σημερινή εποχή.

Στην παρούσα εργασία η έννοια «έξυπνο/η» θα μας συνοδεύει σε όλη τη διάρκεια της έρευνας. Η έννοια της ευφυΐας, όπως εμείς την προσεγγίζουμε, είναι πλέον λιγότερο φιλοσοφική και περισσότερο απτή και μετρήσιμη καθότι θα χαρακτηρίζει αντικείμενα. Ας δώσουμε λοιπόν έναν ορισμό της έννοιας όπως αυτή θα μας απασχολήσει.



## 1.2.2 Γνωριμία με το «έξυπνο αντικείμενο».

Με τον όρο «έξυπνο» ή «ευφύες» χαρακτηρίζουμε ένα αντικείμενο το οποίο είναι προγραμματισμένο έτσι ώστε να έχει τη δυνατότητα να λαμβάνει πληροφορία , να την επεξεργάζεται και κατόπιν να την αξιοποιεί κατάλληλα χωρίς την παραμικρή παρεμβολή του ανθρώπινου παράγοντα .

Συνεπώς τα έξυπνα αντικείμενα έχουν τη δυνατότητα αλληλεπίδρασης με το περιβάλλον στο οποίο βρίσκονται. Μπορούν να επικοινωνήσουν μεταξύ τους δημιουργώντας ένα «έξυπνο» σύστημα αντικειμένων το οποίο με τη σειρά του επικοινωνεί με αλλά έξυπνα συστήματα .

## 1.2.3 Το «έξυπνο σπίτι».

Ως αποτέλεσμα της συνεχούς δημιουργίας και διαχείρισης έξυπνων αντικειμένων και τεχνολογιών , τα τελευταία χρόνια έχουν κάνει την εμφάνιση τους στις αναπτυσσόμενες χώρες τα έξυπνα σπίτια. Πρόκειται για το σύνολο των αυτοματισμών, με τους οποίους ομαδοποιούνται, οργανώνονται και αυτοματοποιούνται οι λειτουργίες μιας κατοικίας, ανάλογα με τις ανάγκες που έχει ο εκάστοτε ιδιοκτήτης. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι τα ίδια συστήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για περισσότερες της μιας χρήσης (π.χ. ένας διακόπτης μπορεί να ελέγχει το φωτισμού ενός δωματίου, ενώ ίδιος διακόπτης μπορεί να ανοιγοκλείνει και τα ρολά, η οθόνη της τηλεόρασης μπορεί να δέχεται και την εικόνα της θυροτηλεόρασης, το τηλέφωνο μπορεί να χτυπά και όταν κάποιος μας χτυπάει το κουδούνι της εξώπορτας κ.α.)

Το «έξυπνο σπίτι» είναι ουσιαστικά ένα περιβάλλον το οποίο διαθέτει αυτόματο έλεγχο που το καθιστά ικανό να ανταποκριθεί στην συμπεριφορά των ενοίκων του σπιτιού και να τους παρέχει ποικίλες υπηρεσίες. Ο τρόπος λειτουργίας του είναι σε γενικές γραμμές γνωστός. Μια ομάδα αισθητήρων συγκεντρώνουν διαφορετικού τύπου δεδομένα σχετικά με τους ένοικους και τις διάφορες κινήσεις τους μέσα στο σπίτι. Έπειτα, υπολογιστές ή άλλες συσκευές (π.χ. μικροεπεξεργαστές ) αναλύουν αυτά τα δεδομένα προκειμένου να αναγνωρίσουν την κάθε ενέργεια του ατόμου ή μεμονωμένα γεγονότα και στη συνέχεια ανταποκρίνονται σε αυτά χειρίζονται συγκεκριμένους μηχανισμούς οι οποίοι είναι εγκατεστημένοι μέσα στο σπίτι. Ένα απλό παράδειγμα είναι η ενεργοποίηση του φωτισμού κατά την είσοδο ενός ατόμου στο δωμάτιο. Ωστόσο μπορούν να εντοπιστούν και πιο περίπλοκα γεγονότα, όπως η ανίχνευση ενός ηλικιωμένου ατόμου που είναι μόνο του σπίτι και χρειάζεται ιατρική βοήθεια.



**Εικόνα 1. Λειτουργίες του έξυπνου σπιτιού.**

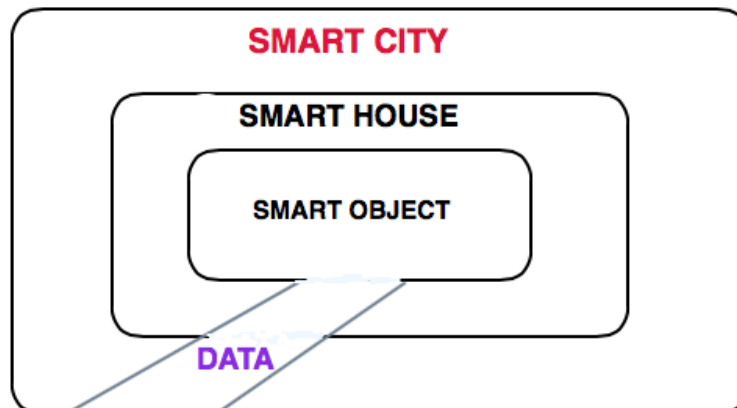
Μερικές από τις κύριες **αυτοματοποιημένες λειτουργίες** του έξυπνου σπιτιού όπως βλέπουμε και στην Εικόνα 1 , είναι οι παρακάτω :

- Σύστημα επικοινωνίας
- Ασφάλεια
- Στάθμευση
- Αυτόματο πότισμα
- Έξυπνοι φωτισμοί
- Αυτοματοποιημένη κίνηση παραθύρων (κουρτίνας)
- Έξυπνη ενεργοποίηση συσκευών οικιακής χρήσης (θερμοσίφωνα, καφετιέρα, κλπ)
- Εξοικονόμηση ενέργειας και σύστημα αποθήκευσης ενέργειας για περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης

Το βασικό **πλεονέκτημα** της τεχνολογίας «έξυπνο σπίτι» είναι η δυνατότητα παρακολούθησης και διαχείρισης όλων των χώρων και εγκαταστάσεων μιας κατοικίας με οποιοδήποτε τρόπο επικοινωνίας (μέσω σταθερού τηλεφώνου, κινητού τηλεφώνου, διαδικτύου).

#### 1.2.4 Η Έξυπνη Πόλη

Ως επέκταση του έξυπνου σπιτιού όπως είναι λογικό η τεχνολογία και τεχνογνωσία μας επέτρεψαν να επεκταθούμε σε επίπεδο «έξυπνης γειτονίας» και ακόμη ευρύτερα στην «έξυπνη πόλη». Οι ευφυείς ή έξυπνες πόλεις χαρακτηρίζονται από το συνδυασμό και τη χρήση των αναδυόμενων φυσικών υποδομών, τεχνολογιών της πληροφορίας και της επικοινωνίας και των θεσμικών ρυθμίσεων για την ανταλλαγή γνώσης και καινοτομίας. Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η άρρηκτη σχέση και αλληλεπίδραση μεταξύ έξυπνου αντικειμένου-σπιτιού- πόλης με «ομφάλιο λώρο» διασύνδεσης τα δεδομένα και κατ' επέκταση την πληροφορία.



**Εικόνα 2. Η θεμελιώδης σχέση έξυπνου αντικείμενου , σπιτιού και έξυπνης πόλης.**

Ο κύριος στόχος των έξυπνων πόλεων σχετίζεται με την αύξηση των δυνατοτήτων κοινής επίλυσης προβλημάτων προς όφελος των πολιτών και των δημοσίων διοικήσεων , την προώθηση των δυνατοτήτων πληροφόρησης και της γνώσης της κοινότητας, και ανοίγοντας ένα νέο κύκλο στην καινοτομία και των ηλεκτρονικών υπηρεσιών. Με την έγχυση προηγμένων τεχνολογιών ανταλλαγής και επεξεργασίας πληροφοριών στο κοινωνικό σύστημα και με την αύξηση των δυνατοτήτων της καινοτομίας, οι πόλεις γίνονται πλέον πιο ανοιχτές, καινοτόμες, αποτελεσματικές, και διαχειριστικές . Επιπλέον, το έξυπνο πρότυπο πόλης έχει ισχυρές

επιπτώσεις σχετικά με τη διαχείριση της Δημόσιας Διοίκησης, τον τρόπο άσκησης της πολιτικής, καθώς και στις σχέσεις μεταξύ των πολιτικών, των δημοσίων υπαλλήλων και των πολιτών.

Μια έξυπνη πόλη θα πρέπει να αντιμετωπίζεται ως οργανικό σύνολο - ως ένα δίκτυο, ως συνδεδεμένο σύστημα. Ενώ τα συστήματα σε βιομηχανικές πόλεις ήταν κυρίως σκελετώδη και χωρίς πολύπλοκη δομή, οι μεταβιομηχανικές πόλεις είναι σαν οργανισμοί που αναπτύσσουν τεχνητό νευρικό σύστημα, το οποίο τους επιτρέπει να συμπεριφέρονται έξυπνα με συντονισμένους τρόπους. Η νέα νοημοσύνη των πόλεων, επομένως, κατοικεί στον ολοένα και πιο αποτελεσματικό συνδυασμό των ψηφιακών τηλεπικοινωνιακών δικτύων (τα νεύρα), ενσωματωμένο παντού νοημοσύνη (οι εγκέφαλοι), αισθητήρες και ετικέτες (τα αισθητήρια όργανα), και το λογισμικό (η γνώση και γνωστικές ικανότητες). Υπάρχει ένας εξελισσόμενος ιστός της απευθείας σύνδεσης με το μηχανικά και ηλεκτρικά συστήματα των κτιρίων, οικιακών συσκευών, της παραγωγής, των εγκαταστάσεων διεργασίας, των συστημάτων μεταφοράς, των ηλεκτρικών δικτύων και άλλα δικτύων παροχής ενέργειας, ύδρευσης και αφαίρεσης αποβλήτων, γενικότερα συστημάτων διαχείρισης για οποιασδήποτε ανθρώπινης δραστηριότητας.

Η πόλη του σήμερα μετατρέπεται πλέον σε έναν ζωντανό οργανισμό που ζει, δρα και αλληλεπιδρά με άλλους αντίστοιχους οργανισμούς μέσα σε πλαίσια αλληλοβοήθειας και προοπτικής για περαιτέρω ανάπτυξη. Έχοντας γνωρίσει προηγουμένως το «έξυπνο αντικείμενο» και το «έξυπνο σπίτι» μπορούμε εύκολα να συμπεράνουμε ποιο είναι το οξυγόνο που κρατά το ζωντανό οργανισμό «έξυπνη πόλη» ζωντανό και υγιή: Η όσο το δυνατόν πιο αποτελεσματική επεξεργασία και διαχείριση τεράστιου όγκου πληροφοριών σε καθημερινή βάση. Αυτό θα μας απασχολήσει στο επόμενο κεφάλαιο προσεγγίζοντας τους τρόπους με τους οποίους μια πόλη διαχειρίζεται την πληροφορία διυλίζοντας την και διαχέοντας την σε ελάχιστους χρόνους προς όφελος των πολιτών της.

---

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΕΞΥΠΝΕΣ ΠΟΛΕΙΣ**

---

## **2.1 Τα προβλήματα που καλούνται να λύσουν οι σημερινές πόλεις.**

Οι πόλεις είναι ιδιαίτερα περίπλοκα περιβάλλοντα στα οποία πολλές ετερογενείς μονάδες παράγουν, καταναλώνουν και ανταλλάσσουν ψηφιακές πληροφορίες. Οι σύγχρονες πόλεις, και ιδιαίτερα οι μεγαλουπόλεις, παράγουν νέα είδη προβλημάτων. Η δυσκολία στη διαχείριση των αποβλήτων, η έλλειψη πόρων, η ατμοσφαιρική ρύπανση, οι προβληματισμοί για την ανθρώπινη υγεία, η κυκλοφοριακή συμφόρηση και οι ανεπαρκείς, επιδεινούμενες και παλιές υποδομές είναι μεταξύ των πιο βασικών τεχνικών, φυσικών και υλικών προβλημάτων.

Οι σημερινές πόλεις καλούνται να αντιμετωπίσουν μια τριπλή πρόκληση : **την αλλαγή του κλίματος, την έλλειψη ενέργειας και πόρων, και τις διακεκομμένες γραμμές τροφοδοσίας.** Ακόμη και το εν γένει συντηρητικό αμερικανικό Εθνικό Συμβούλιο Πληροφοριών (NIC) προέβλεψε ότι η παγκόσμια ζήτηση για ενέργεια, τρόφιμα και νερό θα μπορούσε να ξεπεράσει εύκολα τις προμήθειες κατά την επόμενη δεκαετία , προκαλώντας απρόβλεπτες συγκρούσεις στο διεθνές εμπόριο .

Οι επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας παρακολουθούν την κατανάλωση των προϊόντων τους (νερό, ηλεκτρική ενέργεια, απόβλητα, κλπ.) .Ο συνεχώς αυξανόμενος πληθυσμός των πόλεων καθώς και η φυλετική ποικιλομορφία που παρατηρείται πλέον σε πολλές πόλεις ,καθιστούν αυτές τις δράσεις ιδιαίτερα απαιτητικές. Ωστόσο καθημερινώς οι επιχειρήσεις αυτές συγκεντρώνουν πληροφορίες από συμπληρωματικές πηγές για να βελτιώσουν την απόδοση των προϊόντων και των υπηρεσιών τους .Οι δημόσιοι φορείς παρέχουν πληροφορίες και υπηρεσίες στους πολίτες τους, με στόχο να ικανοποιήσουν τις ανάγκες των πολιτών και με την εντολή να κυβερνούν και να συντονίζουν τις δράσεις της πόλης. Οι πολίτες ζητούν και παρέχουν πληροφορίες σχετικά με το τι συμβαίνει στις πόλεις τους κατά τη διάρκεια των καθημερινών δραστηριοτήτων τους, ως μέρος της ζωής τους.

Ένα άλλο σύνολο προβλημάτων έχει πιο κοινωνικό και οργανωτικό χαρακτήρα. Τα προβλήματα αυτού του τύπου σχετίζονται με υψηλά επίπεδα αλληλεξάρτησης, αντικρουόμενους στόχους και αξίες, καθώς και με την κοινωνική και πολιτική πολυπλοκότητα. Υπό την έννοια αυτή, τα προβλήματα της πόλης γίνονται περίπλοκα. Το μεγαλύτερο μέρος του ολοένα και αυξανόμενου πληθυσμού τείνει να συγκεντρώνεται στις πόλεις. Πιστεύεται, μάλιστα, ότι το 2030 περισσότερο από το 60% του παγκόσμιου πληθυσμού θα ζει στις πόλεις . Είναι κοινώς αποδεκτό ότι η σημερινή αύξηση πληθυσμού και η συνακόλουθη αύξηση στη χρήση φυσικών πόρων συνδέεται με κινδύνους για το οικοσύστημα.

Επί σειρά ετών είχαν μπει στο μικροσκόπιο οι οικολογικές πόλεις και μάλιστα στην Κίνα είχαν προχωρήσει στον πλήρη σχεδιασμό μιας τέτοιας πόλης η οποία δεν υλοποιήθηκε ποτέ. Ακόμη και αν κάθε σχεδιαζόμενη οικολογική πόλη ήταν επιτυχής, ωστόσο, η επίδρασή τους στη συνολική κατανάλωση ενέργειας και στις εκπομπές θα είναι μηδαμινή, διότι η συντριπτική πλειοψηφία των κατοίκων των πόλεων θα εξακολουθούν να ζουν σε υπάρχουσες ενεργειακά σπάταλες πόλεις. Αυτοί οι λόγοι προτείνουν ότι δεν μπορούμε να βασιστούμε σε νέες κατασκευές για την πλήρη αντιμετώπιση των προκλήσεων της σίτισης, της στέγασης και της μεταφοράς των αστικών πληθυσμών με οικολογικά ορθούς τρόπους. Χρειαζόμαστε μια άλλη λύση.

Ως εκ τούτου, είναι πλέον επιτακτική η ανάγκη για νέες ιδέες που βασίζονται στην εξοικονόμηση και σωστή διαχείριση της ενέργειας, του χρόνου, του κεφαλαίου καθώς και στη βελτίωση της ποιότητας ζωής. Μια νέα ιδέα είναι αυτή των «έξυπνων» πόλεων (smart cities).

## **2.2 Ορισμός και χαρακτηριστικά της έξυπνης πόλης.**

### **2.2.1 Ορισμός της έννοιας «έξυπνη πόλη».**

Η έννοια της «έξυπνης» πόλης είναι ακόμη αναδυόμενη και η διαδικασία προσδιορισμού και αντίληψής της είναι σε εξέλιξη. Ο όρος χρησιμοποιείται παγκοσμίως με διαφορετικές ονοματολογίες, γενικό πλαίσιο και νόημα. Ωστόσο ένας λιτός και πολύ περιεκτικός ορισμός του όρου ακολουθεί παρακάτω .

*Όταν χρησιμοποιούμε τον όρο «έξυπνη πόλη» αναφερόμαστε σε μια πόλη τόσο προηγμένη τεχνολογικά ώστε να μπορεί συνεχώς να βελτιώνει την επικοινωνία των πολιτών της και την ποιότητα της καθημερινής τους ζωής .*

Με την ανάλυση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο σχετικά με την κυκλοφορία των ανθρώπων στους δρόμους μέχρι και την ανάλυση των επίπεδων θορύβου και ρύπανσης , μια έξυπνη πόλη είναι σε θέση να κατανοήσει το περιβάλλον της και αμέσως να πραγματοποιεί αλλαγές για την επίλυση ζητημάτων και την αποτελεσματική διαχείριση των Φυσικών Πόρων της . Μεταφορές και επικοινωνιακές δομές σε μια έξυπνη πόλη ενσωματώνονται μαζί σε ένα σύστημα συστημάτων με τελικό σκοπό τη βελτίωση της ζωής των ανθρώπων .

#### **2.2.1.1 Δύο βασικές συνιστώσες των έξυπνων πόλεων**

Θεμελιώδεις συνιστώσες των έξυπνων πόλεων αποτελούν:

- Το σύστημα καινοτομίας (τοπικό / περιφερειακό), το οποίο καθοδηγεί την ανάπτυξη γνώσεων και τεχνολογιών στους οργανισμούς της περιοχής (επιχειρήσεις, πανεπιστήμια, τεχνολογικά κέντρα, κ.α.)
- Οι ψηφιακές εφαρμογές διαχείρισης πληροφορίας και γνώσεων, που διευκολύνουν την πληροφόρηση, την επικοινωνία, τη λήψη αποφάσεων, τη μεταφορά και εφαρμογή τεχνολογιών, τη συνεργασία στην καινοτομία, κ.α.

## 2.2.2 Γνωριμία με την έξυπνη πόλη.

Συχνά οι «έξυπνες» πόλεις αναφέρονται και με τους όρους «βιώσιμες» πόλεις (sustainable cities) ή «ψηφιακές» πόλεις (digital cities) ή ακόμα και «συνδεδεμένες» πόλεις (connected cities). Η μετατροπή μιας πόλης σε «έξυπνη» εμφανίζεται ως μια στρατηγική για την άμβλυνση των προβλημάτων που δημιουργούνται από την αύξηση του αστικού πληθυσμού και την ταχεία αστικοποίηση. Όσο περισσότερο αυξάνεται ο αστικός πληθυσμός τόσο «έξυπνότερες» πρέπει να γίνονται οι πόλεις που τον υποδέχονται. Η διασφάλιση βιώσιμων συνθηκών στο πλαίσιο αυτής της ταχείας αύξησης του αστικού πληθυσμού σε παγκόσμιο επίπεδο απαιτεί μια βαθύτερη κατανόηση της έννοιας «έξυπνη» πόλη. Η επείγουσα ανάγκη γύρω από αυτές τις προκλήσεις έχει πυροδοτήσει πολλές πόλεις σε όλο τον κόσμο να βρουν πιο «έξυπνους» τρόπους για τη διαχείρισή τους.

Ένας τρόπος για να αντιληφθούμε μια «έξυπνη» πόλη είναι ως μια εικόνα μιας βιώσιμης πόλης. Η «έξυπνη» πόλη είναι μια αστική περιοχή στην οποία επικρατούν συνθήκες βιώσιμης οικονομικής ανάπτυξης και υψηλής ποιότητας ζωής. «Έξυπνες» λύσεις για την κυκλοφοριακή αποσυμφόρηση, τα «πράσινα κτίρια», τη σωστή διαχείριση των υδάτων και τις υποδομές «έξυπνων» δικτύων είναι μόνο μερικές από τις τεχνολογίες που βοηθούν τη σημερινή αστικοποίηση να οδηγηθεί προς τη βιωσιμότητα. Οι πόλεις ευθύνονται για τα 2/3 περίπου της ενεργειακής κατανάλωσης, το 60% της υδάτινης κατανάλωσης και το 70% των αερίων του θερμοκηπίου που παράγονται σε όλο τον κόσμο. Στις βιώσιμες πόλεις, οι αρμόδιοι φορείς αναζητούν τρόπους για να βελτιώσουν τις υποδομές των πόλεων έτσι ώστε να γίνουν πιο φιλικές προς το περιβάλλον, να βελτιώσουν τη ζωή των κατοίκων τους και παράλληλα να μειώσουν τα κόστη. Αναζητούν καινοτόμες τεχνολογίες για βιώσιμες λύσεις σε ενεργειακά αποδοτικά κτίρια, εγκαταστάσεις επεξεργασίας νερού, υποδομές μεταφορών καθώς και στα δημόσια συστήματα ασφαλείας.

Στην «έξυπνη» πόλη γίνεται βέλτιστη χρήση όλων των διασυνδεδεμένων πληροφοριών που είναι διαθέσιμες σήμερα για την καλύτερη κατανόηση και τον έλεγχο των δραστηριοτήτων της όπως επίσης και βελτιστοποίηση της χρήσης των περιορισμένων πόρων. Σε μια «έξυπνότερη» πόλη γίνεται χρήση της τεχνολογίας που θα της παρέχει τη δυνατότητα να ολοκληρώσει τους παρακάτω στόχους: την ποιότητα ζωής για τους πολίτες και τους επισκέπτες της, την επιχειρηματική ανάπτυξη, καθώς και την οικοδόμηση της οικονομίας της πόλης.

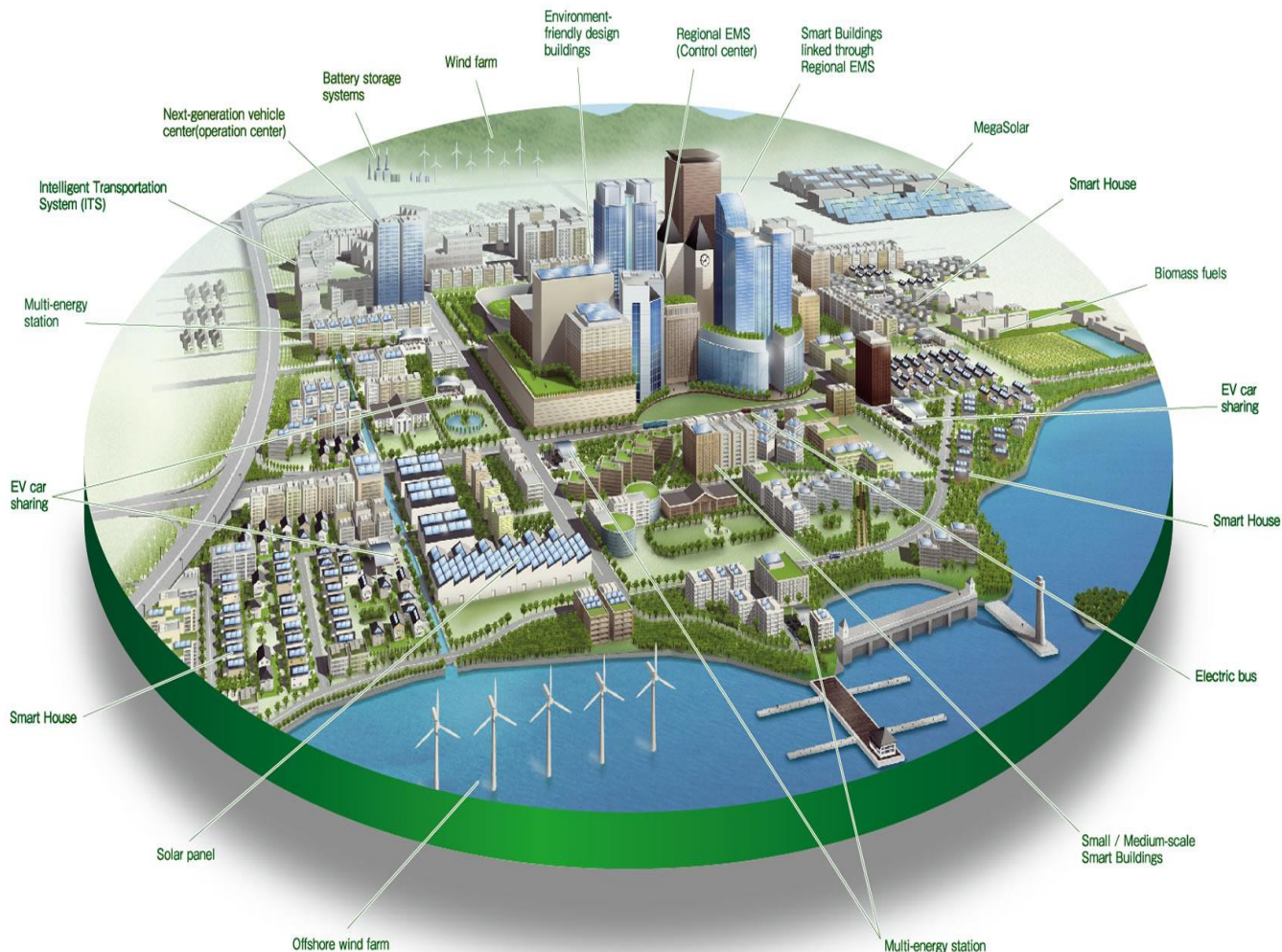


Με άλλα λόγια, η πόλη αυτή είναι η οργανική ενσωμάτωση των συστημάτων. Η αλληλεπίδραση μεταξύ των επιμέρους συστημάτων μιας «έξυπνης» πόλης την καθιστά «εξυπνότερη». Κανένα σύστημα δεν λειτουργεί μμεμονωμένα. Με αυτή την έννοια, μια «εξυπνότερη» πόλη μπορεί να θεωρηθεί ως ένα οργανικό σύνολο - ένα δίκτυο και ένα συνδεδεμένο σύστημα . Ενώ τα συστήματα στις βιομηχανικές πόλεις ήταν κυρίως από «σκελετό και δέρμα», οι μεταβιομηχανικές πόλεις – «έξυπνες» πόλεις- είναι σαν οργανισμοί που αναπτύσσουν τεχνητό νευρικό σύστημα, το οποίο τους επιτρέπει να συμπεριφέρονται με «έξυπνα» συντονισμένους τρόπους . Έτσι, η νέα «ευφυΐα» των πόλεων έγκειται στον ολοένα και πιο αποτελεσματικό συνδυασμό των ψηφιακών τηλεπικοινωνιακών δικτύων (των νεύρων), της πανταχού παρούσας ενσωματωμένης «ευφυΐας» (των εγκεφάλων), των αισθητήρων και των ετικετών (των αισθητήριων οργάνων), και του λογισμικού (της γνώσης και της γνωστικής ικανότητας).

Ένας αυξανόμενος αριθμός πόλεων οδηγείται προς το όραμα μιας «έξυπνης» πόλης προκειμένου να αντιμετωπιστούν οι προκλήσεις της βιώσιμης ανάπτυξης, να αναζωογονηθούν οι οικονομίες τους και να καθιερώσουν τη θέση τους στις βιομηχανίες υψηλής τεχνολογίας και πληροφορικής του μμέλλοντος. Οι περισσότεροι από τους πολίτες του κόσμου ζουν σε πόλεις, αλλά αυτό είναι μόνο η αρχή ενός παγκόσμιου κοινωνικού, οικονομικού, περιβαλλοντικού και πολιτικού μετασχηματισμού. Οι «έξυπνες» πόλεις έχουν κερδίσει τη δημοτικότητα μεταξύ των ερευνητών και των επαγγελματιών. Πολλά έργα είναι υπό εκτέλεση στην Ασία, στις ΗΠΑ και στην Ευρώπη.

### **2.2.3 Χαρακτηριστικά της έξυπνης πόλης.**

Η «Εξυπνη» πόλη συνδέεται άρρηκτα με την «έξυπνη» χρήση της τεχνολογίας για τη βελτίωση του τρόπου με τον οποίο οι άνθρωποι ζουν, εργάζονται, παίζουν και μαθαίνουν . Μόνο ένας περιορισμένος αριθμός από μελέτες ερεύνησαν και άρχισαν να εξετάζουν συστηματικά τα ζητήματα που συνδέονται με αυτό το νέο αστικό φαινόμενο των «έξυπνων» πόλεων. Είναι σύνηθες φαινόμενο να χρησιμοποιούνται ως συνώνυμα του όρου «έξυπνη πόλη» οι όροι «ψηφιακή» ή «ευφυής» πόλη. Κατά συνέπεια, έχουν προκύψει πολλές εννοιολογικές παραλλαγές οι οποίες αποκλίνουν από την αρχική σημασία του όρου. Αρκετές εννοιολογικές προσεγγίσεις έχουν προταθεί, εγκριθεί και χρησιμοποιηθεί τόσο σε πρακτικό όσο και σε ακαδημαϊκό επίπεδο.



**Εικόνα 3 : Στοιχεία μία πλήρως αναπτυγμένης έξυπνης πόλης**

**Βασικότερα χαρακτηριστικά μιας «έξυπνης» πόλης μπορούν να θεωρηθούν τα παρακάτω :**

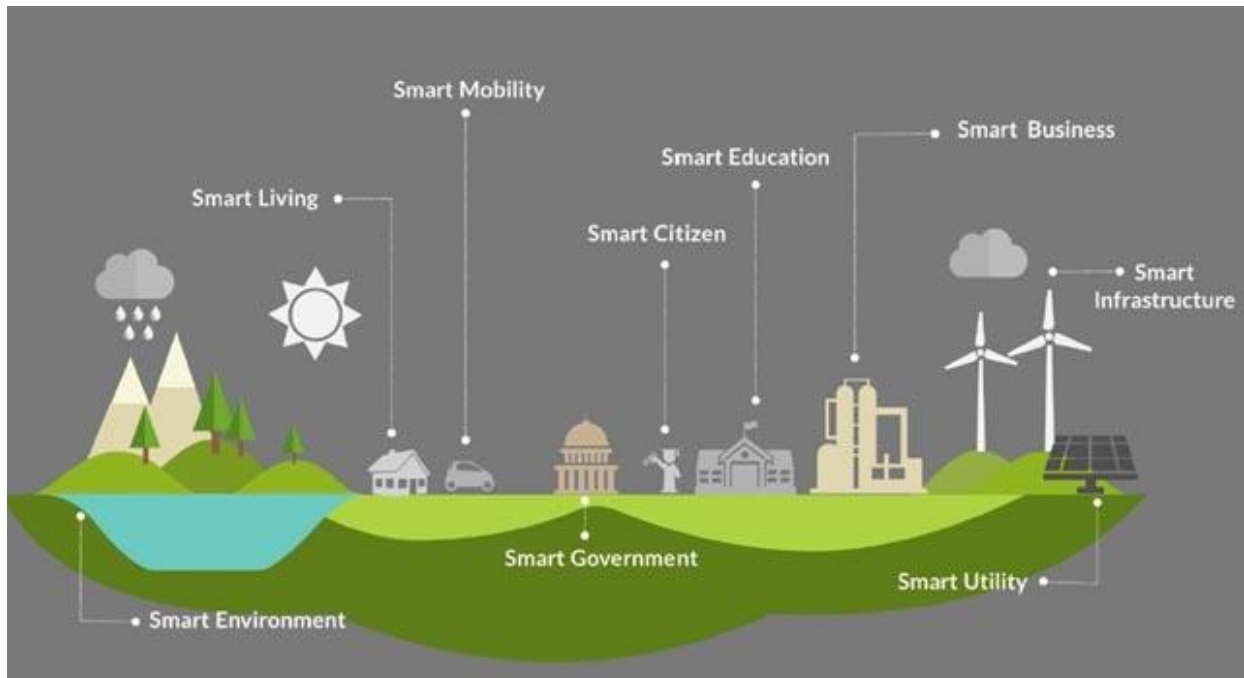
- Αποδοτική λειτουργία σε τομείς όπως η οικονομία, η διακυβέρνηση, η ποιότητα ζωής των ανθρώπων, το περιβάλλον και οι συγκοινωνίες στην οποία διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο οι ενεργοί πολίτες.
- Χρήση αυτοματοποιημένων μηχανισμών έτσι ώστε να παρακολουθούνται και να συνδυάζονται οι συνθήκες που αφορούν τις υποδομές της, συμπεριλαμβανομένων των δρόμων, των γεφυρών, των σηράγγων, των σιδηροδρόμων (επίγειων και υπογείων), των αεροδρομίων, των λιμανιών, των τηλεπικοινωνιών, του νερού, της ενέργειας, ακόμη και των σημαντικών κτιρίων, να βελτιστοποιούνται οι πόροι της, να σχεδιάζονται προληπτικές δραστηριότητες συντήρησής της , και να παρακολουθούνται οι παράμετροι ασφαλείας, ενώ παράλληλα να μεγιστοποιούνται οι παρεχόμενες υπηρεσίες προς τους πολίτες της.

- Διασύνδεση των φυσικών υποδομών της, των πληροφοριακών συστημάτων, της κοινωνικής υποδομής, και της επιχειρηματικότητας για την αύξηση της συλλογικής της «ευφυΐας».
- Πραγματοποίηση ενεργειών με σκοπό να την καταστήσουν πιο βιώσιμη, αποδοτική και δίκαιη.
- Συνδυασμός πληροφοριακών συστημάτων (ICT) και του σημασιολογικού ιστού (Web) με άλλες οργανωτικές και σχεδιαστικές προσπάθειες για την απλοποίηση και επιτάχυνση των γραφειοκρατικών διαδικασιών και τη συμβολή στον προσδιορισμό νέων, καινοτόμων λύσεων για την πολυπλοκότητα της διαχείρισής της πόλης, προκειμένου να βελτιωθεί η βιωσιμότητα.
- Χρήση των τεχνολογιών Smart Computing (π.χ. τα Smartphone apps, το Smart human-computer interaction, το Internet of Things) με σκοπό την αποδοτικότερη διασύνδεση και αποτελεσματικότητα σε τομείς υπηρεσιών, εκπαίδευσης, υγείας, διαχείρισης και μεταφορών.

#### **2.2.4 Τα προβλήματα που επιλύει μια έξυπνη πόλη.**

Είναι γνωστό πως οι «έξυπνες» πόλεις χρησιμοποιούν τεχνολογίες πληροφορικής έτσι ώστε α εξασφαλισθεί πιο αποδοτική χρήση των φυσικών υποδομών (δρόμων, δομικού περιβάλλοντος και άλλων υλικών περιουσιακών στοιχείων) μέσω της τεχνητής νοημοσύνης.

Έχουν εξελιχθεί σε μία ισχυρή ενοποίηση όλων των διαστάσεων της ανθρώπινης νοημοσύνης, της συλλογικής νοημοσύνης, καθώς επίσης και της τεχνητής νοημοσύνης μέσα σε αυτές. Η νοημοσύνη των πόλεων έγκειται στον ολοένα και πιο αποτελεσματικό συνδυασμό των ψηφιακών τηλεπικοινωνιακών δικτύων (νεύρα), της πανταχού ενσωματωμένης ευφυΐας (εγκέφαλοι), των αισθητήρων και των ετικετών (αισθητήρια όργανα), και του λογισμικού (γνώση και γνωστικές ικανότητες). Παρακάτω θα κάνουμε μια πρώτη προσεγγίσει των προβλημάτων που επιλύει μια έξυπνη πόλη, κατηγοριοποιώντας τα σύμφωνα με συγκεκριμένους τομείς.



**Εικόνα 4 : Η έξυπνη πόλη ως σύστημα έξυπνων συνιστωσών**

**Οι κύριοι τομείς στους οποίους επιλύει προβλήματα μια έξυπνη πόλη είναι οι παρακάτω:**

**Μεταφορές :** Ο τομέας των μεταφορών είναι ένας από τους πρώτους τομείς στους οποίους εστιάζει μια έξυπνη πόλη. Χαρακτηριστικά είναι η διαχείριση μαζικής μεταφοράς-σχεδιασμός, η διαχείριση σε πραγματικό χρόνο, οι πληροφορίες πολιτών για λεωφορεία, τρένα, δρόμους και η παρακολούθηση της κυκλοφοριακής συμφόρησης μέσω αισθητήρων και τηλεσυστημάτων. Η αυτόματη κράτηση θέσεων parking καθώς και οι ενημέρωση για κενές θέσεις είναι κάποιες ακόμη καινοτόμες εφαρμογές.

**Περιβάλλον :** Διαχείριση αποβλήτων και υδάτινων πόρων (συλλογή πολλών ειδών, επεξεργασία, συνολική διαχείριση) .

**Υγεία :** Ο τομέας της υγείας αποτελεί τον σημαντικότερο τομέα μιας κοινωνίας. Η τηλεδιάγνωση, η τηλεπαρακολούθηση ασθενών, οι «έξυπνες» κάρτες υγείας, το ηλεκτρονικό κλείσιμο ιατρικού ραντεβού και το εκπαιδευτικό υλικό για πρώτες βοήθειες / διάσωση είναι μόλις λίγες από τις καινοτόμες εφαρμογές για τον τομέα της υγείας. Η άριστη διαχείριση του κυκλοφοριακού μια έξυπνης πόλης, ανοίγει διάπλατα το δρόμο για την ταχύτερη μεταφορά ασθενών σε νοσοκομεία και καθώς και τη μείωση των τροχαίων ατυχημάτων.

**Ενέργεια :** Στις μέρες μας, η αξία της εξοικονόμησης ενέργειας τείνει να εξισωθεί με την αξία της παραγωγής της. Τα έξυπνα συστήματα των πόλεων υποστηρίζουν σε μεγάλο βαθμό την εξοικονόμηση ενέργειας. Πρόκειται για σύστημα ενεργειακής διαχείρισης για κτίρια και υποδομές, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας κατά την παραγωγή (ηλιακή, αιολική, κύματα), αυτό-βιώσιμα ενεργειακά συστήματα για δημόσιες υποδομές καθώς και «έξυπνα» ενεργειακά δίκτυα .

**Υποδομές τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνιών :** συστήματα και εφαρμογές πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών, υποδομές ασύρματου δικτύου (Wi-Fi) για τους πολίτες, σύστημα γεωγραφικών πληροφοριών (GIS) , δίκτυα οπτικών ινών, δημοτική ιστοσελίδα / δικτυακή πύλη.

**Τουρισμός / Πολιτισμός / Εκπαίδευση :** Τουριστική εφαρμογή για επισκέπτες (στην τοπική γλώσσα και στα Αγγλικά), εφαρμογές που προσφέρουν υπηρεσίες σε τουρίστες (κρατήσεις, παράπονα, πληρωμές, ανταμοιβές), δημόσιες βιβλιοθήκες, μουσεία και άλλοι πολιτιστικοί χώροι απευθείας στο Διαδίκτυο, οργάνωση εκδρομών και λοιπών πολιτιστικών δραστηριοτήτων.

**Συμμετοχή πολιτών στη διακυβέρνηση** (ηλεκτρονικό φόρουμ / διάλογος για κάθε σημαντική απόφαση, ηλεκτρονική ψήφος – e-voting, σύστημα διακυβέρνησης, παράπονα και ιδέες για το ηλεκτρονικό σύστημα διαχείρισης μέσω εφαρμογής για κινητά .

**Ανάπτυξη και εργασία :** Διευκόλυνση στην παραγωγή έργου σε εκατοντάδες επαγγέλματα που σχετίζονται με τις υπηρεσίες μιας έξυπνης πόλης . Τα ευφυή συστήματα είναι εύκολα στη χρήση και μάλιστα εξοικονομούν μεγάλη ποσότητα εργάσιμου χρόνου για το εργατικό δυναμικό. Επιπρόσθετα τα καινοτόμα και νεοεισαχθέντα τεχνολογικά συστήματα δημιουργούν άμεσα νέες θέσεις εργασίας για τη διαχείρισή τους .

**Ασφάλεια :** Συστήματα τηλεπαρακολούθησης σε οδικά δίκτυα αυξημένης παραβατικότητας, διευκόλυνση περιπολικών , πυροσβεστικών οχημάτων αλλά και οχημάτων οδικής βοήθειας . Ο προαναφερθείσες εφαρμογές στον τομέα των Μεταφορών εξοικονομούν πολύτιμο χρόνο και χώρο για τα οχήματα αυτά που με αποτέλεσμα την διασφάλιση της προστασίας των πολιτών.

**Οικονομία :** Τελευταίος αναφέρεται ο τομέας της οικονομίας . Ο λόγος είναι απλός και έγκειται στο ότι ο τομέας αυτός περικλείει όλους τους παραπάνω τομείς συνεπώς οι δράσεις μιας έξυπνης πόλης τον επηρεάζουν αδιάλειπτα. Είναι προφανές ότι μια πόλη με ασφαλή οδικά δίκτυα , πλήρως ασφαλείς και ενημερωμένους πολίτες , εξοικονόμηση ενέργειας , ευχάριστα περιβάλλοντα εργασίας και σεβόμενη το περιβάλλον, δεν είναι απλώς μια έξυπνη αλλά αυτομάτως μια υγιής και οικονομικά αναπτυσσόμενη πόλη.

## **2.3 Από την πόλη του σήμερα στην πόλη του αύριο.**

### **2.3.1 Το «όραμα των έξυπνων πόλεων»**

Το όραμα των «Έξυπνων πόλεων» είναι το αστικό κέντρο του μέλλοντος, ένα ασφαλές πράσινο περιβάλλον και αποτελεσματικό επειδή όλες οι δομές - όπως ενέργεια, νερό, μεταφορές, κλπ σχεδιάζονται, κατασκευάζονται, συντηρούνται κάνοντας χρήση των προηγμένων, ολοκληρωμένων, αισθητήρων, και δικτύων που έχουν διασυνδεθεί με τα συστήματα πληροφορικής που αποτελούνται από βάσεις δεδομένων, παρακολούθησης, και αλγόριθμους λήψης αποφάσεων.

Οι προκλήσεις της έρευνας και της μηχανικής στην πορεία προς αυτό το όραμα περιλαμβάνουν πολλούς τεχνικούς τομείς, συμπεριλαμβανομένων της φυσικής, της χημείας, της βιολογίας, των μαθηματικών, της επιστήμης πληροφορικής, των συστημάτων, της μηχανικής, του ηλεκτρονικού του πολιτικού μηχανικού. Στο απλούστερο επίπεδο είναι το βασικό συστατικό και ο μηχανισμός «ανατροφοδότησης» που συνδέεται ή ο μηχανισμός αυτο-παρακολούθησης .

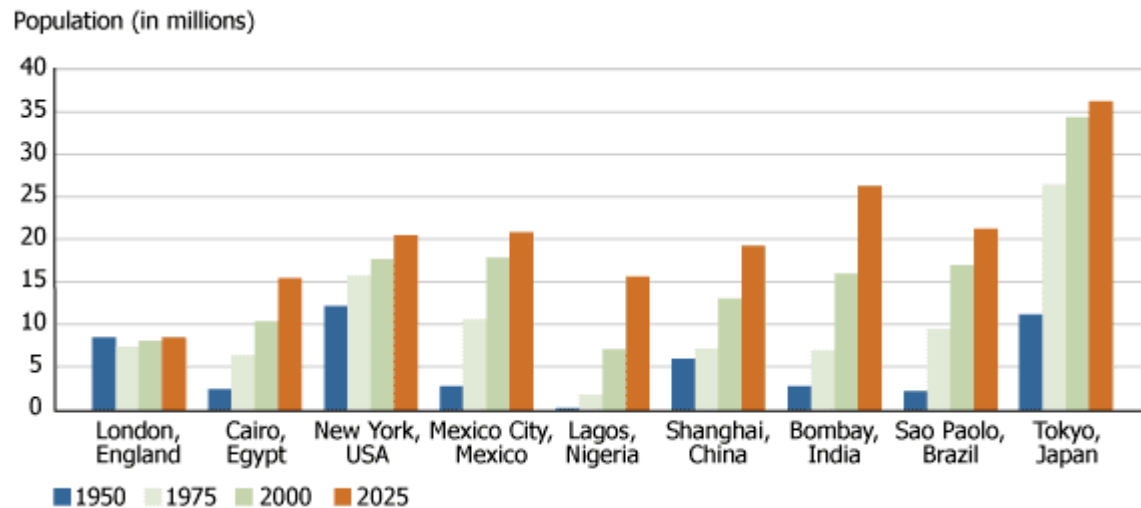
Καθένα πρέπει να προσδιορισθεί, προσαρμοσμένα για την κατάλληλη εφαρμογή. Στο επόμενο επίπεδο είναι ο σχεδιασμός της κατασκευής συστήματος με χρήση αυτών των συστατικών. Σχετική με αυτό είναι η διασύνδεση με τη μηχανογράφηση της ικανότητας "παρακολούθησης" για κάθε συγκεκριμένη λειτουργία. Στη συνέχεια, είναι η πλήρης δομή ή υπηρεσία που παρέχεται, και, τέλος, η ενσωμάτωση των πληροφοριών σε όλες τις συναφείς και φαινομενικά άσχετες πτυχές της ουσιαδούς υποδομής αστικών κέντρων.





### 2.3.2 Οι γιγάντιες πόλεις του μέλλοντος

Περισσότερο από το ήμισυ του παγκόσμιου πληθυσμού, εννέα δισεκατομμύρια άνθρωποι αναμένεται ότι θα ζουν σε γιγάντιες αστικές εκτάσεις ως το 2030 καθώς οι πόλεις και η ενδοχώρα τους καταλαμβάνουν επιπλέον 1,2 εκατομμύρια τετραγωνικά χιλιόμετρα, τριπλασιάζοντας έτσι σε μέγεθος. Αυτό είναι επιπλέον 1,35 δισεκατομμύρια άνθρωποι που ζουν σε πόλεις, γεγονός που υποδηλώνει ότι οι αστικές περιοχές που καταλαμβάνουν σήμερα περίπου το 3 τοις εκατό της επιφάνειας του πλανήτη, θα συνεχίσουν να επεκτείνονται. Συγκριτικά, οι αστικές περιοχές αυξήθηκαν κατά μόλις 58.000 τετραγωνικά χιλιόμετρα μεταξύ των ετών 1970 και 2000.



Εικόνα 1. Η εκτιμώμενη αύξηση του πληθυσμού σε μεγάλες πόλεις

Η ταχύτερη αστικοποίηση αναμένεται να συμβεί σε νέες αναπτυσσόμενες περιοχές της Αφρικής, όπως στην ακτή της Δυτικής Αφρικής κατά μήκος του Κόλπου της Γουινέας και στις όχθες της λίμνης Βικτώρια νοτιότερα, που περιλαμβάνει το Μπουρούντι, Κένυα, Ρουάντα και την Ουγκάντα, μεταξύ των άλλων περιοχών. Αυτά μπορεί να είναι κακές ειδήσεις, σε ορισμένες περιπτώσεις, για την πλούσια ποικιλία των φυτών, των ζώων και μικροσκοπική ζωή που επίσης κατοικούν τη Γη. Η Ανατολική Αfromontane, τα δάση της Γουινέας της Δυτικής Αφρικής και της Ινδίας, μαζί με τη Σρι Λάνκα, είναι όλα πλούσια σε τέτοιες βιοποικιλότητες, καθώς προβλέπεται να υποβάλλονται σε ταχεία επέκταση των πόλεων που θα απειλήσει το έδαφος των ήδη απειλούμενων αμφίβιων, πτηνών και θηλαστικών.



### 2.3.3 Οι κίνδυνοι που παραμονεύουν στην πόλη του μέλλοντος

Οι τάχιστοι ρυθμοί αστικοποίησης στις μεγάλες πόλεις δεν είναι απλώς μια κακή είδηση για τα ζώα ή το περιβάλλον, φυσικά. Η άτακτη αστικοποίηση μπορεί επίσης να οδηγήσει στην πλήρη αποκοπή των κατοίκων από την παροχή καθαρού νερού και τροφίμων. Ο αντίκτυπος αυτού του προβλήματος δεν περιορίζεται στα όρια της πόλης. Ένα τυπικό της Αυστραλίας από τη Μελβούρνη και το Σίδνεϊ καταγράφει εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, εκτροπή του νερού και χρήση της γης από ολόκληρη την ήπειρο. "Οι πόλεις πάντα στηρίζονται στην ενδοχώρα τους για τους πόρους από τα τρόφιμα καθώς και την αφομοίωση καυσίμων και αποβλήτων," έγραψαν οι ερευνητές.

Ωστόσο ο αποκλεισμός της εξάπλωσης των πόλεων μπορεί να μην είναι η κίνηση προς τη σωστή κατεύθυνση. Το να προβλεφθεί η ίδια η αύξηση του πληθυσμού, χωρίς αστικοποίηση θα μπορούσε να έχει ακόμη πιο σοβαρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, όπως την επέκταση και γιγάντωση των γεωργικών εκτάσεων, με αποτέλεσμα την βύθιση πολλών κατοίκων σε κατάσταση παράλυσης και φτώχειας. Αν αποτύχει η αστικοποίηση στις αναπτυσσόμενες περιοχές, είτε στην Αφρική ή την ινδική υποήπειρο, θα παρουσιαστούν φαινόμενα συνεχών μεταναστεύσεων στο Λονδίνο, το Λος Άντζελες και άλλες ανεπτυγμένες μεγαλουπόλεις του κόσμου, όπως αναφέρει ο φυσικός Luis Bettencourt του Sante Fe Institute, που μελετά τα θέματα της αστικοποίησης. Έρευνες έχουν ήδη δείξει ότι οι πόλεις στη Βόρεια Αμερική θα έχουν σχεδόν διπλασιάσει την ακίνητη περιουσία τους ως το 2030.

Το κλειδί για την αντιμετώπιση της επικίνδυνα αυξανόμενης αστικοποίησης έγκειται στη συνεχή παρακολούθηση και μέτρηση της παγκόσμιας πληθυσμιακής πυκνότητας με απώτερο στόχο την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Επιπλέον, παγκοσμίως θα πρέπει να αποφευχθεί το είδος της υποδομής από μονάδες ηλεκτροπαραγωγής με καύση άνθρακα που παράγουν φθηνή ηλεκτρική ενέργεια μεν, όμως μολύνουν τις συνθήκες διαβίωσης και εργασίας και οι οποίες χωρίζονται από τεράστιες αποστάσεις που απαιτούν ενεργοβόρες διαδικασίες που στιγμάτισαν τον πρώτο αιώνα ταχείας αστικοποίησης. Ορισμένες εκτιμήσεις δείχνουν ότι όσο \$ 30.000 δισεκατομμύρια σε επενδύσεις υποδομών θα πρέπει να γίνουν στην υποστήριξη αυτής της αστικοποίησης από το 2030.

### 2.3.4 Στοιχεία που λείπουν από τη σημερινή έξυπνη πόλη .

Παρά το γεγονός ότι οι πόλεις των συνεχώς αναπτυσσόμενων και οικονομικά εύρωστων κρατών είναι πλέον φοβερά εξελιγμένες σε πολλούς τομείς , οι κίνδυνοι για την αποτυχία ενός βιώσιμου επιπέδου ζωής του μεγάλου πληθυσμού που τις κατοικεί είναι ακόμα ορατοί. Υπάρχουν ακόμα στοιχεία στοιχεία που λείπουν από τις σημερινές έξυπνες πόλεις και πρέπει να μπουν στο μικροσκόπιο για το εγγύς μέλλον .

Από το Β Παγκόσμιο Πόλεμο, οι πολιτικοί και οι σχεδιαστές έχουν διαμορφώσει τις περισσότερες πόλεις χωρίς μέριμνα για περιορισμό της χρήσης των πόρων και χωρίς οικολογικές ανησυχίες. Η σημερινή αρπαγή της γης γίνεται από αυτοκυρίαρχες μεγαλουπόλεις

καυσίμου οι οποίες έχουν εξελιχθεί σε παρασιτικές μαύρες τρύπες, υπερκαταναλώνοντας μεγατόνους ενέργειας και υλικών από όλο τον κόσμο και εκπέμποντας προς τα έξω όγκους (συχνά τοξικών) αποβλήτων. Στη Βόρεια Αμερική, τα κτίρια και οι αστικές υποδομές ευθύνονται για το 40 τοις εκατό της κατανάλωσης υλικών και το ένα τρίτο της χρήσης της ενέργειας.

Επιπλέον, μια τέτοια αλλαγή χρήσης της γης είναι πιθανό να οδηγήσει σε ακόμα περισσότερες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου που οδηγούν την αλλαγή του κλίματος, σύμφωνα με αναλύσεις. 1,38 τόνοι διοξειδίου του άνθρακα θα μπορούσε μετατρέπεται σε δρόμους, κτίρια και σπίτια. Όπως έχουν τα πράγματα, οι μεγάλες πόλεις του κόσμου φέρουν ευθύνη για τουλάχιστον το 70 τοις εκατό των παγκόσμιων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.

### **2.3.5 Οι προτάσεις για την έξυπνη πόλη του αύριο.**

#### **I) Η έξυπνη πόλη ως ένα αυτόνομο οικοσύστημα.**

Οι αστικοί σχεδιαστές πρέπει να ξανασκεφτούν τις πόλεις ως πλήρη οικοσυστήματα. Η πιο ανθεκτική εναλλακτική λύση θα μπορούσε να είναι μια βιο-πόλη-κράτος στο οποίο ένας πυκνοδομημένος πυρήνας θα περιβάλλεται από υποστηρικτικά συστήματα. Χωρίς να γίνει απομονωτισμός, μέσα σε κλίμα πλήρους επικοινωνίας και ανταλλαγής πληροφορίας, τέτοιες "Βιοπεριοχές" θα παράγουν πολλή από τη δική τους τροφή, ίνες και νερό και θα ανακυκλώνουν τα απόβλητά τους. Με το να είναι λιγότερο εξαρτημένες από τις εισαγωγές, θα πρέπει να προσαρμόζονται εν μέρει από τις ιδιοτροπίες του κλίματος, την παγκόσμια έλλειψη πόρων και τις στρατιωτικές συγκρούσεις. Επειδή οι κάτοικοι θα εξαρτηθούν από τα τοπικά οικοσυστήματα, θα έχουν ένα ισχυρό κίνητρο (το οποίο προς το παρόν απουσιάζει) να διαχειρίζονται τους πόρους τους με πιο βιώσιμο τρόπο. Το συνολικό αποτέλεσμα θα είναι η παγκόσμια αειφορία.

#### **II) Η "έξυπνη" διαφύλαξη και χρήση των φυσικών πόρων.**

Για να μπορέσει μια έξυπνη πόλη να ανταποκριθεί στην πρόκληση της κλιματικής αλλαγής και μείωσης των πόρων, οι κρατικές και δημοτικές κυβερνήσεις πρέπει να δημιουργήσουν τη νομοθεσία και την οριοθέτηση των χρήσεων γης καταστατικά τις οποίες οι πολεοδόμοι πρέπει να παγιώσει τις μητροπολιτικές περιοχές και προσεκτικά να αυξήσουν την πυκνότητά τους. Οι συμπαγείς πόλεις μπορεί να ενισχύσει την εγγενή αστικών την αποτελεσματικότητά τους σε πρωτοφανή ύψη με την αξιοποίηση τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Ένα μεγάλο ποσοστό των κατοικιών που στεγάζουν πολλές οικογένειες, οι οποίες μειώνουν την κατά κεφαλήν κατανάλωση της γης, των υποδομών και οτιδήποτε άλλο γύρω από τέτοιου είδους καταναλώσεις.
- Πολλαπλές επιλογές για την ανακύκλωση, επαναχρησιμοποίηση και ανακατασκευή των υλικών, με ειδικευμένους ανθρώπους για τις δραστηριότητες αυτές.
- Κινητικότητα χωρίς αυτοκίνητο, μέσα από τις επενδύσεις που καθιστούν βιώσιμο το περπάτημα, το ποδήλατο και τα μέσα μαζικής μεταφοράς.
- Συμπαράγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και χρήση της βιομηχανικά απορριπτόμενης θερμότητας για τη μείωση της κατά κεφαλήν κατανάλωσης ενέργειας.
- Βελτιωμένη καθημερινή υγιεινή με καθαρότερο αέρα, εύκολη πρόσβαση στις παροχές, καθώς και μεγαλύτερη εγγύτητα των αγορών και της απασχόλησης.

Οι υπάρχουσες πόλεις θα μπορούσαν επίσης να επωφεληθούν από την εγκατάσταση των συστημάτων μεταφοράς που είχαν αρχικά σχεδιασθεί για οικολογικές πόλεις. Για παράδειγμα, το ηλεκτρικό σύστημα του αυτοκινήτου που προτείνονται για τη Fujisawa, πόλη στην Ιαπωνία θα παράγει μηδενικές εκπομπές CO<sub>2</sub> από τον σωλήνα εξαγωγής. Τα συστήματα για Ηλεκτρικό αυτοκίνητο απαιτούν υποδομές, εν τούτοις, ιδιαίτερα για να διασφαλιστεί ότι οι άνθρωποι μπορούν να ξεκινήσουν σε ένα ποσοστό να τα χρησιμοποιούν. Στο Τόκιο η εταιρεία με την επωνυμία Better Place έχει επιτυχία στη δοκιμή ενός συστήματος ηλεκτρικών οχημάτων που κινούνται με μπαταρίες που, όταν εξαντληθούν, γρήγορα και εύκολα μπορεί να αλλαχθούν με αντίστοιχες που έχουν επαναφορτιστεί στους σταθμούς αλλαγής μπαταρίας.

---

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΣΕΝΑΡΙΩΝ ΠΡΟΣ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΕΞΥΠΝΩΝ ΠΟΛΕΩΝ**

---

### **3.1 Η μετάβαση από τη θεωρία της έξυπνης πόλης, στην υλοποίηση της.**

Για μεγάλο μέρος του 20ού αιώνα, η ιδέα ότι η πόλη θα μπορούσε να είναι έξυπνη ήταν επιστημονική φαντασία που απεικονίζονταν μόνο στα δημοφιλή μέσα ενημέρωσης, αλλά εντελώς ξαφνικά με την κατακόρυφη αύξηση της συσκευών υπολογισμού και ελέγχου σε πολλές κλίμακες και με μια μεγάλη ποσότητα των πληροφοριών να ενσωματώνονται σε τέτοιες συσκευές, η προοπτική ότι η πόλη μπορεί να γίνει έξυπνη, γίνεται γρήγορα η νέα πραγματικότητα. Η σύγκλιση των τεχνολογιών της πληροφορίας και της επικοινωνίας παράγει αστικά περιβάλλοντα που είναι αρκετά διαφορετικά από οτιδήποτε έχουμε βιώσει μέχρι σήμερα. Οι πόλεις γίνονται όλο και πιο έξυπνες όχι μόνο όσον αφορά τον τρόπο με τον οποίο μπορούν να αυτοματοποιήσουν ρουτίνες και λειτουργίες που εξυπηρετούν μεμονωμένα πρόσωπα, κτίρια και συστήματα κυκλοφορίας, αλλά με τρόπους που μας επιτρέπουν να παρακολουθούμε, να κατανοούμε, να αναλύουμε και να σχεδιάζουμε την πόλη για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας, της δικαιοσύνης και της ποιότητας ζωής για τους πολίτες της σε πραγματικό χρόνο . Αυτό αυξάνει την προοπτική ότι οι πόλεις μπορούν να γίνουν ακόμα πιο έξυπνες μακροπρόθεσμα.

Έχοντας περιγράψει στα προηγούμενα κεφάλαια εκτενώς τον ορισμό και τα χαρακτηριστικά της έξυπνης πόλης είμαστε πλέον σε θέση να μελετήσουμε μερικά υπαρκτά σενάρια έξυπνων πόλεων. Εκατοντάδες εταιρίες σε πολλές χώρες του αναπτυγμένου και μη κόσμου ασχολούνται με μεγάλα project πόλεων , αρκετά εκ των οποίων έχουν ήδη υλοποιηθεί .Επομένως γίνεται πλέον σαφές πως τα τελευταία χρόνια παύει ο όρος «έξυπνη πόλη» παύει να γίνεται θεωρητικό αντικείμενο μελέτης και λαμβάνει σταδιακά υπόσταση .

Οι «έξυπνες» πόλεις αποτελούν τμήμα του ευρύτερου σχεδίου των δυτικών κοινωνιών για μετάβαση στην κοινωνία και οικονομία της γνώσης. Περιγράφουν περιβάλλοντα που βελτιώνουν τις ανθρώπινες ικανότητες δημιουργικότητας, μάθησης και καινοτομίας. Δημιουργούνται από την συνένωση τοπικών συστημάτων καινοτομίας που λειτουργούν μέσα στις πόλεις (τεχνολογικές συνοικίες, τεχνολογικά πάρκα, πόλοι καινοτομίας, «clusters») με ψηφιακά δίκτυα και εφαρμογές της κοινωνίας της πληροφορίας. Η αξία τους βρίσκεται στη δυνατότητα να συγκεντρώνουν και να συνδυάζουν τρεις μορφές ευφυΐας: ανθρώπινη του πληθυσμού, των πόλεων, συλλογική των θεσμών καινοτομίας, και τεχνητή των ψηφιακών δικτύων και εφαρμογών.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) έχει αφιερώσει σταθερή προσπάθεια για την χάραξη μιας στρατηγικής για την επίτευξη μιας «έξυπνης» αστικής ανάπτυξης για τις μητροπολιτικές πόλεις-περιφέρειές της. Έχει αναπτύξει μια σειρά από προγράμματα στο πλαίσιο της «Ψηφιακής ατζέντας της Ευρώπης». Τα τελευταία 5 χρόνια έχει εστιάσει την προσοχή της στην ενίσχυση της καινοτομίας και των επενδύσεων στον τομέα των υπηρεσιών με σκοπό τη βελτίωση των δημόσιων υπηρεσιών και της ποιότητας ζωής. Εκτιμάται ότι η παγκόσμια αγορά «έξυπνων» αστικών υπηρεσιών θα είναι 400 δισεκατομμύρια δολάρια ετησίως μέχρι το 2020. Παραδείγματα τεχνολογιών «έξυπνων» πόλεων και προγράμματα έχουν εφαρμοστεί σε πάρα πολλές ευρωπαϊκές πόλεις ανάμεσα στις οποίες βρίσκονται το Βερολίνο , η Βαρκελώνη , το Άμστερνταμ και το Σαουθάμπτον .

## 3.2 Ορισμένα Υπαρκτά σενάρια έξυπνης πόλης

Στο παρόν κεφάλαιο θα βάλουμε στο μικροσκόπιο ορισμένα σχέδια υλοποίησης έξυπνων πόλεων , μελετώντας απτά στοιχεία και μετρήσεις και εστιάζοντας τόσο στους στόχους των προγραμμάτων υλοποίησης όσο και στα μέχρι σήμερα αποτελέσματα τους. Επελέγησαν αντιπροσωπευτικά προγράμματα για κάθε τομέα που απασχολεί μια έξυπνη πόλη, επιλέγοντας πόλεις από διαφορετικές Ηπείρους .

*Οι τομείς που θα μας απασχολήσουν είναι :*

- Περιβάλλον
- Κλιματικές αλλαγές
- Κυκλοφοριακό (Έξυπνες μεταφορές)
- Υγεία
- Συλλογή και επεξεργασία πληροφοριών
- Επικοινωνία

### 3.2.1 “Chicago Goes Green”

**Τομέας Επιρροής : Κλιματικές αλλαγές και περιβάλλον.**

**Πόλη :** Chicago

**Βασικός στόχος προγράμματος :**

- *Μείωση εκπομπών Co2 κατά 25% πριν το 2020 και κατά 50% πριν το 2050.*

Τον Σεπτέμβριο του 2008, το Σικάγο παρουσίασε ένα σχέδιο δράσης για τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα σε ένα τέταρτο κάτω από τα επίπεδα του 1990 έως το 2020, μέχρι το 2050 που θα μπορούσε να μειώσει τις εκπομπές κατά 80 τοις εκατό. Έως 400.000 σπίτια και 9.200 ουρανοξύστες και τα εργοστάσια θα απαιτούσαν ενεργειακά αποδοτικές αλλαγές στα επόμενα 12 χρόνια.

Όλοι οι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στο Ιλινόις, 21 τον αριθμό, θα έπρεπε να ανακαινιστούν, με απαραίτητη τη σύναψη επικοινωνίας και συνεργασίας. 450.000 αναβάτες θα πρέπει να «σφηνώνονταν» σε μεγάλα τρένα και λεωφορεία κάθε μέρα, -με αύξηση 30 τοις εκατό της χρήσης των μέσων- αντί μετακίνησης με το αυτοκίνητο.

## **Ανάλυση των Τρόπων Υλοποίησης και των επιθυμητών αποτελεσμάτων .**

Επειδή η κυβέρνηση των ΗΠΑ έχει αρνηθεί να στηρίξει τις διεθνείς συνθήκες και τα ανώτατα όρια εκπομπών, ο καθορισμός των προβλημάτων του κλίματος έχει μειωθεί σε πόλεις και κράτη, πολλά από τα οποία έχουν ένα σοβαρό προβάδισμα έναντι του Σικάγο. Το Πόρτλαντ, το Όρεγκον., έχουν ήδη μειώσει κατά τις κεφαλήν εκπομπές σε 12,5 τοις εκατό κάτω από τα επίπεδα του 1990 με τη μεγαλύτερη χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς και με βάση το 10 τοις εκατό της ηλεκτρικής της ενέργειας από πηγές, όπως η αιολική και η υδροηλεκτρική. Στο Σιατλ οι εκπομπές είναι 8 τοις εκατό κάτω από τα επίπεδα του 1990, ένας αριθμός που θα μπορούσε να μειωθεί περαιτέρω με την τελειοποίηση της σιδηροδρομικής γραμμής που συνδέει το κέντρο με τον περιφερειακό αερολιμένα .Ο τότε κυβερνήτης της Καλιφόρνια Arnold Schwarzenegger δεσμεύτηκε να επαναφέρει τις εκπομπές ολόκληρου του κράτους κάτω από τα επίπεδα του 1990 έως το 2020, μέσω υψηλότερων προτύπων για τα καύσιμα και την κατάληψη του μεθανίου από τις χωματερές, μεταξύ άλλων στρατηγικών.

Ο χειρότερος αέρας στο έθνος πλανάται πάνω από τη μητρόπολη, σύμφωνα με μια βάση δεδομένων του Οργανισμού Προστασίας του Περιβάλλοντος των χημικών ουσιών που απελευθερώνουν περιοχή εταιρειών στην ατμόσφαιρα. Οι νεότεροι πόλεις μπορούν να διεκδικήσουν το μανδύα του πράσινου κινήματος εν μέρει επειδή ποτέ δεν κληρονομήσει έναν πολιτισμό που εκτρέφονταν σε άνθρακα, που είναι άφθονος στο Ιλινόις. «Είναι λίγο άδικο να συγκρίνουμε διαφορετικές πόλεις σε διαφορετικές περιοχές», λέει ο Pat Hogan, περιφερειακός συντονιστής της πολιτικής για το Κέντρο Pew για την Παγκόσμια Κλιματική Αλλαγή. Όλες αυτές οι υποχρεώσεις καθιστούν το Σικάγο ένα χαρακτηριστικό τεστ στον αγώνα κατά της υπερθέρμανσης του πλανήτη. Οι περισσότερες πόλεις των ΗΠΑ μοιάζουν με το Σικάγο: γήρανση των υποδομών, ογκώδης εργοστάσια, παλιά δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας.

Ο Sadhu Johnston, επικεφαλής της περιβαλλοντικής δράσης και αξιωματικός της κυβέρνησης του Σικάγο είναι υπεύθυνος για την κατασκευή του σχεδίου Δράσης σχετικά με το κλίμα. Υπό την εποπτεία του , ένα ανανεωμένο Σικάγο θα προσελκύσει κατασκευαστές με χρήση εναλλακτικής ενέργειας και να δημιουργήσει χιλιάδες νέες θέσεις εργασίας στις εταιρείες που αναμένεται να δημιουργηθούν. Η Πόλη των Ανέμων λειτουργεί ήδη ως τα κεντρικά γραφεία της Βόρειας Αμερικής σε επτά επιχειρήσεις αιολικής ενέργειας. Ο μεγαλύτερος κατασκευαστής στρόβιλου, Suzlon Wind Energy, προερχόταν από την Ινδία και ήρθε στο Σικάγο το 2005.

Το Σικάγο έχει ήδη λάβει ορισμένα πράσινα βήματα. Στην πόλη έχει επεκταθεί ποδηλατοδρόμος 120 μιλίων, και 400 ιδιοκτήτες κτιρίων έχουν φυτέψει βλάστηση στις στέγες τους για να απορροφούν διοξείδιο του άνθρακα και να μειώσουν την απορροή των ομβρίων υδάτων, και ανέπτυξε ένα “waste to profit” δίκτυο που μετατρέπει απομεινάρια πλαστικών και χημικών από μία εταιρεία σε χρήσιμες πρώτες ύλες για μια άλλη. Ωστόσο καλύπτοντας την πόλη με 6.000 πράσινες στέγες, όπως προβλέπεται, θα τακτοποιήσει τις εκπομπές από μόνο 170.000 μετρικούς τόνους. Με τα μονοπάτια ποδήλατου θα μπορούσε να εξαλείψει μόνο 10.000 μετρικούς τόνους. Μαζί αυτές οι στρατηγικές θα μπορούσαν να μειώσουν τις συνολικές εκπομπές περίπου κατά 1 τοις εκατό, το οποίο προφανώς δεν είναι καθόλου αρκετό.

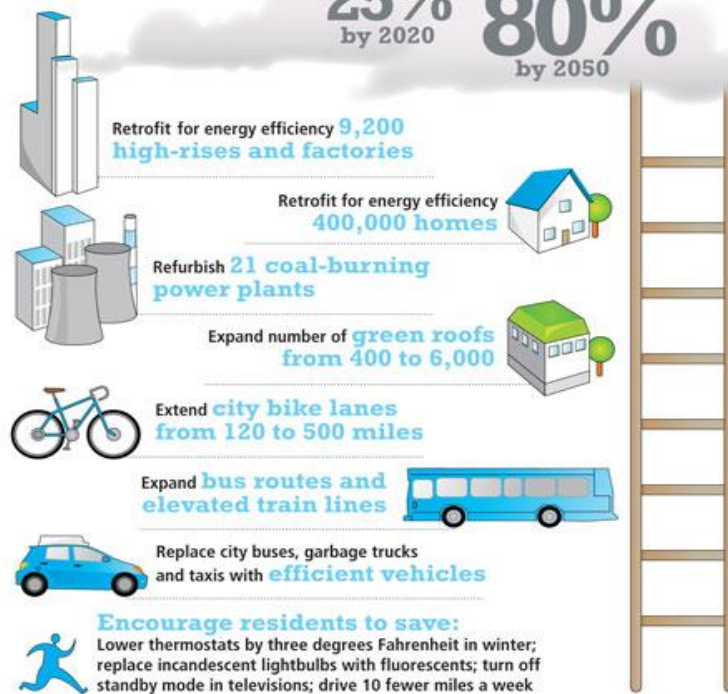
## THE PLAN

**Taking steps: Residents, businesses, utilities and transportation must all play key roles.**

**Goal: Reduce carbon dioxide emissions by ...**

**25%**  
by 2020

**80%**  
by 2050



**Εικόνα 2. Παράγοντες Υλοποίησης του σχεδίου στο Chicago**

Ο Johnston, μη κερδοσκοπικές οργανώσεις και στελέχη της βιομηχανίας ενέργειας επεξεργάστηκαν ένα σχέδιο που έχει ως στόχο να μειώσει τις συνολικές εκπομπές κατά 15 εκατομμύρια μετρικούς τόνους με προθεσμία το 2020. Το σχέδιο δεν περιλαμβάνει σαρωτικές εντολές ή νομοθετικές προτάσεις. Η επιτυχία του εξαρτάται πρωτίστως από το αν η κυβέρνηση θα ενθαρρύνει δράσεις στον ιδιωτικό τομέα.

Το ένα τρίτο των προβλεπόμενων περικοπών προκύπτουν από τους ιδιοκτήτες και τις επιχειρήσεις που ανακαινίζουν κτίρια ώστε να καταστούν ενεργειακά αποδοτικά. Άλλο ένα τρίτο προέρχεται από την αναβάθμιση της τεχνολογίας πρόληψης ρύπανσης στις υφιστάμενες μονάδες ηλεκτροπαραγωγής. Από το τελευταίο τρίτο των περικοπών, περισσότερο από το 20 τοις εκατό προέρχεται από πράσινες δημόσιες και εμπορικές μεταφορές, με το υπόλοιπο να οφείλεται στη μείωση της βιομηχανικής ρύπανσης και την ανακύκλωση των παλαιών ψυγείων και κλιματιστικών από που διαρρέουν υδροφθοράνθρακες.

Οι περιβαλλοντολόγοι είχαν απογοητευτεί ότι το σχέδιο δεν ασχολείται με τους μεγαλύτερους ρυπαντές της πόλης. Τα ηλικίας μισού αιώνα Crawford και Fisk εργοστάσια άνθρακα, που βρίσκονται εντός των ορίων της πόλης, διασπείρουν 4,8 εκατομμύρια μετρικούς τόνους διοξειδίου του άνθρακα ετησίως, που είναι το ένα τρίτο της επιθυμητής μείωσης σε εκείνο το μέρος. Το Σικάγο θα μπορούσε να εξασφαλίσει το κλείσιμο των εργοστασίων, εγκρίνοντας ένα



διάταγμα που τους διατάζει να εγκαταστήσουν δαπανηρό εξοπλισμό για τις εκπομπές οξειδίων του αζώτου και του θείου, βγάζοντας τα αυτόματα εκτός λειτουργίας. Αλλά μερικοί αμφισβητούν τη νομιμότητα μιας τέτοιας τάξης. Ένα μεγάλο μέρος των μειώσεων του άνθρακα του σχεδίου προέρχονται από πηγές στις οποίες η κυβέρνηση της πόλης έχει μικρή άμεση επιρροή. Για παράδειγμα, τα εκτεινόμενα από το Σικάγο Transit Authority (CTA) δρομολόγια λεωφορείου και τρένου, μια κίνηση που υποτίθεται ότι θα σώσει 830.000 μετρικούς τόνους αερίων του θερμοκηπίου, θα απαιτήσει πολιτειακούς και ομοσπονδιακούς πόρους που είναι σπάνια ένα σίγουρο στοίχημα. "Ένα από τα λάθη που βλέπω σε ολόκληρη τη χώρα," ο Johnston, λέει, " οι πόλεις και οι επιχειρήσεις δημιουργούν σχέδια με όλα τα είδη των στόχων, χωρίς καν να μελετήσουν το παρελθόν και να συμπεράνουν από που προέρχονται οι εκπομπές τους ".

Όταν η πόλη άρχισε να σχηματίζει την ατζέντα της κλιματικής αλλαγής, πραγματοποιήθηκε μια διεξοδική ανάλυση, με την ακρίβεια της μέτρησης να εστιάζεται στις πηγές των εκπομπών στο Σικάγο. Τα αποτελέσματα απέδειξαν ότι η πόλη αντικαθιστά τα λεωφορεία, τα απορριμματοφόρα, τα ταξί και τα φορτηγά παράδοσης με πιο αποδοτικά οχήματα. Το σχέδιο υποθέτει ότι οι ιδιοκτήτες κτιρίων θα ανακαινίσουν ουρανοξύστες και εργοστάσια για ενεργειακή απόδοση, ώστε να καταστούν λιγότερο δαπανηρά για τη θέρμανση και την ψύξη, εάν είναι επαρκή τα δάνεια που διατίθενται και τα οποία η πόλη έχει ήδη λάβει σε συνεργασία με ιδρύματα και τράπεζες. Συστήματα καλύτερης μόνωσης και νέο σύστημα θέρμανσης ζεστού νερού φωτισμού θα μειώσουν τις δαπάνες ενέργειας κατά 30 τοις εκατό.

Η ίδια αρχή ισχύει και για τη λειτουργία ενός νοικοκυριού. Το σχέδιο ισχυρίζεται ότι η αντικατάσταση των λαμπτήρων με λαμπτήρες φθορισμού, θα εξοικονομήσει \$ 108 το χρόνο για κάθε νοικοκυριό. Άλλα \$ 23 θα μπορούσαν να σωθούν από την αποσύνδεση τηλεοράσεων σε ώρες αδράνειας. Περισσότερα χρήματα θα μπορούσαν να βρεθούν χαμηλώνοντας το θερμοστάτη κατά τρεις βαθμούς Κελσίου το χειμώνα, διατηρώντας τα ελαστικά του αυτοκινήτου σωστά φουσκωμένα σε συνδυασμό με οδήγηση 10 λιγότερα μίλια κάθε εβδομάδα. Αυτά είναι μεταξύ των 13 συστάσεων για το πώς θα μπορούσαν οι κάτοικοι του Σικάγο να αλλάξουν τις συμπεριφορές τους σε μικρές, αλλά σημαντικές αλλαγές, τη διάσωση των ιδίων \$ 800 ετησίως στη διαδικασία. Εάν μόνο το ήμισυ των κατοίκων της πόλης, ακολουθούσε τις συστάσεις εξοικονόμησης άνθρακα, 800.000 μετρικοί τόνοι των εκπομπών θα εξαφανίζονταν.

Συνολικά, το πρόγραμμα θέτει τα θεμέλια για την οικονομική αλλαγή του κλίματος στο Σικάγο. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας , οι εταιρείες πράσινης τεχνολογίας αρχίζουν να εγκαθίστανται σε μια πόλη ανοιχτή και φιλική προς τα συμφέροντά τους. Αυτό είναι και το μεγάλο σχέδιο : το Σικάγο ως «Πόλη των Ανέμων» της οποίας η ηλεκτρική ενέργεια προέρχεται σε μεγάλο βαθμό από αιολικά πάρκα, αντί του «καπνιστή» Σικάγο του περασμένου αιώνα. Ο χρόνος θα δείξει αν το σχέδιό θα κριθεί απόλυτα επιτυχημένο ή απλώς μια αισιόδοξη αλλά μη βιώσιμη ιδέα.

### 3.2.2 “Tokyo Smart City Development in Perspective of 2020 Olympics ”

#### Τομείς Επιρροής : Επικοινωνία ,Κυκλοφοριακό , Περιβάλλον.

**Πόλη :** Tokyo

**Βασικοί στόχοι προγράμματος :**

- Ενίσχυση της ενεργειακής ασφάλειας και απόδοσης
- Ενίσχυση της τοπικής ανάπτυξης σε κοινωνικό και οικονομικό επίπεδο
- Την ενίσχυση της περιφερειακής και τοπικής ανταγωνιστικότητας.

Τον Σεπτέμβριο του 2013, το Τόκιο είχε επιλεγεί από τη Διεθνή Ολυμπιακή Επιτροπή ως διοργανώτρια πόλη των Ολυμπιακών και Παραολυμπιακών Αγώνων για το 2020. Οι εργασίες θα διεξαχθούν μέχρι 6 Σεπτεμβρίου, 2020.

Υπάρχουν πολλά μειονεκτήματα για τη φιλοξενία των Ολυμπιακών και Παραολυμπιακών Αγώνων, που αφορούν τη διατάραξη των συνήθων δραστηριοτήτων, με αυξημένο κίνδυνο οικονομική κακοδιαχείριση και την υποβάθμιση του περιβάλλοντος για μια εκδήλωση διάρκειας 6 εβδομάδων. Μια σειρά από διεθνείς και τοπικούς οργανισμούς είναι επιφυλακτικοί σχετικά με την ίδια την ύπαρξη πλεονεκτημάτων από τη φιλοξενία της μέγα-λης διοργάνωσης. Παρ 'όλα αυτά τα παιχνίδια είναι μια τεράστια πρόκληση και ευκαιρία για ανάπτυξη της πόλης.

Οι κατασκευές και τα σχέδια ανάπτυξης, καθώς και διεξαγωγή των Αγώνων μπορεί να έχουν βαριές επιπτώσεις στο περιβάλλον, και μακροχρόνιες συνέπειες στην δημόσια οικονομία (όπως χρέος). Εν όψει των αυξανόμενων ανησυχιών για τη βιωσιμότητα της φιλοξενίας των Ολυμπιακών και Παραολυμπιακών Αγώνων, η παρούσα εξετάζεται το δυναμικό για έξυπνη ανάπτυξη της πόλης στο Τόκιο υπό το πρίσμα του 2020. Πώς μπορούν οι Αγώνες του 2020 επηρεάσουν τις πολιτικές και ανάπτυξη του Τόκιο ως μια έξυπνη πόλη ;

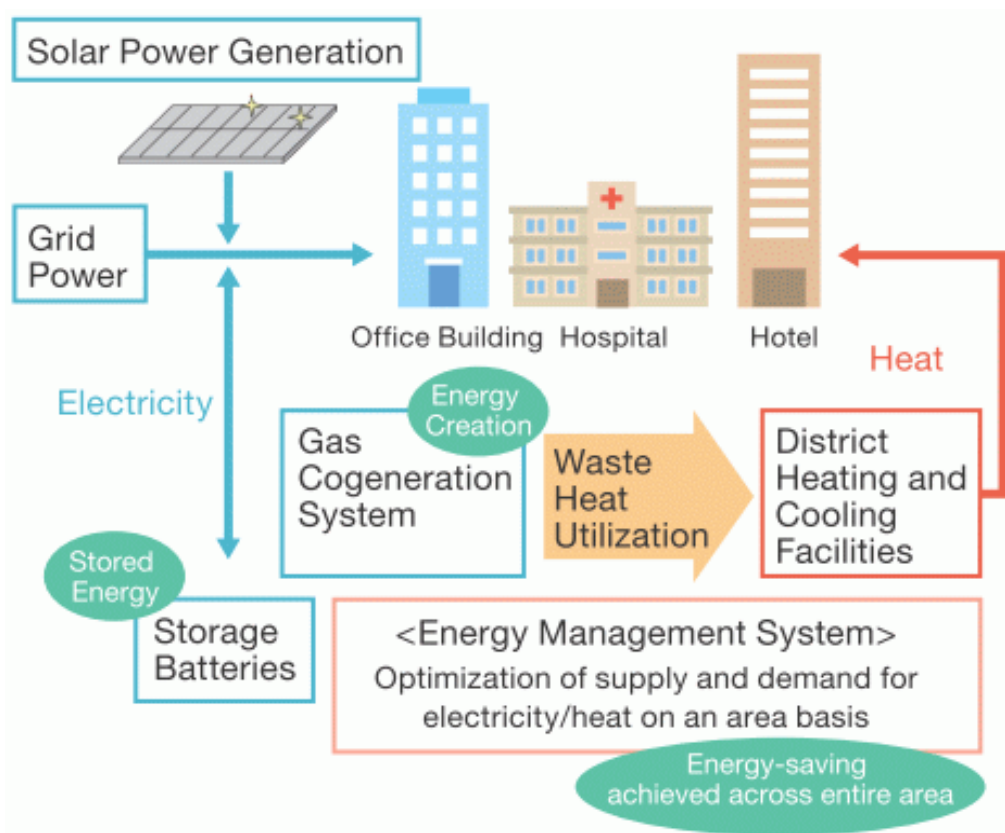
Η έξυπνη πόλη είναι ένα μοντέλο της αστικής ανάπτυξης, που ονομάζεται επίσης «έξυπνη κοινότητα» και «έξυπνη πόλη» μεταξύ άλλων όρων. Όπως ορίζεται από την Ιαπωνική κοινότητα Smart Community Alliance (JSCA) : «Μια έξυπνη κοινότητα είναι μια κοινότητα όπου οι διάφορες τεχνολογίες επόμενης γενιάς και τα προηγμένα κοινωνικά συστήματα είναι αποτελεσματικά συνδεδεμένα και χρησιμοποιούνται, συμπεριλαμβανομένης της αποτελεσματικής χρήσης της ενέργειας, χρήσης θερμότητας και αχρησιμοποίητων πηγών ενέργειας, της βελτίωσης των τοπικών συστημάτων μεταφοράς και μετασχηματισμού της καθημερινής ζωής των πολιτών " .

Το πλήθος των έξυπνων πρωτοβουλιών για την πόλη της Ιαπωνίας αυξήθηκε ύστερα από το ατύχημα της Φουκουσίμα το Μάρτιο του 2011, καθώς τα περισσότερα έργα στοχεύουν στην επίτευξη των τριών παρακάτω στόχων που αναφέρονται στην αρχή

Η ενεργειακή αυτόαρκεια και ανθεκτικότητα αποτελούν προτεραιότητα για την Ιαπωνία, η οποία δεν είναι αυτόνομη από την άποψη της παραγωγή ενέργειας: η χώρα μπορεί να παράγει μέχρι 20% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας. Και μετά το ατύχημα της Φουκουσίμα το Μάρτιο του 2011 η Ιαπωνία παράγει το 11% της εγχώριας ζήτησης ενέργειας.

Το TMG είναι μία από τις μεγαλύτερες τοπικές κυβερνήσεις στον κόσμο: Από το 2014, απασχολούσε 165.425 υπαλλήλους και ο αριθμός αυτός είναι απίθανο να μειωθεί, καθώς η πόλη προετοιμάζεται για τους Ολυμπιακούς Αγώνες του 2020, και το επιπλέον προσωπικό και κεφάλαια χρειάζονται.

Η TMG διαθέτει ειδικό καθεστώς σε σχέση με άλλους δήμους στην Ιαπωνία, καθώς είναι αρμόδια για τις διοικητικές λειτουργίες που συνήθως παρέχονται από έναν δήμο σύμφωνα με την τοπική αυτονομία. Παρ' όλα αυτά η TMG έχει ορισμένες ζωτικής σημασίας αρμοδιότητες και είναι υπεύθυνη για την παροχή νερού, την αποχέτευση, την τελική διαχείριση αποβλήτων και τη διαδικασία πυρόσβεσης μεταξύ άλλων. Παρά το μέγεθός της, η TMG είναι αρκετά ευέλικτη και έχει ξεκινήσει καινοτόμες δράσεις για την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών ζητημάτων και την προώθηση της αειφόρου ανάπτυξης από το 1990, όπως την πρώτη εκπομπή cap and trade, ένα πρόγραμμα που εφαρμόζεται σε αστική κλίμακα σε όλο τον κόσμο, επιτυγχάνοντας μια μείωση κατά 22% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε.



Εικόνα 3

Η TMG αποτελείται από ένα διοικητή (Yoichi Masuzoe από τον Απρίλιο του 2015), σε μία Μητροπολιτική Συνέλευση, 13 γραφεία, τρία Γραφεία Δημοσίων Επιχειρήσεων, και επτά Διοικητικές Επιτροπές. Παρακάτω παρατίθενται μερικά από τα γραφεία με τις σχετικές εξουσίες λήψης αποφάσεων για αυτή την έκθεση: έχει μεγάλο εύρος στη περιλαμβάνει Γραφείων

συμμετέχουν στην προετοιμασία των Ολυμπιακών και Παραολυμπιακών Αγώνων και της αειφόρου ανάπτυξης, αλλά και στους παραδοσιακούς τομείς της πολεοδομίας που έχουν ένα δυναμικό για έξυπνη ανάπτυξη ή αναβάθμιση, που κυμαίνονται από μεταφορικές υποδομές στο νερό και τα απόβλητα.

*Γραφείο του Διοικητή Σχεδιασμού Πολιτικής:*

- Σχεδιασμός και συνολικό συντονισμό των σημαντικών πολιτικών
- Προώθηση της διπλωματίας των πόλεων και της Ασίας δίκτυο των μεγάλων πόλεων δραστηριότητες
- Συνεργασία με την κεντρική κυβέρνηση και τις γειτονικές τοπικές κυβερνήσεις
- Προώθηση της Ειδικής Ζώνης για τις ασιατικές κεντρικές υπηρεσίες

*Γραφείο Πολεοδομικής Ανάπτυξης:*

- Διαμόρφωση του συνόλου των πολιτικών αστικής ανάπτυξης και πολιτικές για τη στέγαση
- Κατασκευή δρόμων, σιδηροδρόμων και άλλες αστικές υποδομές
- Βελτίωση των κατοικημένων περιοχών μέσω της αναπροσαρμογής της γης και την αστική
- έργα ανάπλασης
- Οδηγίες για την οικιστική ανάπτυξη γης και αρχιτεκτονικές δομές

*Γραφείο περιβάλλοντος*

- Παροχή οδηγιών για την οικιστική ανάπτυξη γης και αρχιτεκτονικών δομών
- Προστασία Εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων (ΔΟΕ) και το περιβάλλον

### **3.2.3 “The Vision of A Smart City, the case of New York”**

**Τομείς Επιρροής : Συλλογή και Επεξεργασία πληροφοριών, Περιβάλλον, Ενέργεια.**

Σε αυτή την περίπτωση έγινε επιλογή έξυπνης πόλης για ανάλυση με βάση τη χρονολογία έναρξης του σχεδίου προς υλοποίηση , έτος 2000. Αυτό μας καθιστά ικανούς να εντοπίσουμε και να αναλύσουμε τα ως τώρα αποτελέσματα του σχεδίου, με την πάροδο μιας δεκαπενταετίας, σε αντίθεση με σχεδιασμούς άλλων έξυπνων πόλεων , των αποτελέσματα των οποίων αναμένονται μέσα στα επόμενα χρόνια.

**Πόλη : New York**

**Βασικοί στόχοι προγράμματος:**

- Εξοικονόμηση Ενέργειας
- Βελτιστοποίηση ενεργειακής απόδοσης
- Πρόβλεψη αστικών αναγκών
- Ποιοτικό Περιβάλλον

Η Νέα Υόρκη , έχοντας ως στόχο να μπει σε τροχιά ανάπτυξης στον τομέα «ευφυΐα πόλεων» , παρακολουθεί και ενσωματώνει τις συνθήκες του συνόλου των κρίσιμων υποδομών της, συμπεριλαμβανομένων των δρόμων, γεφυρών, σηράγγων, σιδηροδρομικών γραμμών / μετρό, αεροδρομίων, λιμανιών, επικοινωνίες, νερού, ενέργειας, ακόμη και μεγάλων κτιρίων. Προσπαθεί να βελτιστοποιήσει καλύτερα τους πόρους της, το σχέδιο προληπτικών δραστηριοτήτων συντήρησης τους, και να παρακολουθεί τις πτυχές της ασφάλειας, ενώ ταυτόχρονα να μεγιστοποιεί τις υπηρεσίες προς τους πολίτες της. Η άμεση απάντηση για τη διαχείριση τόσο στα φυσικά όσο και στα ανθρωπογενή προβλήματα για το σύστημα μπορεί να καταστεί εμπεριστατωμένη και γρήγορη. Με προηγμένα συστήματα παρακολούθησης και ενσωματωμένους έξυπνους αισθητήρες, τα δεδομένα μπορούν να συλλέγονται και να αξιολογούνται σε πραγματικό χρόνο, με αποτέλεσμα την ενίσχυση της λήψης αποφάσεων διαχείρισης της πόλης. Για παράδειγμα, οι πόροι μπορεί να δεσμευθούν αρκετά νωρίς ώστε τα πληρώματα ρίψης άλατος να αποστέλλονται μόνο όταν μια συγκεκριμένη γέφυρα έχει συνθήκες πάγου και η χρήση των επιθεωρητών μειώνεται, γνωρίζοντας την κατάσταση της ζωής όλων των δομών.

Το σχέδιο το οποίο εμείς μελετάμε συζητά την τρέχουσα πρωτοβουλία που καθοδηγείται από το Εργαστήριο του Brookhaven για τη δημιουργία ενός προγράμματος έρευνας, ανάπτυξης και εγκατάστασης ατζέντας που προωθεί αυτό το όραμα. Αυτό είναι άμεσα συνδεδεμένο με την εφαρμογή της νέας τεχνολογίας για τα τρέχοντα ζητήματα αστικού κέντρου, ενώ ψάχνει 20 χρόνια μπροστά στο μέλλον και μοντελοποιεί ένα πλαίσιο της πόλης που μπορεί να υλοποιηθεί.

### **3.2.3.1 Η προσέγγιση του πλάνου**

Για την υλοποίηση αυτού του οράματος, η πρωτοβουλία αυτή έχει αναλάβει να χτίσει μια συμμαχία των πανεπιστημίων, της κυβέρνησης, των επιχειρηματικών ενώσεων, του ιδιωτικού τομέα και του επίσημου Εργαστηρίου του Brookhaven. Η πρόθεση είναι να αναπτυχθεί μια δομή που να μπορεί να συνδέσει τις ανάγκες των αστικών κέντρων με τους πόρους της ακαδημαϊκής κοινότητας και του εργαστηρίου, με αποτέλεσμα τον άμεσο εντοπισμό των κατάλληλων τεχνολογιών στα αντίστοιχα χαρτοφυλάκια τους, που μπορεί να παρουσιαστούν μέσω επίδειξης για εμπορική εκμετάλλευση σε πόλεις.

Το μοντέλο που έχει επιλεγεί για να αρχίσει αυτή τη μύηση είναι αυτό της περιοχής βορειοανατολικά των ΗΠΑ. Βασίστηκε σε μια απλή ανάλυση που εκτίμησε την πυκνότητα πληθυσμού και τους μέσους όρους ηλικίας στις περιφέρειες του αστικού κέντρου, αρχής γενομένης από τη Νέα Υόρκη. Το περιφερειακό μοντέλο, που περιγράφεται παρακάτω μπορεί στη συνέχεια να επεκταθεί σε εθνικό και διεθνές.

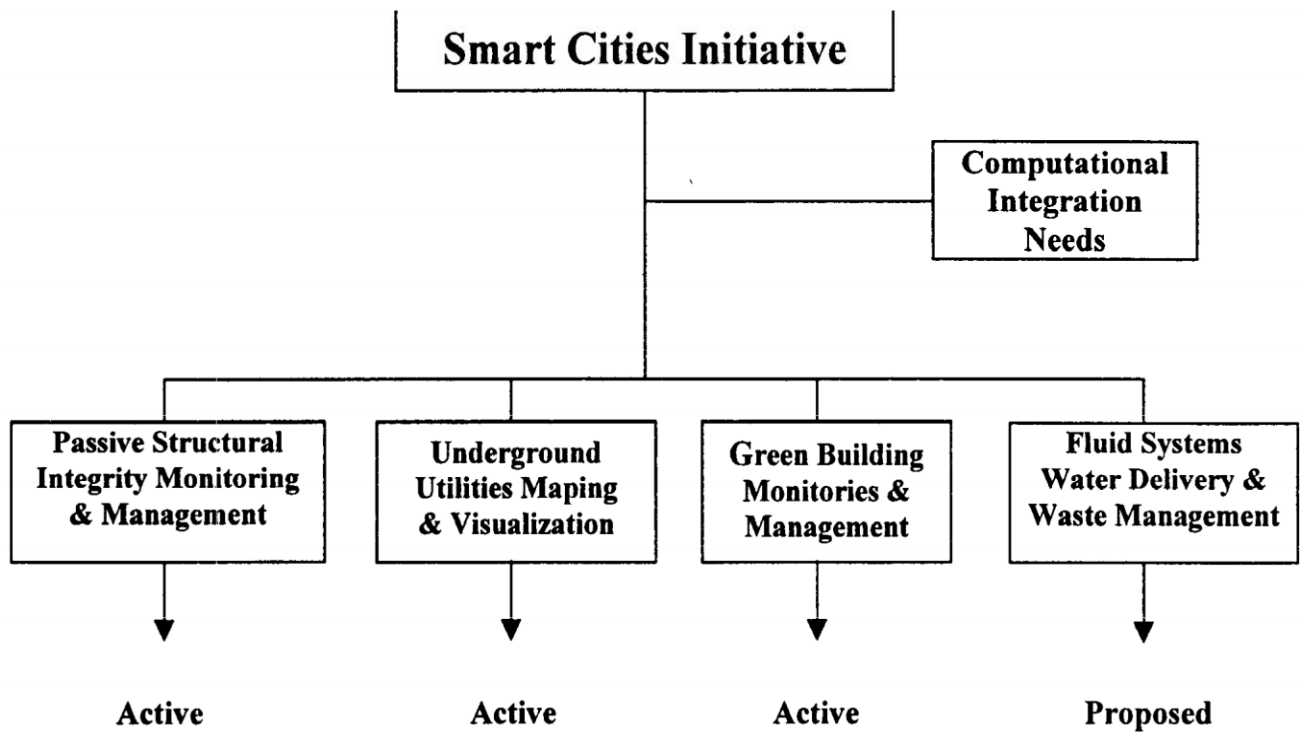
### **3.2.3.2 Η Πρόοδος στην πόλη της Νέας Υόρκης.**

Η Νέα Υόρκη είναι η τέλεια απόδειξη για την επιτυχή εφαρμογή έξυπνων τεχνολογιών όπως οι προαναφερθείσες. Πολλά από τα χαρακτηριστικά και τα οφέλη της πρωτοβουλίας για τις

ευφυείς πόλεις που ήδη αναφέρθηκαν δεν κάνουν έχουν ήδη πραγματική και απτή αποτελεσματικότητα από την υλοποίησή τους. Η Νέα Υόρκη έχει έναν πολύ ανθρώπινο και απλές απώτερο στόχο: να βελτιωθεί σημαντικά περιβάλλον διαβίωσης και εργασίας για τους αστικούς πληθυσμούς μας. Το εμπόριο, οι μεταφορές, το πλήθος των ανθρωπιστικών υπηρεσιών, η εκπαίδευσης, η στέγασης και το περιβάλλον ενισχύονται σε μεγάλο βαθμό ενισχύονται ταχύτερα και πιο οικονομικά με αυτήν την πρωτοβουλία. Η περιοχή «Πράσινα Κτίρια» αναμένεται να είναι η πρώτη σημαντική προσπάθεια προς την κατεύθυνση αυτή.

Η ιδέα της «έξυπνης Νέας Υόρκης», αν και ήταν σε ένα στάδιο του σχεδιασμού από τα τέλη του 1998, έλαβε την πρώτη χρηματοδότηση της τον Ιανουάριο του 2000. Από τότε η συμμαχία έχει συνεργαστεί με 2 περιφερειακά πανεπιστήμια καθώς και με τις Αρχές της Πολιτεία της Νέας Υόρκης αναλαμβάνοντας μεγάλα αστικά αναπτυξιακά προγράμματα. Επιπλέον, η Ένωση Επιχειρήσεων Περιβάλλοντος της Νέας Υόρκης συμφώνησε να συγκαλέσει συμβούλιο των εκπροσώπων των επιχειρήσεων να συνεχίσουν τη διαδικασία της αναγνώρισης των αναγκών και της προτεραιότητας τους.

Αυτή τη στιγμή η ιδέα της συμμαχίας έχει πλέον ωριμάσει, και ένα ενεργό πρόγραμμα έχει αρχίσει. Στην Εικόνα παρακάτω φαίνεται η κατάσταση σε τρεις τομείς ώθησης που υποστηρίζονται: παθητικές δομές, υπόγειες υπηρεσίες κοινής ωφελείας και Πράσινα Κτίρια. Μια τέταρτη, αυτή των ρευστών συστημάτων, βρίσκεται στο στάδιο αναθεώρησης. Καθώς οι πρωτοβουλίες συνεχίζουν να ωριμάζουν αναμένεται ότι νέες περιοχές ώθησης θα προστεθούν καθώς οι υπάρχουσες αρχίζουν να δημιουργούν ένα ρεύμα προϊόντος στον εμπορικό τομέα.



**Εικόνα 1.** Η κατάσταση στους σημαντικότερους τομείς του πλάνου της Νέας Υόρκης.

### 3.2.3.3 Τα Αποτελέσματα μέχρι σήμερα.

Το όραμα της Νέας Υόρκης, παρά της δυσκολίες που σχετίζονται με τον υπερπληθυσμό, έχει στεφθεί με επιτυχία. Η πρωτοβουλία αυτή έχει πλέον αυξηθεί λάβει εθνική διάσταση: Εφαρμογές, προϊόντα και τεχνολογίες έχουν ήδη βγει στο προσκήνιο με σκοπό την καταγραφή και αντιμετώπιση των αναγκών της πόλης.

Η Νέα Υόρκη, όπως πολλές άλλες πόλεις, επένδυσε σωστά στην εκπαίδευση του ανθρώπινου δυναμικού γύρω από το όραμα των Έξυπνων Πόλεων. Μέσω της πρωτοβουλίας δημιουργήθηκαν 8 εργαστήρια για να ξεκινήσει η διαδικασία της εκπαίδευσης των επιχειρήσεων και των κυβερνητικών ηγετών. Επιπλέον, πραγματοποιήθηκαν μεταβολές στα προγράμματα σπουδών σε Κολέγια Μηχανικών με τη σκέψη των αναγκών των μελλοντικών πόλεων.

Στον τομέα της παθητικής δομής (passive structure) έχει ολοκληρωθεί η έρευνα με ένα απομακρυσμένο πεδίο οπτικών αισθητήρων με δυνατότητες που ποικίλουν, από τη μέτρηση των επικίνδυνων διαρθρωτικών υποβαθμίσεων των γεφυρών, μέχρι την αποκόλληση τούβλων σε προσόψεις κτιρίων.

Στο δεύτερο τομέα, που σχετίζεται με τις υπόγειες υπηρεσίες κοινής ωφέλειας, έχει δημιουργηθεί ένα σύστημα ανίχνευσης και απεικόνισης με υψηλή ικανότητα ανάλυσης για τον εντοπισμό, όχι μόνο επιλεγμένων σημείων, όπως υπόγειων αγωγών φυσικού αερίου και νερού, αλλά και προβληματικών σημείων τους με συγκεκριμένες συντεταγμένες.

Η επιτυχία όλου αυτού του σχεδιασμού βρίσκεται στο αποτελεσματικό «ταίριασμα» των αναγκών του τελικού χρήστη με πρωτοπόρες τεχνολογίες γεννημένες από έναν «κινητήρα» χρηματοδότησης τους, συντηρούμενο από το κράτος και μεγάλες επιχειρήσεις.

### **3.2.4 Συνοπτικός Πίνακας των σεναρίων που μελετήθηκαν**

Στην επόμενη σελίδα παρατίθεται ένας συνοπτικός πίνακας των σεναρίων έξυπνων πόλεων που μελετήσαμε στο παρόν κεφάλαιο . Στην τρίτη στήλη συνοψίζονται επιγραμματικά οι στόχοι του εκάστοτε προγράμματος ενώ στην τέταρτη στήλη παρουσιάζονται βασικές δυσκολίες που απαιτείται να ξεπεραστούν για την υλοποίησή του . Μπορεί κανείς να παρατηρήσει ότι δεν υπάρχει στήλη “αποτελέσματα”. Αυτό συμβαίνει διότι τα προγράμματα αυτά εφαρμόζονται μέχρι και σήμερα επομένως δεν είναι δυνατόν να εκτιμηθεί ο πλήρης απολογισμός των αποτελεσμάτων τους . Ωστόσο τα μέχρι σήμερα αποτελέσματα του κάθε σχεδιασμού παρατίθενται στις αντίστοιχες υποενότητες.



<b>ΤΙΤΛΟΣ</b>	<b>ΠΟΛΗ</b>	<b>ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΠΛΑΝΟΥ</b>	<b>ΣΤΟΧΟΙ</b>	<b>ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ</b>
Chicago Goes Green	Chicago	2008-2020	→Μείωση εκπομπών Co2 κατά 25% πριν το 2020 κατά 50% πριν το 2050	-Μη τήρηση ορίων από κυβέρνηση -Κακές υποδομές -Υπερβολικά ρυπογόνα εργοστάσια άνθρακα -Δυσκολία προσαρμογής του απλού πολίτη
Tokyo Smart City Development Olympics 2020	Tokyo	2013-2020	→Ενεργειακή ασφάλεια	-Απότομη διατάραξη συνηθειών για τους Ο.Α -Πιθανή οικονομική κακομεταχείριση λόγω Ο.Α
New York City and State	New York	2000-present	→Πλήρης παρακολούθηση πόρων ,υπηρεσιών →Βελτιστοποίηση εν. απόδοσης →Πρόβλεψη αστικών αναγκών	-Ελλειπείς εξοπλισμοί κατά την έναρξη του σχεδίου -Μεγάλη πυκνότητα πληθυσμού

**Συνοπτικός πίνακας του Κεφαλαίου 3.**

---

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΙΣ ΕΞΥΠΝΕΣ ΠΟΛΕΙΣ**

---

## 4.1 Εισαγωγή και γνωριμία με τις έννοιες της Οντολογίας.

Στο κεφάλαιο 3 μελετήσαμε κάποια υπαρκτά σενάρια έξυπνων πόλεων εστιάζοντας κυρίως στους στόχους τους και τα εκτιμώμενα αποτελέσματα των εφαρμοσμένων σεναρίων. Στο παρόν κεφάλαιο θα προσεγγίσουμε σενάρια και μελέτες γύρω από έξυπνες πόλεις εμβαθύνοντας και γνωρίζοντας παράλληλα έννοιες άρρηκτα συνδεδεμένες με το σχεδιασμό και την υλοποίηση τους. Τέτοιες έννοιες είναι ο "σημασιολογικός ιστός", η "οντολογία", τα "συνδεδεμένα δεδομένα" και κατ' επέκταση τα εργαλεία εφαρμογής τους.

### 4.1.1 Semantic Web (Σημασιολογικός Ιστός)

Η ταχύτατη αύξηση της ανάγκης για εύρεση, αποθήκευση και διαμοιρασμό της πληροφορίας οδήγησε στην ανάπτυξη και τη διάδοση του Παγκοσμίου Ιστού (World Wide Web), ο οποίος αναμφισβήτητα, έχει επηρεάσει καθοριστικά διαφορές περιοχές της ανθρωπίνης δραστηριότητας, από τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι επικοινωνούν μεταξύ τους, μέχρι τον τρόπο με τον οποίο διεξάγουν τις επιχειρηματικές τους δραστηριότητες.

Η ανάπτυξη του Ιστού πραγματοποιήθηκε (μεταξύ άλλων) από τον Βρετανό Sir Tim Berners-Lee, μόλις το 1989 ο οποίος είχε σαν όραμα την δημιουργία ενός δικτύου κόμβων πληροφορίας όπου ο κάθε χρήστης θα μπορεί να πλοηγηθεί από έναν κόμβο σε έναν άλλον που εκείνος επιθυμεί μέσω του ειδικού συνδέσμου που τους ενώνει - εισάγοντας δηλαδή την έννοια των υπερσυνδέσεων (hyperlinks) και των εντοπιστώ πόρων (URL). Ωστόσο, αυτός ο τρόπος και η μορφή με την οποία γίνεται η διάθεση των δεδομένων περιορίζει τη χρήση και τη χρησιμότητα τους, καθώς, αν και κατανοητά από ανθρώπους, καθιστούν πολύ δύσκολη η αδύνατη την περαιτέρω ανάκτηση και επεξεργασία τους από ηλεκτρονικούς υπολογιστές, οι οποίοι μπορούν να αυτοματοποιήσουν πολλές από τις χρονοβόρες διαδικασίες.

Την λύση στο παραπάνω πρόβλημα έρχεται να δώσει ο Σημασιολογικός Ιστός- Semantic Web (ως μέρος Web 3.0) που εφευρέθηκε και πάλι από τον Tim Berners-Lee ο οποίος αναφέρει: «Ο Σημασιολογικός Ιστός δεν είναι ένας ξεχωριστός ιστός, αλλά μια επέκταση του υπάρχοντος, όπου ένα σαφές νόημα δίνεται στις πληροφορίες και που, ακόμα, επιτρέπει στους ανθρώπους να συνεργάζονται με τους υπολογιστές. Ένας ιστός δεδομένων ο οποίος μπορεί να προσπελαστεί από υπολογιστές άμεσα και έμμεσα.».

Για να γίνει περισσότερο κατανοητή η σημασία του Σημασιολογικού Ιστού αρκεί να αναλογιστούμε μία από τις πλέον διαδεδομένες χρήσεις του Διαδικτύου που δεν είναι άλλη από την αναζήτηση πληροφοριών στις μηχανές αναζήτησης (search engines). Εκεί η αναζήτηση γίνεται με την χρήση «λέξεων-κλειδιών» έχοντας ως αποτέλεσμα την επιστροφή τεράστιου όγκου ακατάλληλων πληροφοριών που δεν ανταποκρίνονται στο αρχικό αίτημα του χρήστη. Αυτό συμβαίνει διότι ο υπολογιστής δεν αντιλαμβάνεται την σημασία των εννοιών που αναζητούμε έτσι ώστε να επεξεργαστεί κατάλληλα τα δεδομένα κι επομένως επιστρέφει ως αποτέλεσμα όλα τα έγγραφα στα οποία αναφέρεται η συγκεκριμένη έννοια. Έτσι η αξιολόγηση

και η ερμηνεία των επιστρεφόμενων πληροφοριών θα πρέπει να γίνει χειρωνακτικά έχοντας ως αποτέλεσμα κόστος σε χρόνο, κόπο και δυσχρηστία αφού δεν θα χουν αξιοποιηθεί στο έπακρο οι δυνατότητες του υπολογιστή.

Η ύπαρξη του Σημασιολογικού Ιστού δίνει τη δυνατότητα να τοποθετηθούν ετικέτες σε όλο το περιεχόμενο του Ιστού, να περιγράψουμε τι είναι κάθε κομμάτι πληροφορίας και να δώσουμε σημασιολογικό νόημα στο αντικείμενο του περιεχομένου. Οι οργανισμοί που παρέχουν διάφορες υπηρεσίες μπορούν να βάλουν ετικέτες με νόημα σε αυτές τις υπηρεσίες. Χρησιμοποιώντας πράκτορες λογισμικού βασισμένους στον Ιστό, μπορούμε να βρούμε δυναμικά αυτές τις υπηρεσίες και να τις χρησιμοποιήσουμε προς όφελός μας ή σε συνεργασία με άλλες υπηρεσίες.

Η πρόοδος προς την καλύτερη ολοκλήρωση των δεδομένων θα συντελεστεί μέσω της χρήσης της τεχνολογίας-κλειδί που έκανε τον Παγκόσμιο Ιστό τόσο επιτυχημένο: το σύνδεσμο. Η δύναμη του Ιστού σήμερα, συμπεριλαμβανομένης της δυνατότητας να βρούμε τη σελίδα για την οποία ψάχνουμε, έγκειται στο γεγονός ότι τα έγγραφα τοποθετούνται στον Ιστό σε πρότυπη μορφή και έπειτα συνδέονται μεταξύ τους. Ο Σημασιολογικός Ιστός θα δώσει τη δυνατότητα καλύτερης ολοκλήρωσης των δεδομένων, επιτρέποντας στον καθένα ο οποίος τοποθετεί μεμονωμένα στοιχεία δεδομένων στον Ιστό, να τα συνδέσει με άλλα κομμάτια δεδομένων, χρησιμοποιώντας πρότυπες μορφοποιήσεις.

### **Το αποτέλεσμα της χρήσης των τεχνολογιών του Σημασιολογικού Ιστού για να:**

- 1.** Δημοσιεύσουμε δομημένα δεδομένα στον Ιστό,
- 2.** Θέσουμε συνδέσμους μεταξύ δεδομένων από μια πηγή δεδομένων προς δεδομένα μέσα σε άλλες πηγές δεδομένων είναι τα Συνδεδεμένα Δεδομένα (Linked Data).

Ως αποτέλεσμα θα προκύψει ο Ιστός των Δεδομένων (Web of Data). Με τη διασύνδεση συνόλων δεδομένων, οι μηχανές θα μπορούν να διασχίζουν έναν ανεξάρτητο ιστό δομημένων πληροφοριών έτσι ώστε να συλλέξουν σημασιολογική γνώση από αυθαίρετες οντολογίες και τομείς. Το αποτέλεσμα θα είναι μια μαζική βάση γνώσης με ελεύθερη πρόσβαση η οποία θα αποτελέσει τα θεμέλια μιας νέας γενιάς εφαρμογών και υπηρεσιών.

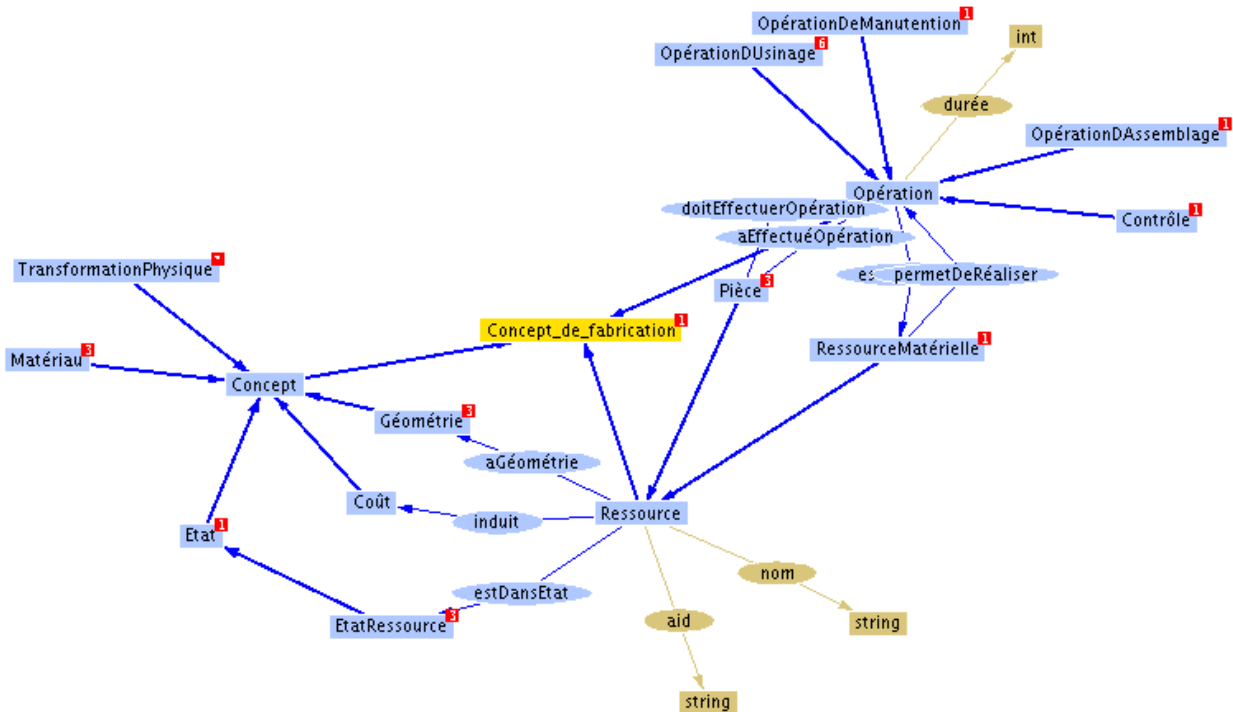
#### **4.1.2 Οντολογία**

Στην Πληροφορική, η οντολογία είναι ένας τυπικός και σαφής ορισμός μιας κοινής και συμφωνημένης εννοιολογικής μορφοποίησης που αφορά σε ένα πεδίο ενδιαφέροντος. Αυτή η τυπική αναπαράσταση γνώσης ως ένα σύνολο εννοιών, σχέσεων και ιδιοτήτων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για συλλογιστική (εξαγωγή συμπερασμάτων/νέας γνώσης) και για την δομημένη περιγραφή γνώσης ενός πεδίου ενδιαφέροντος.

Οι οντολογίες έχουν καθιερωθεί ως δομημένα πλαίσια για την οργάνωση πληροφορίας και χρησιμοποιούνται κυρίως στην Τεχνητή Νοημοσύνη, στον Σημασιολογικό Ιστό, στη Βιοπληροφορική, στην επιστήμη Βιβλιοθηκονομίας, και σε άλλες επιστήμες/κλάδους ως μια μορφή αναπαράστασης γνώσης για τον κόσμο.

Στο Σημασιολογικό Ιστό, (απλές) «οντολογίες» μπορεί να αναφέρονται ως «λεξιλόγια». Τα λεξιλόγια ορίζουν τις έννοιες και τις σχέσεις («όρους») οι οποίοι χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν και να αναπαραστήσουν ένα πεδίο. Τα λεξιλόγια ταξινομούν τους όρους, χαρακτηρίζουν πιθανές σχέσεις, και καθορίζουν τυχόν περιορισμούς στην χρήση των όρων αυτών.

Στο πλαίσιο των βάσεων δεδομένων, η οντολογία μπορεί να θεωρηθεί ως ένα επίπεδο αφαίρεσης των μοντέλων δεδομένων, ανάλογο με το ιεραρχικό και το σχεσιακό μοντέλο.



Εικόνα 2. Παράδειγμα οντολογίας με γραφική αναπαράσταση.

### 4.1.3 Linked Open Data (Διασυνδεδεμένα δεδομένα)

Ο όρος Linked Data αναφέρεται σε δεδομένα σχετικά με τη χρήση του Web δεν ήταν προηγουμένως συνδεδεμένα μεταξύ τους. Η χρήση του Web μειώνει τα εμπόδια για τη διασύνδεση των δεδομένων. Πιο συγκεκριμένα, το Wikipedia ορίζει τα Linked Data ως "έναν όρο που χρησιμοποιείται για να περιγράψει μία Συνιστώμενη βέλτιστη πρακτική για την έκθεση, την ανταλλαγή, και τα σύνδεση στοιχείων των δεδομένων, πληροφοριών, γνώσης και Σημασιολογικού Ιστού . Τα Συνδεδεμένα Δεδομένα, (Linked Data) αναγνωρίστηκαν ως το επόμενο μεγάλο βήμα εξέλιξης του Ιστού, και το νέφος (Linked Open Data cloud) το οποίο σχηματίζουν μεγαλώνει με ασύλληπτους ρυθμούς. Αποτελούν δε μακράν την πιο διαδεδομένη και αποδεκτή μέθοδο δημοσιοποίησης δεδομένων στον παγκόσμιο Σημασιολογικό Ιστό .

Ο εμπνευστής της ιδέας των Συνδεδεμένων Δεδομένων είναι ο Tim Berners-Lee ο οποίος , το 2006, έγραψε ένα σχεδιαστικό σημείωμα προτείνοντας 4 συγκεκριμένες αρχές για την έκδοση των δεδομένων στον Σημασιολογικό Ιστό. Οι αρχές αυτές θα λέγαμε ότι αποτελούν περισσότερο προτάσεις παρά κανόνες που πρέπει υποχρεωτικά να ακολουθούνται. Ωστόσο θεωρείται ότι η εναρμόνιση με αυτές τις αρχές θα καθιστά τα δεδομένα που δημοσιεύονται πιο εύκολα στην διαχείριση τους για τους υπόλοιπους χρήστες.

Οι 4 αυτές αρχές είναι:

- Η χρήση URI για την ταυτοποίηση αντικειμένων.
- Η χρήση HTTP URIs ούτως ώστε οι χρήστες να μπορούν να ανατρέξουν στο αντικείμενο που ταυτοποιείται από το URI και να λάβουν μια περιγραφή του.
- Όταν κάποιος χρήστης ανατρέχει σε ένα URI, θα πρέπει να παράσχονται χρήσιμες πληροφορίες με την χρήση των προβλεπόμενων προτύπων ( RDF, RDFS, SPARQL).
- Η προσθήκη συνδέσμων σε άλλα URIs έτσι ώστε να μπορούν οι χρήστες να ανακαλύψουν επιπλέον πράγματα.

#### 4.1.4 Η οντολογία στις έξυπνες πόλεις .

Κατά την τελευταία δεκαετία, το φαινόμενο του Σημασιολογικού Ιστού έχει υιοθετήσει πολλές νέες ιδέες μέσα από προσεγγίσεις που επικεντρώνονται στην ενοποίηση των δεδομένων και τη σημασιολογική διαλειτουργικότητα. Το σύννεφο των Linked Data έχει αρχίσει να αυξάνεται με ταχείς ρυθμούς και να γίνεται ένα από τα κεντρικά στοιχεία του Σημασιολογικού Ιστού.

Διάφορες μέθοδοι για το σχεδιασμό τυπικών οντολογιών έχουν μπει στο επίκεντρο της έρευνας από τις αρχές της δεκαετίας του ενενήντα, όταν η σημασία τους και η πιθανή πρακτική εφαρμογή στις επιστήμες μηχανικού είχε γίνει κατανοητή πλέον. Ωστόσο, συχνά απαιτείται σημαντική προσαρμογή των γενικών μεθοδολογιών όταν εφαρμόζονται σε απτά σενάρια.

## 4.2 “Producing Linked Data for Smart Cities: the case of Catania “

### Τομείς Επιρροής : Περιβάλλον , Κυκλοφοριακό , Επικοινωνία.

Πόλη : Catania

**Βασικοί στόχοι προγράμματος :**

- 1) Ευρύ σύστημα γεωγραφικών πληροφοριών
- 2) Παροχή δεδομένων στις γραμμές και στάσεις λεωφορείων και τρένων
- 3) Διαχείριση και συντήρηση του δημόσιου συστήματος έξυπνου φωτισμού της πόλης
- 4) Συντήρηση της κατάστασης των δρόμων, πεζοδρομίων, σημάτων και της σηματοδότησης
- 5) Διαχείριση ιστορικών στοιχείων για συλλογή αστικών αποβλήτων

### 4.2.1 Η διάρθρωση του προγράμματος προς εφαρμογή στην πόλη Catania

Ο σκελετός του σεναρίου προς εφαρμογή στην πόλη της Νότιας Ιταλίας απαρτίζεται από 4 βασικά σημεία τα οποία είναι :

1. Μια μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε για τη συλλογή, τον εμπλουτισμό, και τη δημοσίευση διασυνδεδεμένων δεδομένων για το Δήμο της Κατάνια, μια πόλη στη νότια Ιταλία, στο πλαίσιο του προγράμματος PRISMA, «cloud πλατφόρμες για Έξυπνη-Κυβέρνηση» . Συλλέχθηκε μεγάλος όγκος δεδομένων της πόλης ,τα αποτελέσματα της επεξεργασίας των οποίων περιγράφουν τη διαδικασία για να δημιουργηθεί ένα σημασιολογικό μοντέλο για τα δεδομένα της πόλης.
2. Ένα πρότυπο σχεδιασμού οντολογίας για τη μοντελοποίηση των αστικών διαδρομών στα μέσα μαζικής μεταφοράς. Αυτό λειτουργεί ως ένα νέο μοντέλο δεδομένων της κυβέρνησης για έξυπνες πόλεις που δίνουν την ευκαιρία για εννοιολογική διαλειτουργικότητας.
3. Μέθοδοι, διαδικασίες και εργαλεία για την εξασφάλιση της σημασιολογικής διαλειτουργικότητας κατά τη διάρκεια της διαδικασίας μετασχηματισμού. Για παράδειγμα, πληροφορίες σχετικά με τις εγκαταστάσεις της πόλης που προέρχονται από διαφορετικές πηγές εκπροσωπούνται ομοιόμορφα ως τύποι εγκαταστάσεων (π.χ. μπακάλικο), με σκοπό να γενικεύσει τις απαιτήσεις των χρηστών, όταν χρειάζεται. Μπορεί επίσης να επιτευχθεί καθορισμός νέων τύπων εγκατάστασης (π.χ. όλες οι εγκαταστάσεις που πληρούν ορισμένες προϋποθέσεις). Το Μοντέλο δεδομένων παρουσιάζει αυτά τα ετερογενή δεδομένα με έναν ενιαίο και αφηρημένο τρόπο, που είναι κεντρικής σημασίας για την παροχή «έξυπνων» εφαρμογών για την πόλη.
4. Δύο εφαρμογές που αποδεικνύουν τη χρησιμότητα του μοντέλου και αποτελούν κορυφαίες προτεραιότητες για την πόλη της Κατάνια. Η πρώτη είναι μια υπηρεσία που προτείνει την καλύτερη τοποθεσία των εγκαταστάσεων, βασιζόμενη σε παραμέτρους που παρέχονται από άλλους χρήστες, και μπορεί να χρησιμοποιηθούν. Παραδείγματος χάρη, οι πληροφορίες αυτές θα χρησιμοποιηθούν για να βοηθηθούν οι επιχειρηματίες να αποφασίσουν τη θέση γραφείων για εγκαταστάσεις επιχειρήσεων, για να προωθηθεί άρτια ο σχεδιασμός αστικών εγκαταστάσεων και υποδομών, ή να προσφερθεί μια επικαιροποιημένη αξιολόγηση του ακινήτου για την αγορά.
5. Η δεύτερη εφαρμογή σχετίζεται με την βιώσιμη κινητικότητα και τη βέλτιστη δυνατότητα δρομολόγησης οχημάτων έκτακτης ανάγκης. Στοχεύει στη διαχείριση σε πραγματικό χρόνο της οδικής κυκλοφορίας και των μέσων μαζικής μεταφοράς, ενημερώνοντας τους πολίτες σχετικά με την κατάσταση του οδικού δικτύου σε αστικές περιοχές, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια των αστικών καταστάσεων έκτακτης ανάγκης, και



επαναπροσδιορίζοντας συνεχώς τον όγκο κίνησης της οδικής κυκλοφορίας, με την παροχή πληροφοριών για τις καλύτερες εναλλακτικές διαδρομές για τον εκάστοτε προορισμό, τα πλησιέστερα νοσοκομεία ή άλλους χώρους ενδιαφέροντος.

#### 4.2.2. Χτίζοντας ένα μοντέλο διακυβέρνησης μέσω δεδομένων για την έξυπνη πόλη

Τα Συνδεδεμένα Δεδομένα αποτελούν την πιο κατάλληλη λύση για τη δημοσίευση ανοιχτών κυβερνητικών δεδομένων στον Ιστό, αφού οι κανόνες τους συνάδουν με τους κανόνες των ανοιχτών κυβερνητικών δεδομένων, όπως παρουσιάστηκαν παραπάνω. Η χρήση των URIs και του RDF, που αποτελούν παγκόσμια προσβάσιμες μορφές, συνεπάγεται την τυποποίηση της ταυτοποίησης και αναπαράστασης των κυβερνητικών πόρων. Με τον τρόπο αυτό, θα μειωθούν τα εμπόδια στη σύνδεση ανοιχτών κυβερνητικών δεδομένων σε παγκόσμια κλίμακα.

Ο Tim Berners-Lee, σε αναφορά του σχετικά με τη δημοσίευση Κυβερνητικών Δεδομένων στον Ιστό, επισημαίνει ότι «κατ' αρχήν, τα πρωτογενή δεδομένα πρέπει να γίνουν διαθέσιμα στον Ιστό το συντομότερο δυνατό. Κατά προτίμηση, πρέπει να δημοσιευτούν ως Συνδεδεμένα Δεδομένα. Το επόμενο βήμα είναι να συνδεθούν με άλλες πηγές. Ως χαμηλότερη προτεραιότητα, πρέπει να δημιουργηθούν ωραίες διεπαφές χρήστη – εάν οι ενδιαφερόμενες κοινότητες έξω από την κυβέρνηση δεν το έχουν κάνει ήδη. Η τεχνολογία των Συνδεδεμένων Δεδομένων, αντίθετα με κάθε άλλη τεχνολογία, επιτρέπει σε κάθε επικοινωνία δεδομένων να αποτελείται από πολλά αναμειγμένα λεξιλόγια. Κάθε λεξιλόγιο προέρχεται από μια κοινότητα είτε είναι διεθνής, εθνική, κρατική ή τοπική, ή εξειδικευμένη σε κάποιο τομέα της βιομηχανίας.

*Τα κυβερνητικά δεδομένα τοποθετούνται διακτυακά για τρεις κυρίως λόγους:*

1. Αυξάνουν την επίγνωση του πολίτη για τις κυβερνητικές λειτουργίες ώστε να επιτευχθεί μεγαλύτερη αξιοπιστία
2. Συμβάλλουν με πολύτιμες πληροφορίες που αφορούν τον κόσμο, και
3. Δίνουν τη δυνατότητα στην κυβέρνηση, τη χώρα και τον κόσμο να λειτουργήσουν πιο αποδοτικά.

Καθένας από τους σκοπούς αυτούς εξυπηρετείται με βέλτιστο τρόπο με τη χρήση τεχνικών των Συνδεδεμένων Δεδομένων. Γενικά τα Συνδεδεμένα Δεδομένα είναι:

**Ανοιχτά:** Προσβάσιμα μέσω απεριόριστης ποικιλίας εφαρμογών διότι είναι εκφρασμένα σε ανοιχτά, μη-ιδιωτικά σχήματα.

**Modular :** Τα Συνδεδεμένα Δεδομένα μπορούν να συνδυαστούν (πολτοποιηθούν) με κάθε άλλο κομμάτι Συνδεδεμένων Δεδομένων. Για παράδειγμα, τα κυβερνητικά δεδομένα για τα έξοδα της

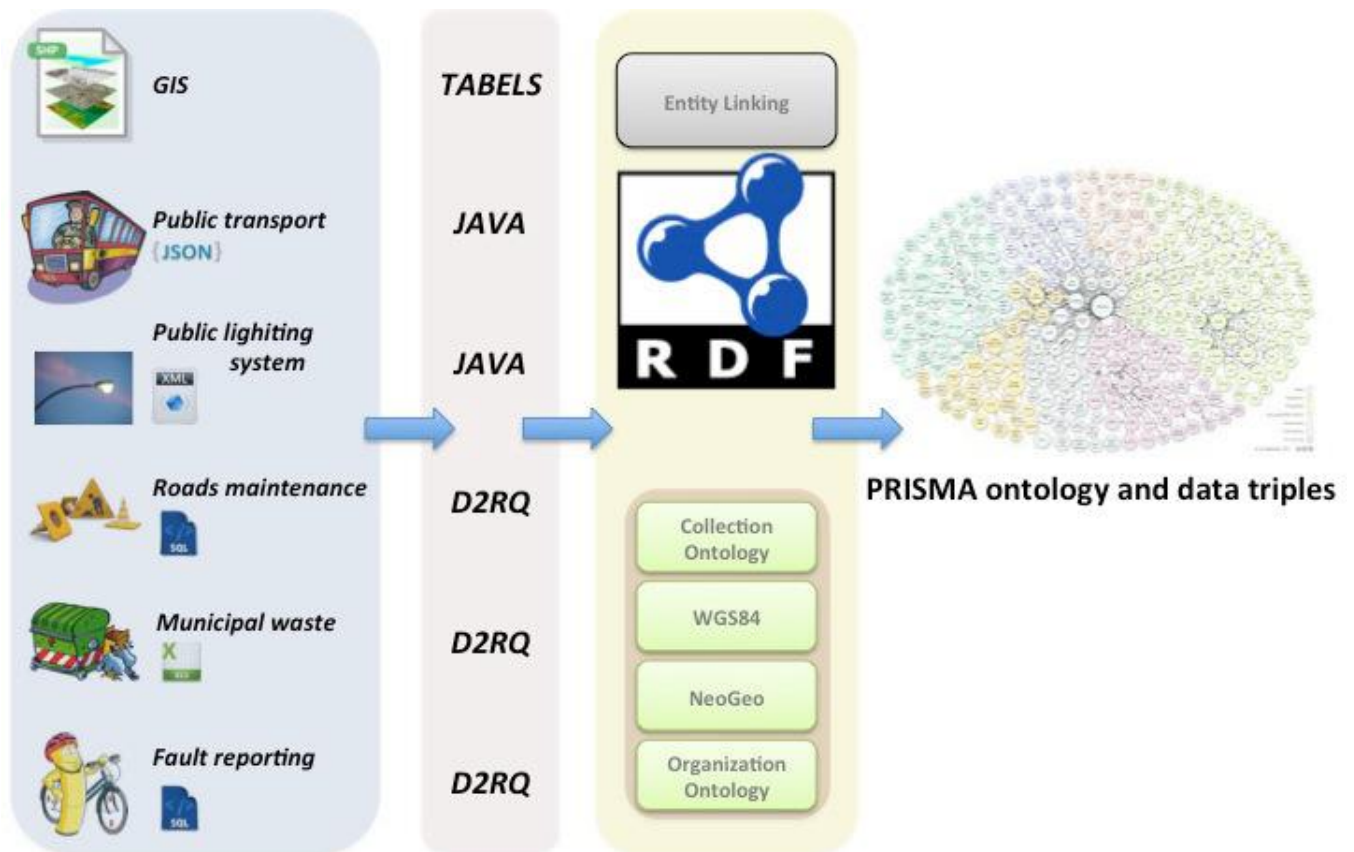
φροντίδας υγείας για μια δεδομένη γεωγραφική περιοχή μπορούν να συνδυαστούν με άλλα δεδομένα για τα χαρακτηριστικά του πληθυσμού αυτής της περιοχής ώστε να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα των κυβερνητικών προγραμμάτων. Δεν απαιτείται προηγούμενος σχεδιασμός για το συγκερασμό αυτών των πηγών δεδομένων εφόσον χρησιμοποιούν και οι δύο τα πρότυπα των Συνδεδεμένων Δεδομένων.

**Κλιμακούμενα:** Είναι εύκολο να προσθέσουμε επιπλέον Συνδεδεμένα Δεδομένα σε αυτά που ήδη υπάρχουν, ακόμα και όταν οι όροι και οι ορισμοί που χρησιμοποιούνται αλλάζουν με το χρόνο.

### **4.2.3. Η μέθοδος διακυβέρνησης μέσω Συνδεδεμένων Δεδομένων στην πόλη Κατάνια**

Οι μεθοδολογίες που χρησιμοποιήθηκαν στο έργο για το Δήμο της Κατάνια βασίζονται σε πρότυπο με πάνω στο σχεδιασμό οντολογίας (όπως π.χ. περιγράφονται και αξιολογούνται), και τις κατευθυντήριες γραμμές για το σχεδιασμό LOD και δημοσίευση στοιχείων εν όψει της σημασιολογικής διαλειτουργικότητας μεταξύ, συντονισμένη και εκδίδονται από τον Οργανισμό για την ψηφιακή Ιταλία, όπως π.χ. εφαρμόζονται για το σχεδιασμό του Linked Open Data για την ιταλική Δείκτη της Δημόσιας Διοίκησης. Το έργο μας επωφελήθηκαν επίσης από την εμπειρία που αποκτήθηκε σε προηγούμενα έργα, ιδίως η συσκευή της data.cnr.it, το Linked Open Data πύλη για το Εθνικό Συμβούλιο Έρευνας ιταλικά.

Τα δεδομένα που διακινούνται είναι στα ιταλικά, ως εκ τούτου, το παραγόμενο μοντέλο συνδεδεμένων δεδομένων παρατίθεται επίσης σε ιταλικό πλαίσιο. Ωστόσο, ολόκληρη η διαδικασία είναι εντελώς ανεξάρτητη από τη γλώσσα. Το σχήμα 1 παρακάτω παρέχει ένα διάγραμμα που συνοψίζει τη μεθοδολογία που υιοθετήθηκε για την παραγωγή του σημασιολογικού μοντέλου συνδεδεμένων δεδομένων. Από αριστερά προς τα δεξιά, περιγράφουμε τις βασικές πηγές δεδομένων, τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται για τη μετατροπή των δεδομένων, καθώς και τα πρότυπα που χρησιμοποιούνται για την αναπαράσταση γνώσης.



## PRISMA Semantic Data Model

Εικόνα 6. Μεθοδολογία παραγωγή του σημασιολογικού μοντέλου συνδεδεμένων δεδομένων για το δήμο της Catania

---

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΕΝΑ ΣΕΝΑΡΙΟ ΕΞΥΠΝΗΣ ΠΟΛΗΣ**

---

## **5.1 Εισαγωγή στη μοντελοποίηση μιας έξυπνης γειτονιάς.**

Όπως ήδη μελετήσαμε στις προηγούμενες ενότητες , μία έξυπνη πόλη απαρτίζεται από εκατοντάδες λειτουργίες και οντότητες. Στην παρούσα εργασία θα εστιάσουμε τη μελέτη μας σε ορισμένες από αυτές , αναλύοντάς τες και μοντελοποιώντας τες με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορούν να επεκταθούν και να αποτελέσουν θεμελιώδες κομμάτι ενός smart-plan προς υλοποίηση σε πόλη.

### **5.1.1 Η κατασκευή του smart plan.**

Στην ενότητα αυτή θα ορίσουμε τα έξυπνα σενάρια και τους κανόνες που επιθυμούμε να εφαρμοστούν σε ένα τέτοιο smart plan. Για την διαμόρφωση αυτών, ανατρέξαμε σε βιβλιογραφία κι και άλλες ηλεκτρονικές πηγές προκειμένου να ορίσουμε όσο το δυνατόν πιο εύστοχα τις οντολογίες, τις παραμέτρους και τις πιθανές τιμές στις οποίες αυτές κυμαίνονται .

Μέσω της μελέτης και του συνδυασμού αυτών, διατυπώθηκαν θεμελιώδεις κανόνες οι οποίοι θα παρουσιαστούν αναλυτικά παρακάτω. Επιπλέον, εισαγάγαμε πρόσθετα σενάρια πέραν των προτεινόμενων λύσεων, με στόχο αφενός την απόδοση περισσότερης ευφυΐας στο σύστημα και την εξυπηρέτηση των κατοίκων κι αφετέρου την απόδειξη του επιπέδου επέκτασης και του μεγάλου εύρους εφαρμογής τέτοιου είδους τεχνολογιών.

Καθ' όλη την διάρκεια διατύπωσης των σεναρίων, ιδιαίτερη προσοχή δόθηκε στην απόδοση ιεραρχίας και σειράς προτεραιότητας στους κανόνες. Δεδομένου λοιπόν ότι έναν μέσο εργαζόμενο θα τον απασχολήσει πρωταρχικά το οικονομικό όφελος που θα αποκομίσει από το σύστημα , τον παράγοντα κόστος τον θέσαμε ως θεμελιώδη και πρωτεύων . Ως επέκταση του συστήματος , καταφέραμε να παραμετροποιήσουμε άλλα ερωτήματα που θα απασχολήσουν έναν μέσο εργαζόμενο του σήμερα και πολύ περισσότερο του αύριο.

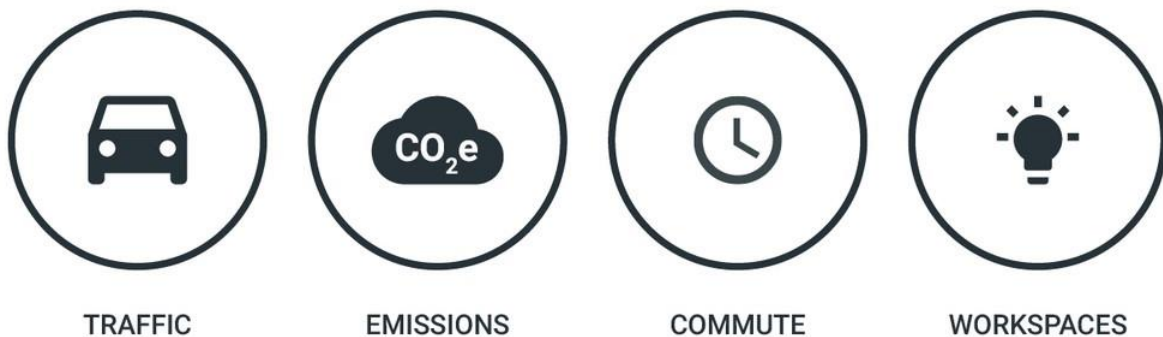
### **5.1.2 Τα ερωτήματα που απαρτίζουν τη βάση της μελέτης.**

Η προσέγγισή μας θα εστιάσει στο καθημερινό πρόγραμμα ενός κατοίκου μιας έξυπνης πόλης , από τη στιγμή που αυτός ξυπνάει μέχρι τη στιγμή που φθάνει στο χώρο εργασίας του , σε μία εργάσιμη μέρα.

Ο κάτοικος αυτός , προκειμένου να εξοικονομήσει χρόνο , χρήμα και φυσικούς πόρους καλείται να βρει λύσεις σε ζητήματα όπως τα παρακάτω :

- Ποιο είναι το κόστος για τη μεταφορά του προς το χώρο εργασίας του.
- Πόσο χρόνο θα διαρκέσει η μεταφορά του.

- Ποιο είναι το μέσο μεταφοράς που τον συμφέρει για την μετάβασή του, σύμφωνα με τις εκάστοτε συνθήκες.
- Ποιο μέσο θα εξασφαλίσει λιγότερους ρύπους για το περιβάλλον.
- Πόσο χρόνο τελικά μπορεί να ξοδέψει για προσωπική του χρήση και παράλληλα να καταφέρει να είναι συνεπής στο ωράριο του.
- Με ποιο τρόπο μπορεί να βελτιώσει το πρόγραμμα του έτσι ώστε να καταφέρει έναν ικανοποιητικό συνδυασμό χαμηλού κόστους και χρόνου.



**Εικόνα 1. Βασικές παράμετροι έξυπνης πόλης στις οποίες θα εστιάσει η εφαρμογή μας.**

Τα παραπάνω είναι μόνο ορισμένα από τα ερωτήματα στα οποία η μελέτη μας δίνει ξεκάθαρες απαντήσεις, αν εφαρμόσουμε το σύστημα που εκπονήθηκε για συγκεκριμένο χρήστη, με συγκεκριμένα δεδομένα.

## **5.2 Η Βασική ιδέα**

Προκειμένου να επιτύχουμε την υλοποίηση , πρέπει αρχικά να καθορίσουμε αυστηρώς το πλάνο που θα χρησιμοποιηθεί ως μοντέλο και βάση εφαρμογής των σεναρίων. Με σκοπό αυτό να μπορεί να ανταποκρίνεται όσο το δυνατόν περισσότερο στην πραγματικότητα και να αποτελεί ένα κλασικό πρότυπο, επιλέχθηκε σαν βάση το υποθετικό σπίτι μιας μέσης αστικής οικογένειας στο οποίο ζει τουλάχιστον ένας εργαζόμενος . Όπως είναι λογικό, κάνουμε χρήση δεδομένων μέσω web εφαρμογής κινητού , smart watch και άλλων ασύρματων τεχνολογιών διαδικτύου πάνω στις οποίες θα μπορεί να στηριχθεί το μετέπειτα σημασιολογικό επίπεδο.

## **5.3 Παράμετροι που απαρτίζουν το πρόβλημα**

Στην συγκεκριμένη ενότητα ορίζονται τα έξυπνα σενάρια και οι κανόνες που επιθυμούμε να εφαρμοστούν σε ένα τέτοιο υποθετικό smart plan. Για την διαμόρφωση αυτών, ανατρέξαμε σε βιβλιογραφία κι ηλεκτρονικές πηγές της αγοράς προκειμένου να εξετάσουμε τη διαθέσιμη πληροφορία γύρω από βασικές συνιστώσες του προβλήματος.

### **5.3.1 Οι θεμελιώδεις παράμετροι του smart plan**

Μέσω της μελέτης και του συνδυασμού των ανωτέρω, καταλήγουμε στη μελέτη των **τριών θεμελιωδών παραμέτρων** του προβλήματος:

- **Κόστος**
- **Χρόνος**
- **Ενέργεια/Φιλικότητα προς το περιβάλλον**



Εικόνα 2. Η «χρυσή τομή» στο τρίπτυχο «χαμηλό κόστος-ταχύτητα εκτέλεσης-ποιότητα αποτελέσματος».

### 5.3.2 Οι θεμελιώδεις στόχοι του smart plan

Στόχος μας είναι η βελτιστοποίηση των προαναφερθέντων βασικών παραμέτρων, συνδυασμένων προς όφελος του χρήστη καθ'εαυτού και κατ'επέκταση ολόκληρης της έξυπνης πόλης.

Συγκεκριμένα, με βάση τις αυτές τις παραμέτρους εστίασαμε σε **τρεις θεμελιώδεις στόχους**:

- ✓ **Μείωση του κόστους μεταφορών**
- ✓ **Μείωση του απαιτούμενου χρόνου**
- ✓ **Εξοικονόμηση ενέργειας και πράσινες μεταφορές**

Έχοντας ως εφαλτήριο τα παραπάνω κατασκευάσαμε πρόσθετα σενάρια που καθιστούν το σύστημα πιο ευφύες και μάλιστα δίνουν χώρο για περαιτέρω επεκτάσεις.



## 5.4 Τελικός στόχος

Ο κάτοικος που θα κάνει χρήση της ενημερωμένης πλατφόρμας, θα είναι σε θέση να οργανώσει πλήρως και επαρκώς το καθημερινό του πρωινό πρόγραμμα, προσαρμοσμένο στις δικές του συνήθειες , τις οποίες εμείς αντιμετωπίζουμε ως παραμέτρους.

Συγκεκριμένα, θα είναι σε θέση να ορίσει την ώρα αφύπνισης του , τη διάρκεια προετοιμασίας του μέχρι να πάρει πρωινό , τη διάρκεια του πρωινού του , το μέσο που χρησιμοποιεί για να μεταβεί στη δουλειά του καθώς και σε ποιον παράγοντα θα επιθυμεί το σύστημα να εστιάσει (πχ οικονομική μετάβαση / γρήγορη μετάβαση κλπ).

Με αυτό τον τρόπο , ο χρήστης θα έχει στα χέρια του έναν αλάνθαστο «σύμβουλο» που θα τον βοηθά ώστε να ακολουθήσει το κατάλληλο πρόγραμμα για να φτάσει στο στόχο που ο ίδιος έχει θέσει. Το σύστημα μπορεί προφανώς να χρησιμοποιηθεί και σε διαφορετικές περιστάσεις , πέραν του πλάνου για μετάβαση στο χώρο εργασίας και αυτό είναι κάτι στο οποίο θα αναφερθούμε σε επόμενη ενότητα.

Ο έλεγχος και η χρήση του συστήματος θα μπορεί να γίνεται μέσω των διαθέσιμων εφαρμογών από κινητά, tablets , smart watches, ηλεκτρονικούς υπολογιστές και άλλου είδους ενσωματωμένες οθόνες και smart devices.



**Εικόνα 3. Η φιλική προς το χρήστη μοντελοποίηση του smart plan και η χρήση της από tablets και κινητά.**

---

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : Η ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ Η ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ**

---

## **6.1 Παρουσίαση του συστήματος και των σεναρίων του.**

Έχοντας δώσει στο προηγούμενο κεφάλαιο μια γενική εικόνα της μελέτης μας , σε αυτό το σημείο θα γίνει αναλυτική περιγραφή του συστήματος και των οντοτήτων και παραμέτρων που το απαρτίζουν. Θα δούμε εν συνεχεία σε ποια συγκεκριμένα ερωτήματα απαντά το smart plan και με ποια εργαλεία φτάσαμε στην υλοποίησή του.

Ο χρήστης αρχικά ορίζει μία ώρα αφύπνισης . Από τη στιγμή που θα ενεργοποιηθεί η αφύπνιση , ξεκινούν να τρέχουν τα σενάρια και να μετράται ο χρόνος , το κόστος και άλλες παράμετροι του smart plan.

Έχουμε διαδοχικά τις παρακάτω ενέργειες :

1. Ενεργοποίηση αφύπνισης.
2. Χρόνος προσωπικής υγιεινής έως ότου ξεκινήσει το πρωινό γεύμα.
3. Επιλογή και πραγματοποίηση του πρωινού γεύματος.
4. Επιλογή και χρήση μέσου μεταφοράς.
5. Άφιξη στο χώρο εργασίας.

Κάθε ενέργεια μέχρι να φτάσουμε στην «Άφιξη» αποτελείται από συγκεκριμένες οντότητες και παραμέτρους, οι οποίες φαίνονται παρακάτω:

### 1.Ενεργοποίηση αφύπνισης.

→ Θέτω συγκεκριμένη ώρα αφύπνισης , στο smart plan μας θέσαμε 07:50 pm.

### 2.Χρόνος προσωπικής υγιεινής έως ότου ξεκινήσει το πρωινό γεύμα.

- Άμεση προετοιμασία
- Προετοιμασία μέσης διάρκειας
- Αργή προετοιμασία

### 3.Επιλογή και πραγματοποίηση του πρωινού γεύματος.

- Σύντομο πρωινό
- Πλήρες πρωινό

### 4.Επιλογή και χρήση μέσου μεταφοράς.

- Αυτοκίνητο
- Λεωφορείο
- Ποδήλατο

Τα μέσα μεταφοράς χαρακτηρίζονται και ως προς την φιλικότητα τους προς το περιβάλλον ανάλογα με την εκπομπή ρύπων. Θέσαμε λοιπόν τα παρακάτω.

- Αυτοκίνητο : μη φιλικό προς το περιβάλλον (υψηλοί ρύποι).
- Λεωφορείο : φιλικό προς το περιβάλλον (παρότι ότι έχει ρύπους, μειώνει τα αυτοκίνητα που κινούνται και άρα το σύνολο ρύπων).
- Ποδήλατο : Φιλικό προς το περιβάλλον (μηδενικοί ρύποι).

## 5. Αφιξη στο χώρο εργασίας.

Υπολογίζεται η συνολική διάρκεια της μεταφοράς και άρα η ακριβής ώρα άφιξης, σύμφωνα με τις επιλογές που θα κάνει ο χρήστης στο πρόγραμμά του.

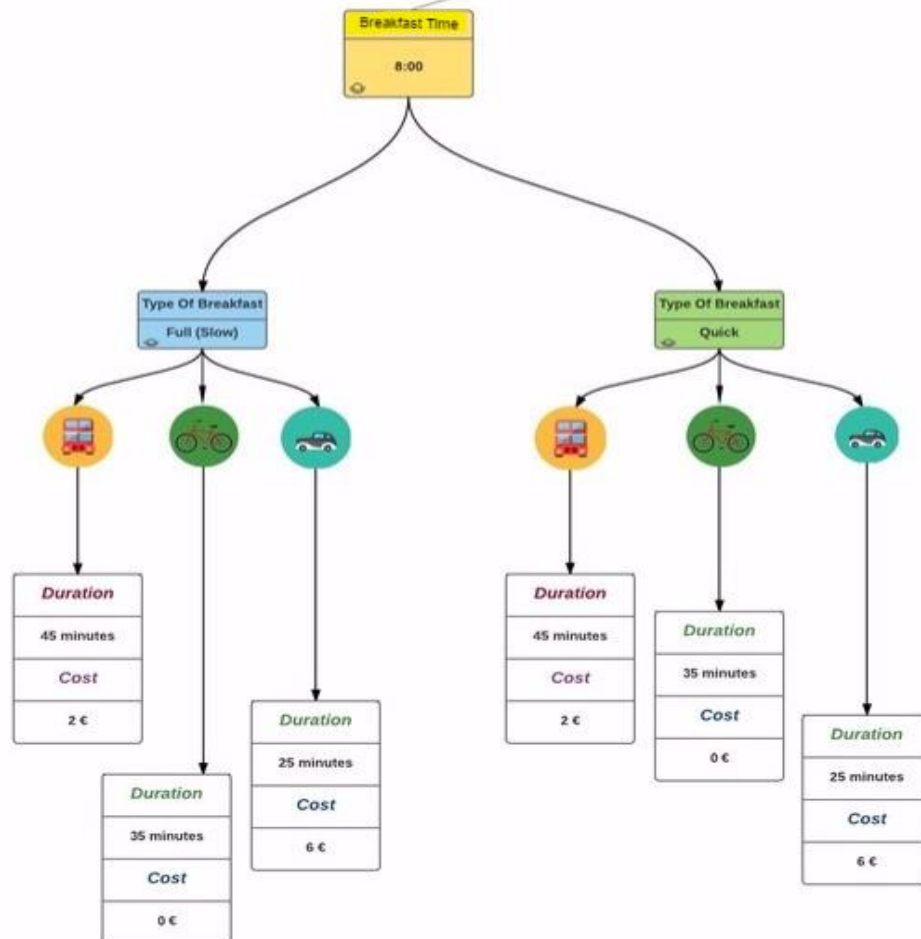
Σημειώνεται ότι στις παραπάνω παραμέτρους αποδίδονται τιμές σύμφωνα με τις οποίες ελέγχονται οι κανόνες της οντολογίας. Ανάλογα με τη χρήση του smart plan οι τιμές αυτές ασφαλώς μπορεί να τροποποιηθούν. Το σύστημα μπορεί να αντλήσει τις τιμές από οποιαδήποτε πηγή ενός έξυπνου σπιτιού / έξυπνης γειτονίας, όπως για παράδειγμα αισθητήρες , smart watches , mobile applications , social media κλπ.

## **6.2 Παρουσίαση του smart plan μέσω εικονικού δέντρου οντολογίας**

Παρακάτω θα παραθέσουμε ξεχωριστά τις πιθανές εκδοχές του smart plan ανάλογα με τη διάρκεια του χρόνου προσωπικής προετοιμασίας μέχρι να ξεκινήσει το πρωινό. Στη συνέχεια θα “ενώσουμε” τα επιμέρους κομμάτια του πλάνου και θα παραθέσουμε το πλήρες smart plan που συμπυκνώνει τις επιλογές του συστήματος.

Για τη δημιουργία του δέντρου το οποίο απαρτίζουν τα schedules, χρησιμοποιήθηκε το online λογισμικό Flowchart Maker & Online Diagram Software . Το τελικό δέντρο απαρτίζεται από τρία υπο-δέντρα τα οποία διαφοροποιούνται σύμφωνα με το χρόνο προετοιμασίας του χρήστη πριν λάβει πρωινό.

10'

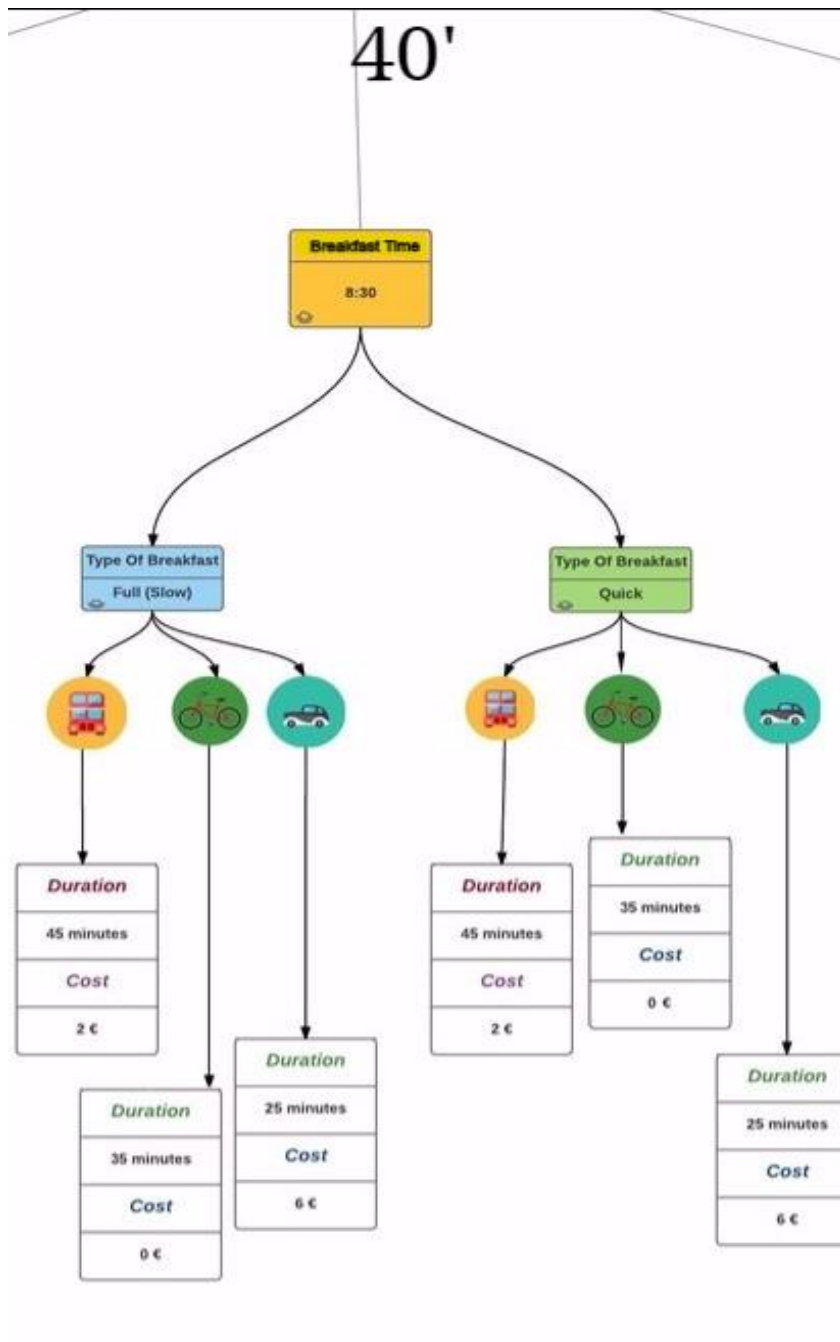


Εικόνα 2. Επιλογές του πλάνου ύστερα από «Άμεση Προετοιμασία».

Δεδομένης κάποιας ώρας αφύπνισης ξεκινούν να ξετυλίγονται τα πιθανά σενάρια της οντολογίας. Στο παράδειγμά μας έχουμε ορίσει ως ώρα αφύπνισης την 08:00 πμ.

Στην εικόνα 2 φαίνονται τα 6 πρώτα πιθανά σενάρια της οντολογίας. Ο κάτοικος, δεδομένου ότι ξύπνησε στην ώρα αφύπνισης που ορίστηκε, έκανε χρόνο 10 λεπτών έως ότου να ετοιμαστεί για πρωινό. Επομένως θεωρούμε ότι ξεκινά το πρωινό στις 08:00 πμ (Breakfast time, 08:00).

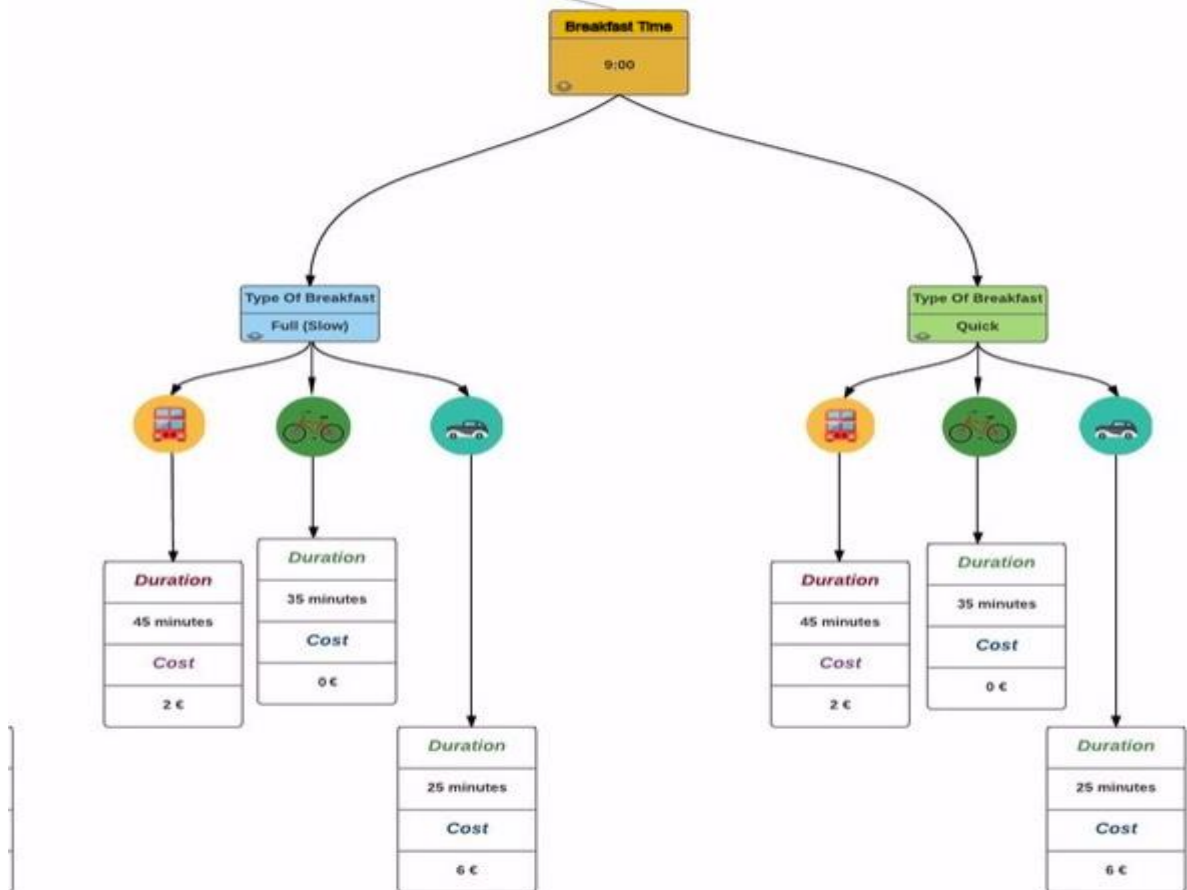
Ύστερα από τις αρχικές συνθήκες, έχουμε επιλογές πρωινού (Full / Quick) και μέσου μεταφοράς (Bus/Car/Bike) στα οποία αναγράφονται η διάρκεια και το κόστος.



**Εικόνα 3. Επιλογές του πλάνου ύστερα από « Προετοιμασία μέσης διάρκειας».**

Σε αυτή την περίπτωση ο χρήστης ξόδεψε 40 λεπτά προετοιμασίας (Preparation before breakfast) επομένως ως ώρα πρωινού ορίζεται η 08:30. Οι επιλογές τύπου πρωινού και μέσου μεταφοράς είναι κοινές με την προηγούμενη περίπτωση.

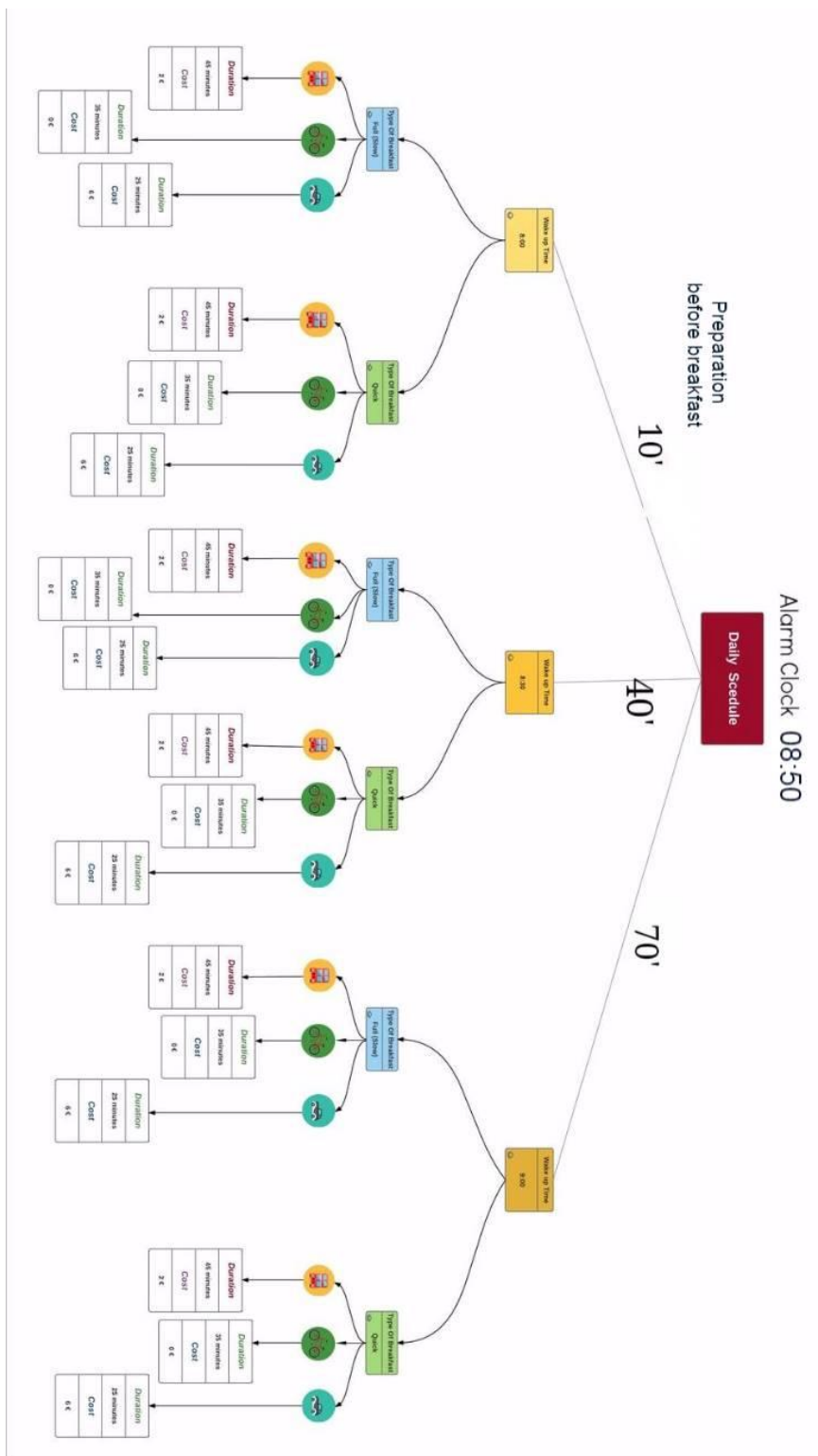
70'



Εικόνα 4. Επιλογές του πλάνου ύστερα από «Αργή Προετοιμασία».

Τέλος , έχουμε την περίπτωση καθυστερημένης προετοιμασίας μέχρι το πρωινό ,συγκεκριμένα 70 λεπτά. Δεδομένου ότι η ώρα πρωινού είναι πλέον 09:00 πμ , τα υπόλοιπα μέρη του εικονικού δέντρου είναι κοινά με τις προηγούμενες περιπτώσεις.





Εικόνα 5 . Το smart plan στο σύνολό του.

## 6.3 Εργαλεία μοντελοποίησης.

Στην ενότητα αυτή θα γίνει σύντομη αναφορά στα εργαλεία του σημασιολογικού ιστού και θα εστιάσουμε περισσότερο στα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία και εκτέλεση του smart plan που δημιουργήσαμε.

### 6.3.1 Η markup γλώσσα XML

Όπως είδαμε αναλυτικά σε προηγούμενη ενότητα, η XML είναι μία markup γλώσσα για έγγραφα που περιέχουν δομημένες πληροφορίες. Πρόκειται για έναν μηχανισμό που καθορίζει δομές σε ένα έγγραφο. Οι δομημένες πληροφορίες περιλαμβάνουν περιεχόμενο και κάποιες διευκρινίσεις για το ρόλο που παίζει το περιεχόμενο, ενώ σχεδόν όλα τα έγγραφα έχουν την ίδια δομή.

Η XML όμως είναι κάτι περισσότερο από markup language, είναι metalanguage, δηλαδή μια γλώσσα που χρησιμοποιείται για να καθορίσει νέες markup γλώσσες.

Δεδομένου ότι αποτελεί βάση για το χτίσιμο εφαρμογών στο σημασιολογικό ιστό, υπάρχουν πλέον διαθέσιμοι συντάκτες οντολογιών φιλικό προς τον χρήστη καθότι μπορούν να παράγουν εφαρμογές μέσω XML αλλά και Ελεγχόμενης Φυσικής Γλώσσας. Ένας τέτοιος καινοτόμος editor αποτέλεσε και το βασικό εργαλείο εκπόνησης της παρούσας μελέτης.

### 6.3.2 Ελεγχόμενη Φυσική Γλώσσα (CNL).

Η Ελεγχόμενη Φυσική Γλώσσα ή Controlled Natural Language αποτελεί ένα υποσύνολο της φυσικής αγγλικής γλώσσας με καθορισμένη κι αυστηρή σύνταξη, γραμματική και λεξιλόγιο. Οι περιορισμοί αυτοί εφαρμόζονται με στόχο προφανώς την μείωση της ασάφειας και της πολυπλοκότητας με την οποία είναι συνυφασμένη μια οποιαδήποτε φυσική γλώσσα.

Τα τελευταία χρόνια, η CNL έχει καθιερωθεί σε πληθώρα πεδίων εφαρμογών ως μια ισχυρή γλώσσα αναπαράστασης γνώσης, η οποία είναι αφενός αναγνώσιμη από τον άνθρωπο κι αφετέρου προσπελάσιμη από τον υπολογιστή. Οποιοδήποτε κείμενο γραμμένο σε CNL μπορεί αυτόματα να μεταφραστεί προς και από την περιγραφική λογική και πιο συγκεκριμένα την βάση της γλώσσας OWL 2 του σημασιολογικού ιστού, δηλαδή την SROIQ.

Η γλώσσα τέτοιου είδους περιορίζει το συγγραφέα σε γενικούς κανόνες όπως τη δημιουργία μικρών και περιεκτικών γραμμών κώδικα, την αποφυγή χρήσης περιττών λέξεων και εκφράσεων και κατά συνέπεια τον περιορισμό του λεξικού σε αυστηρώς καθορισμένο μα παράλληλα κατανοητό λεξιλόγιο.

### 6.3.3 Η γλώσσα C#

Η C# είναι μία ολοκληρωμένη αντικειμενοστραφής γλώσσα προγραμματισμού σχεδιασμένη για τη δημιουργία λογισμικού σε .Net Framework. Δημιουργήθηκε το 1999 από την Microsoft με σκοπό να αποτελέσει μία απλή, σύγχρονη αντικειμενοστραφή γλώσσα γενικού σκοπού, συνδυάζοντας χαρακτηριστικά τόσο της C++ όσο και της Java. Η C# απλοποιεί σε μεγάλο βαθμό τον προγραμματισμό μέσω της χρήσης XML και του πρωτοκόλλου SOAP που επιτρέπει την πρόσβαση σε μια μέθοδο ή ένα αντικείμενο, χωρίς να απαιτείται απ' τον προγραμματιστή να γράψει επιπλέον κώδικα για κάθε βήμα.

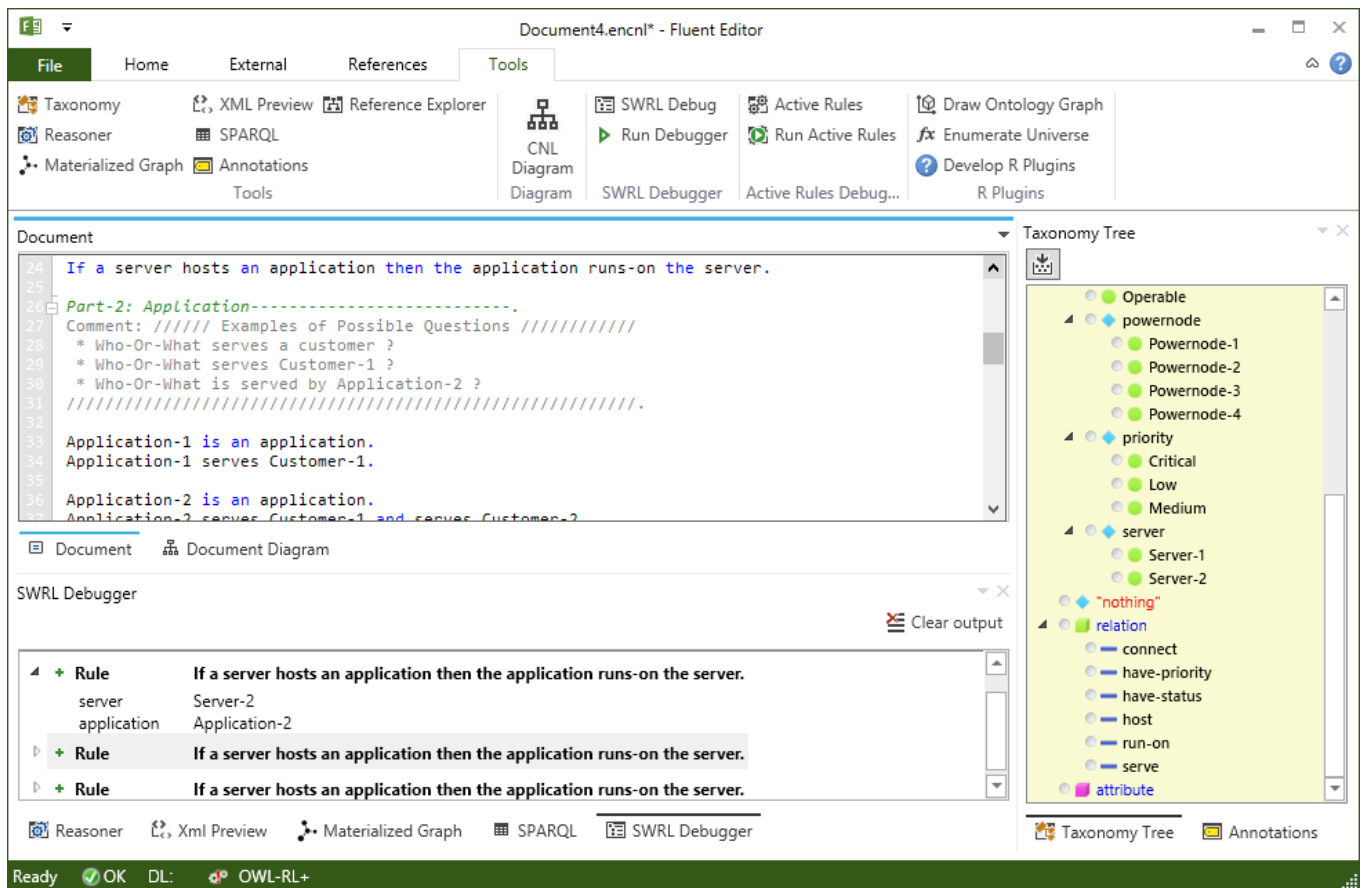
### 6.3.4 Ο συντάκτης «Fluent Editor».

Η υλοποίηση της παρούσας οντολογίας και των σεναρίων πραγματοποιήθηκε στο Fluent Editor. Πρόκειται για έναν νέου τύπου συντάκτη οντολογιών ο οποίος δίνει την δυνατότητα στους χρήστες να κατασκευάσουν και να επεξεργαστούν τις οντολογίες τους σε μια γλώσσα μη βασιζόμενη στην XML σύνταξη κι επομένως πολύ περισσότερο κατανοητή και φιλική για τον άνθρωπο, την Controlled Natural Language ( CNL ) στην οποία προηγουμένως αναφερθήκαμε .

Ο **Fluent Editor** συγκεκριμένα επιτρέπει:

- ❖ Την εισαγωγή οντολογιών από OWL αρχεία
- ❖ Την σύνταξη και μετέπειτα εξαγωγή οντολογιών σε μορφή OWL, SWRL ή RDF
- ❖ Την δημιουργία σεναρίων με χρήση αναφορών σε εξωτερικές οντολογίες
- ❖ Την ενσωμάτωση άλλων OWL εφαρμογών μέσω της ανοιχτού κώδικα CNL API βιβλιοθήκης

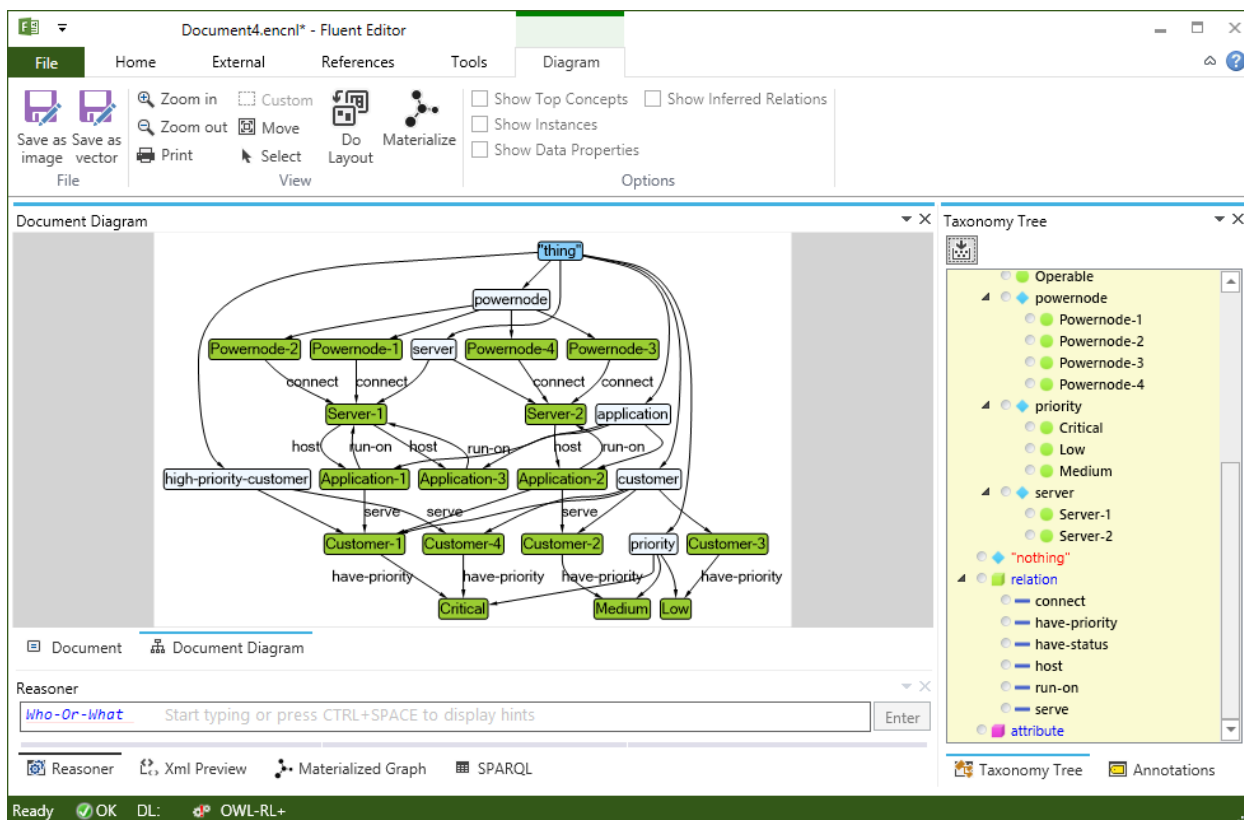
Για την υποστήριξη του χρήστη που μοντελοποιεί με Fluent Editor 2015 υπάρχει ενσωματωμένος SWRL Debugger για τον εντοπισμό σφαλμάτων. Μειώνεται ο χρόνος εντοπισμού τους σε κανόνες και ενημερώνεται άμεσα ο χρήστης για τη διόρθωσή τους.



**Εικόνα 6 : Fluent Editor 2015 , debugging.**

Επιπροσθέτως, ο Fluent Editor δίνει την δυνατότητα υποβολής ερωτημάτων σε SPARQL, την εισαγωγή κώδικα C#, SWRL built-ins, αυτόματη προεπισκόπηση του κειμένου σε XML μορφή κ.λ.π.

Παρέχεται επίσης οπτική αναπαράσταση της οντολογίας μέσω διαγραμμάτων. Με ένα κλικ του χρήστη εμφανίζεται διαδραστικό διάγραμμα της επεξεργασμένης οντολογίας , με δυνατότητα επιλογής διαφορετικών μορφών.



Εικόνα 7. Fluent Editor 2015 , διαγράμματα οντολογιών.

Τέλος , μία ακόμη δυνατότητα που προσφέρει ο Fluent Editor είναι η εισαγωγή προστακτικού κώδικα σε C# μέσω του μηχανισμού Active Rules. Ο κώδικας εμπεριέχεται στο τμήμα της κεφαλής του SWRL κανόνα και εκτελείται κατά την τήρηση των συνθηκών που περιγράφονται στο τμήμα του σώματος του κανόνα.

Οι υποστηριζόμενες από τους Active Rules C# συναρτήσεις είναι:

- KnowledgeInsert(string knowledge): Εισαγωγή γνώσης στην οντολογία .
- KnowledgeDelete(string knowledge): Διαγραφή γνώσης από την οντολογία .
- WriteMessage(string msg) : Εμφάνιση μηνύματος στο παράθυρο Active Rules .Output .

## **6.4 Κλάσεις, οντότητες, στιγμιότυπα και σενάρια της οντολογίας.**

Προκειμένου να καταστρώσουμε την οντολογία και τους κανόνων που θα καθορίζουν τον τρόπο λειτουργίας του smart plan, όπως αυτός παρουσιάστηκε παραπάνω, χρησιμοποιήσαμε το «Fluent Editor 2015». Όπως αναφέρθηκε αναλυτικά προηγουμένως, βασικό χαρακτηριστικό του αποτελεί η χρήση της λεγόμενης Ελεγχόμενης Φυσικής Γλώσσας ( Controlled Natural Language – CNL ) έναντι άλλων γλωσσών βασιζόμενων στην σύνταξη XML, η οποία, είναι ιδιαίτερα δυσνόητη και δυσανάγνωστη για το μέσο χρήστη.

Στην παρούσα ενότητα αναλύονται εκτενώς τα επιμέρους τμήματα τα οποία απαρτίζουν την οντολογία και παρουσιάζεται ο τρόπος εξαγωγής κι εμφάνισης των αποτελεσμάτων.

Γίνεται επιλεκτική και αντιπροσωπευτική παρουσίαση σεναρίων προκειμένου να γίνει σαφής η λειτουργία του συστήματος χωρίς να χρειαστεί να αναλύσουμε πλήρως τον κώδικα. Ωστόσο, η πλήρης οντολογία είναι διαθέσιμη προς προβολή στο παράρτημα στο τέλος του εντύπου μαζί με βοηθητικά σχόλια προς διευκόλυνση του αναγνώστη.

### **6.4.1 Οι κλάσεις και οι υποκλάσεις.**

Πρωταρχικός σκοπός είναι ο σαφής ορισμός των κλάσεων και στιγμιοτύπων της οντολογίας και οι επιμέρους οντότητες.

Προτιμήθηκε η δημιουργία λεξιλογίου σχετικού με την οντολογία για την αποφυγή, αφενός, τυχόν δυσκολιών που θα προέκυπταν κατά τη διαδικασία αναζήτησης της κατάλληλης οντολογίας κι αφετέρου για την επίτευξη ενός ολοκληρωμένου αποτελέσματος. Παρ' όλα αυτά ο Fluent Editor παρέχει λεξιλόγιο για παρόμοιες οντολογίες.

Οι κλάσεις της οντολογίας όπως προκύπτουν κατά τη δημιουργία της οντολογίας είναι οι παρακάτω :

1. Part Of Smart Plan
2. Breakfast
3. Wake Up Time
4. Mode Of Transport
5. Slow Schedule
6. Fast Schedule
7. Low Pollutant Schedule
8. High Pollutant Schedule
9. Economic Schedule
10. Expensive Schedule
11. Green Schedule
12. Bad Schedule

Οι πρώτες 4 κλάσεις (Schedule, Breakfast, Wake Up Time, Mode Of Transport) σχετίζονται με τα θεμελιώδη δεδομένα της εφαρμογής. Συγκεκριμένα έχουμε :

- Schedule : αντιπροσωπεύει το σύνολο των schedules .
- Breakfast : το είδος πρωινού, ως προς τη διάρκειά του.
- Wake Up Time : η διάρκεια προετοιμασίας μέχρι το πρωινό.
- Mode Of Transport : το μέσο μεταφοράς που θα χρησιμοποιηθεί.

Οι υπόλοιπες κλάσεις σχετίζονται με το output του συστήματός μας. Ουσιαστικά αποτελούν χαρακτηρισμούς του smart plan ως προς την οικονομικότητά του , τη φιλικότητά του προς το περιβάλλον , την διάρκειά του, καθώς και συνδυασμούς αυτών.

Η βασική κλάση part-of-smart-plan περιλαμβάνει ως **υποκλάση** το schedule.

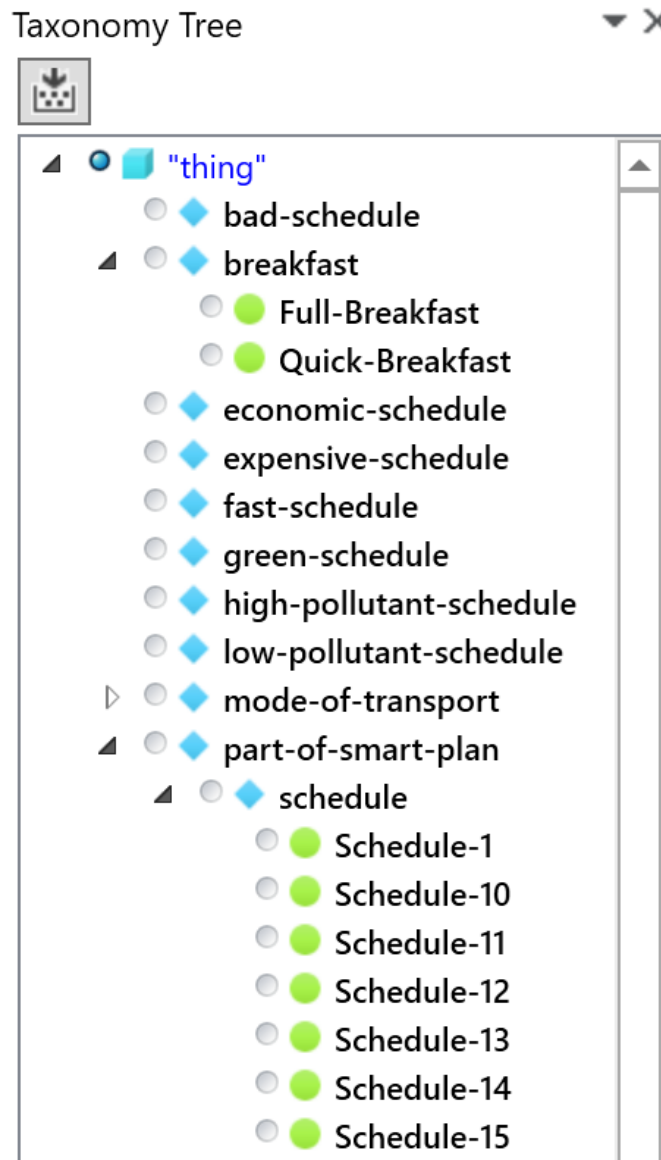
Every schedule is part-of-smart-plan.

Η υποκλάση schedule περιλαμβάνει 12 **στιγμιότυπα**. Ο καθορισμός των στιγμιότυπων κάθε κλάσης είναι αντίστοιχος με την διαφορά ότι τα στιγμιότυπα δηλώνονται ως ουσιαστικά που ξεκινούν με κεφαλαίο γράμμα. Έχουμε λοιπόν συγκεκριμένα:

```
Schedule-1 is a schedule.  
Schedule-2 is a schedule.  
Schedule-3 is a schedule.  
.  
.  
.  
Schedule-11 is a schedule.  
Schedule-12 is a schedule.
```

Ένα στιγμιότυπο είναι δυνατό να ανήκει σε περισσότερες από μία κλάσεις αν το απαιτούν οι κανόνες της οντολογίας.

Κάθε στιγμιότυπο που ανήκει σε μία υποκλάση, αποτελεί ταυτοχρόνως στιγμιότυπο της κλάσης στην οποία υπάγεται η υποκλάση αυτή. Παρακάτω δίδεται ένα μέρος του taxonomy tree της οντολογίας. Παρατηρούμε ότι μία υποκλάση βρίσκεται εσωτερικά της κλάσης και έχουν το ίδιο σύμβολο (γαλάζιο ρόμβο), ενώ το στιγμιότυπο βρίσκεται εσωτερικά και των δύο με σύμβολο πράσινο κύκλο.



Εικόνα 8. Κλάσεις, υποκλάσεις και στιγμιότυπα στο Taxonomy Tree.



## 6.4.2 Καθορισμός σχέσεων της οντολογίας.

Αφού καθορίσαμε τις κλάσεις, τις υποκλάσεις και τα στιγμιότυπα της οντολογίας, παρακάτω βλέπουμε τη δήλωση των διαφόρων **σχέσεων τους**. Οι σχέσεις αυτές διατυπώνονται κατα την κατασκευή των διάφορων schedules, 12 στον αριθμό και αντιπροσωπευτικά παρατίθενται τρεις από αυτές παρακάτω.

Schedule-1 has-wake-up-time Wake-Early and has-breakfast Quick-Breakfast and has-mode-of-transport Car.

Schedule-2 has-wake-up-time Wake-Early and has-breakfast Quick-Breakfast and has-mode-of-transport Bus.

Schedule-3 has-wake-up-time Wake-Early and has-breakfast Quick-Breakfast and has-mode-of-transport Bike.

Στις παραπάνω γραμμές κώδικα αποδίδονται ουσιαστικά τα δεδομένα που χρειάζεται το κάθε schedule ώστε τελικά η οντολογία να αντιπροσωπεύει πλήρως το εικονιζόμενο smart plan που είδαμε προηγουμένως στην εικόνα 5.

## 6.4.3 Κατασκευή σεναρίων Smart Plan μέσω SWRL.

Έχοντας πλέον προσδιορίσει όλα τα στοιχεία της οντολογίας, είμαστε σε θέση να καταστρώσουμε σενάρια όπως παρουσιάστηκαν στην παράγραφο 6.1.

Αρχικά θα δούμε έναν κανόνα SWRL κατά τον οποίο αθροίζεται το σύνολο χρονικής διάρκειας που αφορά ένα συγκεκριμένο schedule, δηλαδή :

*διάρκεια προσωπικής υγιεινής έως ότου ξεκινήσει το πρωινό + διάρκεια πρωινού + διάρκεια μεταφοράς.*

If a schedule has-wake-up-duration equal-to the value (1) and the schedule has-breakfast-duration equal-to the value (2) and the schedule has-transfer-duration equal-to the value (3) and the value (1) + the value (2) = the value(4) and the value (3) + the value(4) = the value(5) then the schedule has-duration equal-to the value(5).

Η μορφή «If.. then.. else» δεν υποστηρίζεται από την OWL, επομένως αν χρειαστεί να αποδώσουμε σειράς προτεραιότητας στους κανόνες για την αποφυγή conflicts, αυτή γίνεται με του καθορισμό όλων των συνθηκών που πρέπει να πληρούνται στο σώμα του κανόνα. Στις παρακάτω προτάσεις δημιουργούμε συνθήκες που καθιστούν ένα schedule γρήγορο ή αργό. Οι τιμές αυτές είναι ενδεικτικές και μπορούν ασφαλώς να τροποποιηθούν ανάλογα με το σύστημα που θα εφαρμοσθεί το smart plan.

If a schedule has-duration lower-or-equal-to 60 then the schedule is a fast-schedule.

If a schedule has-duration greater-than 60 then the schedule is a slow-schedule.

Αξίζει να σημειωθεί ότι εκτός από την χρήση της απλής SWRL μορφής, σενάρια μπορεί να διατυπωθούν και μέσω του μηχανισμού Active Rules του Fluent Editor. Πρόκειται ουσιαστικά για μια λειτουργία του που επιτρέπει την εισαγωγή κώδικα C# όταν πληρούνται συγκεκριμένα κριτήρια. Σε αυτήν την περίπτωση, οι κανόνες εξακολουθούν να διατυπώνονται σε μια μορφή SWRL «If ... then..» με το σώμα του κανόνα να ακολουθεί την ίδια σύνταξη και δομή, αλλά με την κεφαλή να περιέχει εντολές προς εκτέλεση γραμμένες σε κώδικα.

## 6.5 Απόδοση τιμών.

Βασικό κομμάτι της οντολογίας αποτελεί η απόδοση τιμών (attributes) στις παραμέτρους εκείνες της οντολογίας σύμφωνα με τις οποίες καθορίζεται το αποτέλεσμα του σεναρίου που τίθεται κάθε φορά σε ισχύ. Επίσης σε αυτό το τμήμα της οντολογίας εισάγεται και διαγράφεται η γνώση που ορίζουν οι Active Rules, τροποποιώντας συχνά τις παραπάνω παραμέτρους.

Όπως έχει δηλωθεί και παραπάνω, σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν όλες οι οντότητες της κλάσης parameter ( χρόνος, θερμοκρασία, ανίχνευση παρουσίας κ.λ.π.) αλλά κι άλλες όπως π.χ. οι λειτουργίες Sleep και Home Cinema Mode. Για παράδειγμα:

*Απόδοση τιμών στις πιθανές διάρκειες πριν το πρωινό.*

Wake-Early has-wake-up-duration equal-to 10.

Wake-Normal has-wake-up-duration equal-to 40.

Wake-Late has-wake-up-duration equal-to 70.

Απόδοση τιμών στη διάρκεια του πρωινού.

Quick-Breakfast has-breakfast-duration equal-to 10.

Full-Breakfast has-breakfast-duration equal-to 20.

Απόδοση τιμών στο κόστος και τη διάρκεια χρήσης του μέσου μεταφοράς.

Car has-transfer-duration equal-to 25 and has-cost equal-to 6.

Bike has-transfer-duration equal-to 35 and has-cost equal-to 0.

Bus has-transfer-duration equal-to 45 and has-cost equal-to 2.

Στο smart plan του εκάστοτε χρήστη τα πάντα προσαρμόζονται γύρω από τις δικές του συνήθειες. Οι τιμές που μόλις αποδώσαμε θα καθορίζονται σύμφωνα με τα δεδομένα που ο ίδιος ή κάποιο smart device θα καταχωρήσει. Επομένως οι τιμές που δώθηκαν είναι ενδεικτικές όπως και τα αποτελέσματα τα οποία θα εξάγουμε.

## **6.6 Ερωτήσεις που απαντά το σύστημα.**

Έχοντας παρουσιάσει αναλυτικά την ιδέα και τη δομή της οντολογίας που κατασκευάσαμε θα κάνουμε σε αυτό το σημείο μία σύνοψη των ερωτημάτων που απαντά το σύστημα. Το σύστημα λαμβάνει τα δεδομένα που χρειάζεται από το χρήστη, μέσω smart phone / smart watch / manual input / αισθητήρων ή άλλου τρόπου.

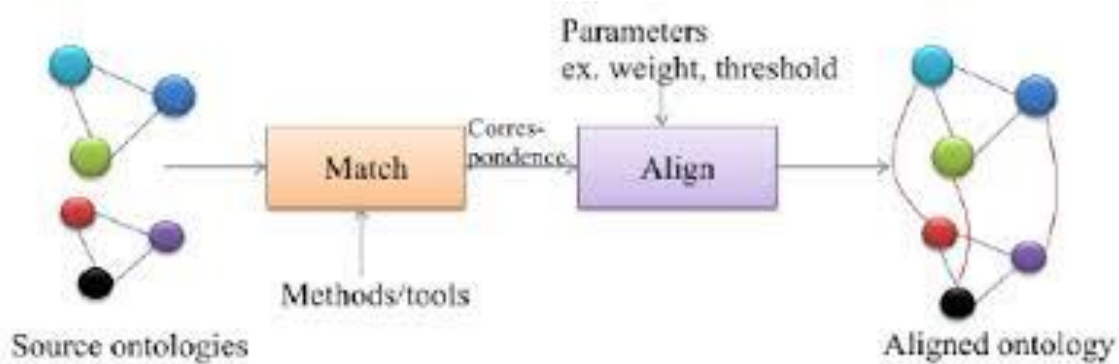
Ο χρήστης έπειτα δύναται να λάβει σαφείς απαντήσεις σχετικά με τα παρακάτω.

- ✓ Ποιο schedule είναι οικονομικότερο.
- ✓ Ποιο schedule είναι συντομότερο.
- ✓ Ποιο schedule είναι φιλικότερο προς το περιβάλλον.
- ✓ Ποιο schedule είναι πλέον αποδοτικό (σύντομο + οικονομικό).
- ✓ Ποιο schedule είναι πράσινο (σύντομο + οικονομικό + με λίγους ρύπους).
- ✓ Ποιο schedule είναι το χειρότερο δυνατό (κόστος ↑, χρόνος ↑).
- ✓ Ποιο schedule είναι το βέλτιστο για κάποιον που ξυπνάει αργά.

## 6.7 Οι προδιαγραφές του συστήματος.

Για την κατασκευή του smart plan όπως έχει αναφερθεί και προηγουμένως, έγινε χρήση κανόνων SWRL. Η λογική βασίζεται στη χρήση Rule Language έτσι ώστε όλα τα ενδιαμέσα συστήματα έχουν προτυποποιηθεί με τέτοιο τρόπο ώστε να υπακούν στα πρότυπα της SWRL. Επομένως το Fluent Editor δεν είναι τίποτε παραπάνω από ένα απόλυτα εύχρηστο εργαλείο για να φτάσουμε στην τελική μορφή της οντολογίας.

Τελικός στόχος είναι να εφαρμόζεται το smart plan σε οποιοδήποτε σύστημα που υπακούει κανόνες SWRL, ανεξαρτήτως αν υπάρχει Fluent Editor ή άλλο αντιστοιχο εργαλείο οντολογίας.



Εικόνα 9 : Η πορεία ως την τελική οντολογία .

Η «aligned ontology» όπως παρουσιάζεται στην παραπάνω εικόνα είναι τελικά αυτό που μας ενδιαφέρει. Δεν στεκόμαστε τόσο στα εργαλεία κατασκευής όσο στο να έχουμε μια συμπαγή οντολογία, ικανή να εφαρμοστεί σε οποιοδήποτε σύστημα που υπακούει σε κανόνες SWRL.

Η αναλυτική προσέγγιση των συνιστοσών που απαρτίζουν το πρόβλημα αποτελούν βασικότατο παράγοντα για να προχωρήσουμε στην κατάστρωση της οντολογίας μας. Έχοντας λοιπόν παραθέσει αναλυτικά τους στόχους και τα απαιτούμενα της οντολογίας, θα προχωρήσουμε στην επόμενη ενότητα στην παρουσίαση της εφαρμογής της με τη χρήση του editor “Fluent Editor 2015”.

---

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 : ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**

---

## 7.1 Η εφαρμογή στο *Fluent Editor*.

Σε αυτό το σημείο θα παρουσιάσουμε τον τρόπο με τον οποίο λειτουργεί η οντολογία που κατασκευάσαμε, κατά την εφαρμογή της. Για να το επιτύχουμε αυτό χωρίς να πλατιάσουμε αναλύοντας τα 12 διαφορετικά schedules, επιλέγουμε αντιπροσωπευτικά ένα από αυτά, δίδουμε τιμές στις παραμέτρους και παρακολουθούμε την αλληλεπίδραση του συστήματος με τα δεδομένα της κατάστασης.

Για την μελέτη των αποτελεσμάτων μας θα χρησιμοποιήσουμε το Materialized Graph του editor, αφενός γιατί παρουσιάζει πλήρη και σωστά αποτελέσματα, εν αντιθέσει με τον reasoner που στην περίπτωση αυτής της οντολογίας θα εξήγαγε ελλιπή αποτελέσματα λόγω του ότι δεν υποστηρίζει SWRL built-ins κι αφετέρου γιατί είναι περισσότερο απλή και φιλική για το χρήστη η παρουσίαση των αποτελεσμάτων.

**Αρχική κατάσταση : Ώρα αφύπνισης 08 : 50 . Ο κάτοικος ξυπνά και η διαδικασία προετοιμασίας του μέχρι το πρωινό διαρκεί 10'.**

Η τιμή 10' αποδίδεται στο στιγμιότυπο Wake Early .

```
16 Comment: Step 1 - Wake-up (Duration).
17 Wake-Early is a wake-up-time.
18 Wake-Normal is a wake-up-time.
19 Wake-Late is a wake-up-time.
20
21 Wake-Early has-wake-up-duration equal-to 10.
22 Wake-Normal has-wake-up-duration equal-to 40.
23 Wake-Late has-wake-up-duration equal-to 70.
24
25 Comment: Step 2 - Breakfast (Duration).
26 Quick-Breakfast is a breakfast.
27 Full-Breakfast is a breakfast.
```

Materialized Graph

Who-Or-What is Wake-Early?

<?> is Wake-Early.	has-wake-up-duration	is had-wake-up-time by	
Wake-Early	10	Schedule-6 Schedule-5 Schedule-4 Schedule-3 Schedule-2 Schedule-1	

**Εικόνα 1. Τα schedules που αντιστοιχούν σε διάρκεια προετοιμασίας 10' (Wake Early).**

Παρατηρώ ότι το σύστημα ήδη έχει εστιάσει στα 6 από τα 12 πιθανά schedules εκ των οποίων κάποια θα προτείνει στο χρήστη ανάλογα με τα ερωτήματα που θα τεθούν.

**A) Κατάσταση πρωινού γεύματος : Ο κάτοικος λαμβάνει πλήρες πρωινό , η διάρκεια του οποίου είναι 20'.**

Η τιμή 20' αποδίδεται στο στιγμιότυπο Full Breakfast.

```

21 Wake-Early has-wake-up-duration equal-to 10.
22 Wake-Normal has-wake-up-duration equal-to 40.
23 Wake-Late has-wake-up-duration equal-to 70.
24
25 Comment: Step 2 - Breakfast (Duration).
26 Quick-Breakfast is a breakfast.
27 Full-Breakfast is a breakfast.
28
29 Quick-Breakfast has-breakfast-duration equal-to 10.
30 Full-Breakfast has-breakfast-duration equal-to 20.
31

```

Materialized Graph

Who-Or-What is Full-Breakfast?

<?> is Full-Breakfast.	has-breakfast-duration	is had-breakfast by
<b>Full-Breakfast</b>	20	Schedule-6 Schedule-5 Schedule-4 Schedule-18 Schedule-17 Schedule-16 Schedule-12 Schedule-11

**Εικόνα 2. Τα schedules που αντιστοιχούν σε διάρκεια πρωινού 10' (Full Breakfast).**

Παρατηρώ ότι το σύστημα ήδη έχει εστιάσει σε παραπάνω από 6 schedules. Ωστόσο στην περίπτωση μας τα schedules που τελικά μας ενδιαφέρουν είναι κάποια από τα 6 της αρχικής κατάστασης. Δεδομένης της σύζευξης των καταστάσεων A) και B) , πιθανά schedules που θα ακολουθήσει ο χρήστης είναι προς το παρόν τα schedule-4 , schedule-5, schedule-6 διότι τηρούν τις μέχρι τώρα προποθέσεις.

***B) Χρήση μέσου μεταφοράς : Ο κάτοικος επιλέγει το λεωφορείο για τη μεταφορά του , η διάρκεια της οποίας είναι 45' και το κόστος 2 Ευρώ .***

Materialized Graph

Who-Or-What is Bus?

<?> is Bus.	has-transfer-duration	has-cost	is had-mode-of-transport by	
<b>Bus</b>	45	2	Schedule-8 Schedule-5 Schedule-2 Schedule-17 Schedule-14 Schedule-11	

**Εικόνα 3. Τα schedules που αντιστοιχούν σε μεταφορά με λεωφορείο.**

**Συμπεράσματα :**

Παρατηρώντας τα schedules που αντιστοιχούν σε καθεμιά από τις 3 επιλογές , συμπεραίνουμε ότι το schedule που τελικά θα ακολουθήσει ο χρήστης, είναι εκείνο που ικανοποιεί και τις 3 συνθήκες, δηλαδή το schedule 5 : “Wake Early - Full Breakfast – Bus” . Στην επόμενη ενότητα θα παρουσιάσουμε τις απαντήσεις που δίνει το σύστημα σε ερωτήματα που του τίθενται και θα δούμε σε τι κατηγορίες συμπεριλαμβάνεται το schedule 5.



## 7.2 Αποτελέσματα των ερωτήσεων του Συστήματος.

Σε αυτό το σημείο θα δούμε απαντήσεις που δίνει το σύστημα στα ερωτήματα πάνω στα οποία στηρίχτηκε η κατασκευή της οντολογίας μας. Όπως είδαμε και σε προηγούμενη ενότητα, **θεμελιώδεις στόχους του συστήματος αποτελούν η μείωση του χρόνου μεταφορών , η μείωση του κόστους μεταφορών και η εξοικονόμηση ενέργειας μέσω πράσινων μεταφορών.** Τα συγκεκριμένα ερωτήματα παρουσιάστηκαν στην ενότητα 6.6 και στην παρούσα φάση θα δούμε απαντήσεις τους μέσα από το materialized graph ενώ θα είμαστε σε θέση να δούμε ξεκάθαρα πλέον τι είδους schedule είναι το schedule 5 που παρουσιάσαμε στην προηγούμενη υποενότητα.

Σε κάθε εικόνα παρατηρούμε αρκετές στήλες καθώς έχουμε καταφέρει να παρουσιάζονται αναλυτικά όλα τα στοιχεία κάθε schedule, όπως για παράδειγμα κόστος , διάρκειες και χαρακτηρισμοί (στιγμιότυπα) .

1. **Γρήγορα schedules** : Πρόκειται για schedules η χρονική διάρκεια των οποίων δεν ξεπερνά τα 60'.

Προκειμένου να εξάγουμε συμπέρασμα για το ποια schedules έχουν μικρή διάρκεια , η οντολογία μας αθροίζει τη χρονική διάρκεια λήψης πρωινού και τη χρονική διάρκεια της μεταφοράς στο χώρο εργασίας, ανάλογα με το μέσο μεταφοράς. Το τελικό άθροισμα συγκρίνεται με την οριακή τιμή που θέσαμε ώστε ένα schedule να χαρακτηρίζεται «γρήγορο» , στην προκειμένη περίπτωση η τιμή αυτή είναι 60'.

<?> is a fast-schedule.	has-transfer-duration	has-breakfast	has-cost	has-wake-up-duration	has-wake-up-time	has-mode-of-transport	has-breakfast-duration	has-duration
Schedule-4	25	Full-Breakfast	6	10	Wake-Early	Car	20	55
Schedule-3	35	Quick-Breakfast	0	10	Wake-Early	Bike	10	55
Schedule-1	25	Quick-Breakfast	6	10	Wake-Early	Car	10	45

Εικόνα 4. Fast Schedules.

**2. Μακράς διάρκειας schedules :** Πρόκειται για schedules, η χρονική διάρκεια των οποίων ξεπερνά τα 60'.

Σε αντίθεση με την προηγούμενη ομάδα schedules, πρόκειται για τα schedules εκείνα, η διάρκεια των οποίων ξεπερνά ένα άνω όριο που θέτει ο χρήστης. Στην εφαρμογή της οντολογία μας αυτό το όριο το έχουμε θέσει όπως είδαμε στα 60 λεπτά. Η σχετική ερώτηση στο reasoner μας δίνει αυτομάτως και αναλυτικά τα προαναφερθέντα schedules.

Who-Or-What is slow-schedule ?

<?> is a slow-	has-cost	has-dura	has-wake-up-time	has-wake-up-du	has-breakfast	has-breakfast-dur	has-transfe	has-mode-of-transport
Schedule-17	2	135	Wake-Late	70	Full-Breakfast	20	45	Bus
Schedule-8	2	95	Wake-Normal	40	Quick-Breakfast	10	45	Bus
Schedule-14	2	125	Wake-Late	70	Quick-Breakfast	10	45	Bus
Schedule-16	6	115	Wake-Late	70	Full-Breakfast	20	25	Car
Schedule-2	2	65	Wake-Early	10	Quick-Breakfast	10	45	Bus
Schedule-13	6	105	Wake-Late	70	Quick-Breakfast	10	25	Car
Schedule-7	6	75	Wake-Normal	40	Quick-Breakfast	10	25	Car
Schedule-15	0	115	Wake-Late	70	Quick-Breakfast	10	35	Bike
Schedule-5	2	75	Wake-Early	10	Full-Breakfast	20	45	Bus
Schedule-18	0	125	Wake-Late	70	Full-Breakfast	20	35	Bike
Schedule-12	0	95	Wake-Normal	40	Full-Breakfast	20	35	Bike
Schedule-6	0	65	Wake-Early	10	Full-Breakfast	20	35	Bike
Schedule-10	6	85	Wake-Normal	40	Full-Breakfast	20	25	Car
Schedule-11	2	105	Wake-Normal	40	Full-Breakfast	20	45	Bus
Schedule-9	0	85	Wake-Normal	40	Quick-Breakfast	10	35	Bike

**Εικόνα 5. Slow Schedules.**

**3. Οικονομικά schedules :** Πρόκειται για schedules το κόστος των οποίων δεν ξεπερνά τα 5 Ευρώ.

Για να κριθεί κάποιο schedule ως «οικονομικό» θέσαμε το κόστος να μην υπερβαίνει την τιμή των 5 Ευρώ που στην οντολογία μας αντιστοιχεί σε μεταφορά με αυτοκίνητο. Επομένως, αυτόματα κρίνονται ως οικονομικά τα schedules που αντιστοιχούν σε μεταφορά με ποδήλατο (κόστος = 0) και με λεωφορείο (κόστος = 2 Ευρώ).

Who-Or-What is economic-schedule?

<?> is an economic-schedule.	has-cost	has-transfer-duration	has-duration	has-wake-up-duration	has-wake-up-time	has-mode-of-transport	has-breakfast	has-breakfast-du
Schedule-3	0	35	55	10	Wake-Early	Bike	Quick-Breakfast	10
Schedule-2	2	45	65	10	Wake-Early	Bus	Quick-Breakfast	10
Schedule-15	0	35	115	70	Wake-Late	Bike	Quick-Breakfast	10
Schedule-18	0	35	125	70	Wake-Late	Bike	Full-Breakfast	20
Schedule-8	2	45	95	40	Wake-Normal	Bus	Quick-Breakfast	10
Schedule-9	0	35	85	40	Wake-Normal	Bike	Quick-Breakfast	10
Schedule-14	2	45	125	70	Wake-Late	Bus	Quick-Breakfast	10
Schedule-6	0	35	65	10	Wake-Early	Bike	Full-Breakfast	20
Schedule-11	2	45	105	40	Wake-Normal	Bus	Full-Breakfast	20
Schedule-12	0	35	95	40	Wake-Normal	Bike	Full-Breakfast	20
Schedule-5	2	45	75	10	Wake-Early	Bus	Full-Breakfast	20
Schedule-17	2	45	135	70	Wake-Late	Bus	Full-Breakfast	20

**Εικόνα 6. Economical Schedules.**

Αξίζει να σημειωθεί ότι η οντολογία είναι δομημένη έτσι ώστε με απλό τρόπο να προστεθούν και άλλα κόστη όπως για παράδειγμα κόστος διοδίων ή κόστος μετρό κλπ , σε κάποια μελλοντική επέκτασή της.

4. **Schedules χαμηλών ρύπων** : Έχουμε θέσει το ποδήλατο και το λεωφορείο ως μέσα με χαμηλούς ρύπους.

Χωρίς καταγραφή και επεξεργασία των ακριβών επιπέδων ρύπων που εκπέμπουν τα μέσα μεταφοράς της οντολογίας , το αυτοκίνητο έχει τεθεί ως μεταφορά υψηλών ρύπων.

Who-Or-What is low-pollutant-schedule?

<?> is a low-pollutant-schedule.	has-wake-up-duration	has-cost	has-breakfast	has-mode-of-transport	has-breakfast-duration	has-wake-up-time	has-transfer-duration	has-duration
Schedule-17	70	2	Full-Breakfast	Bus	20	Wake-Late	45	135
Schedule-11	40	2	Full-Breakfast	Bus	20	Wake-Normal	45	105
Schedule-12	40	0	Full-Breakfast	Bike	20	Wake-Normal	35	95
Schedule-15	70	0	Quick-Breakfast	Bike	10	Wake-Late	35	115
Schedule-18	70	0	Full-Breakfast	Bike	20	Wake-Late	35	125
Schedule-14	70	2	Quick-Breakfast	Bus	10	Wake-Late	45	125
Schedule-5	10	2	Full-Breakfast	Bus	20	Wake-Early	45	75
Schedule-8	40	2	Quick-Breakfast	Bus	10	Wake-Normal	45	95
Schedule-9	40	0	Quick-Breakfast	Bike	10	Wake-Normal	35	85
Schedule-3	10	0	Quick-Breakfast	Bike	10	Wake-Early	35	55
Schedule-6	10	0	Full-Breakfast	Bike	20	Wake-Early	35	65
Schedule-2	10	2	Quick-Breakfast	Bus	10	Wake-Early	45	65

**Εικόνα 7. Low-Pollutant Schedules.**

Ως επέκταση , η οντολογία μπορεί να παίρνει με χρήση Internet of Things πληροφορίες σχετικά με τα επίπεδα ρύπων που αντιστοιχούν σε κάθε μέσο , να συγκρίνει και να βγάζει σχετικά αποτελέσματα.

5. **Φιλικά προς το περιβάλλον Schedules** : Πρόκειται για schedules μηδενικών ρύπων που στην οντολογία μας αντιστοιχούν σε μεταφορά με ποδήλατο :

Who-Or-What **is** eco-friendly-schedule ?

<?> is an eco-friendly-schedule.	has-transfer-duration	has-breakfast	has-wake-up-time	has-duration	has-mode-of-transport
<b>Schedule-9</b>	35	Quick-Breakfast	Wake-Normal	85	Bike
<b>Schedule-6</b>	35	Full-Breakfast	Wake-Early	65	Bike
<b>Schedule-3</b>	35	Quick-Breakfast	Wake-Early	55	Bike
<b>Schedule-18</b>	35	Full-Breakfast	Wake-Late	125	Bike
<b>Schedule-15</b>	35	Quick-Breakfast	Wake-Late	115	Bike
<b>Schedule-12</b>	35	Full-Breakfast	Wake-Normal	95	Bike

**Εικόνα 8. Eco-Friendly Schedules.**

6. **Πράσινα Schedules** : Ένα schedule χαρακτηρίζεται ως πράσινο αν πληροί την παρακάτω προϋπόθεση :

*Γρήγορο + Οικονομικό + Χαμηλών ρύπων*

If a schedule is a low-pollutant-schedule and the schedule is a fast-schedule and the schedule is an economic-schedule then the schedule is a green-schedule.

Παρατηρώ ότι τις παραπάνω προϋποθέσεις , τις τηρεί μόνον ένα schedule. Αυτό είναι αναμενόμενο διότι η πράσινη μεταφορά αποτελεί έναν από τους βέλτιστους στόχους της παρούσας οντολογίας και συνάμα έναν από τους πιο δύσκολους να εφαρμοστεί, καθότι βρίσκεται στο κέντρο της πυραμίδας “Low Cost – Done Quickly – High Quality” (Βλ. Εικόνα 2 , παράγραφος 5.3) .

Who-Or-What is green-schedule?								
<?> is a green-schedule.	has-cost	has-transfer-duration	has-duration	has-wake-up-duration	has-wake-up-time	has-mode-of-transport	has-breakfast	has-breakfast-duration
Schedule-3	0	35	55	10	Wake-Early	Bike	Quick-Breakfast	10

**Εικόνα 9. Green Schedules.**

7. **Μη συμφέροντα Schedules** : Ένα schedule χαρακτηρίζεται ως μη συμφέρον (Bad) αν είναι ταυτοχρόνως :

*Μακράς διάρκειας + Ακριβό + Υψηλών ρύπων.*

Για να κρίνουμε ένα schedule ως μη συμφέρον στηρίζουμε τη συνθήκη μας σε 3 προηγούμενες συνθήκες : στη συνθήκη κόστους, στη συνθήκη ρύπων και στη συνθήκη χρονικής διάρκειας. Δεδομένου λοιπόν ότι ένα schedule έχει χαρακτηριστεί σύμφωνα με τις παραπάνω συνθήκες ως «slow» , «expensive» και «high-pollutant», τελικά χαρακτηρίζεται και ως «bad» καθότι συγκεντρώνει αρνητικά στοιχεία/χαρακτηρισμούς.

If a schedule has-cost greater-than 5 and the schedule has-duration greater-than 80 and the schedule is a high-pollutant-schedule then the schedule is a bad-schedule.

Who-Or-What is bad-schedule?							
<?> is a bad-schedule.	has-wake-up-time	has-breakfast-duration	has-transfer-duration	has-cost	has-wake-up-duration	has-duration	has-mode-of-transport
Schedule-16	Wake-Late	20	25	6	70	115	Car
Schedule-13	Wake-Late	10	25	6	70	105	Car
Schedule-10	Wake-Normal	20	25	6	40	85	Car

**Εικόνα 10. Bad Schedules.**

Σε καθένα από τα παραπάνω ερωτήματα αντιστοιχούν ασφαλώς και ερωτήματα προς την αντίθετη κατεύθυνση , όπως για παράδειγμα «ποια schedules είναι ακριβά» ή «ποια schedules έχουν υψηλούς ρύπους». Όλα μαζί παρατίθενται αναλυτικά στον κώδικα της οντολογίας μας που βρίσκεται στο παράρτημα. Αντιπροσωπευτικά παραθέσαμε ένα ερώτημα που ρωτά ποια είναι τα χειρότερα schedules, με βάση τα κριτήρια που έχουμε αναφέρει.

### **7.3 Η χρήση του *Internet of Things* στην οντολογία μας.**

Στην προηγούμενη ενότητα παρουσιάσαμε τα ερωτήματα στα οποία απαντά η οντολογία που κατασκευάστηκε στην παρούσα έρευνα. Η οντολογία αυτή μπορεί να σταθεί ως αυτοτελής εφαρμογή για προσωπική χρήση κάποιου ατόμου , με τιμές προσαρμοσμένες στις δικές του συνθήκες . Ωστόσο , η χρήση του *Internet of Things* μπορεί να εκτοξεύσει το επίπεδο χρησιμότητας της οντολογίας μας , η οποία δύναται να αποτελέσει ένα μοντέρνο εργαλείο αντιμετώπισης του κυκλοφοριακού σε μία έξυπνη πόλη.

Όπως είδαμε αναλυτικά σε προηγούμενες ενότητες , το *IoT* βασίζεται στην συνεχή και αδιάλειπτη συλλογή , επεξεργασία και αναπαραγωγή πληροφοριών ανάμεσα στα αντικείμενα που απαρτίζουν ένα σύστημα. Στην προκειμένη περίπτωση το σύστημα είναι η πόλη και τα αντικείμενα που μας ενδιαφέρουν είναι τα αυτοκίνητα , τα κινητά, τα φανάρια και οποιεσδήποτε συσκευές συλλέγουν πληροφορία σχετικά με το πρωινό πρόγραμμα ενός εργαζόμενου. Προκειμένου λοιπόν ο ένας κάτοικος να αποφύγει την κίνηση στους δρόμους , πιθανά τροχαία ατυχήματα ή άλλες δυσκολίες στη μεταφορά του , γίνεται ηλεκτρονική λήψη πληροφοριών . Εν συνεχεία ενημερώνεται το σύστημα , επεξεργάζεται την πληροφορία και προτείνει στο χρήστη το κατάλληλο σύμφωνα με την προτίμησή του αλλά **κυρίως βάσει των Live συνθηκών.**

#### **Συγκεκριμένα, η διαδικασία ακολουθεί την παρακάτω διαδρομή :**

- A.** Σύνδεση των χρηστών στο σύστημα.
- B.** Συλλογή πληροφοριών σχετικά με το ποια schedules επελέγησαν από άλλους χρήστες την ίδια μέρα.
- C.** Συλλογή πληροφοριών σχετικά με την κίνηση σε δρόμους και ποδηλατοδρόμους . Αυτό επιτυγχάνεται μέσω χρήσης αισθητήρων σε φανάρια ,άλλων ηλεκτρονικών εφαρμογών όπως το Google Maps ή άλλους προαναφερθέντες τρόπους.
- D.** Επεξεργασία των παραπάνω πληροφοριών με χρήση μαθηματικών μοντέλων .

- E. Πρόβλεψη της κίνησης για το επόμενο χρονικό διάστημα τουλάχιστον μίας ώρας, ως αποτέλεσμα της επεξεργασίας της πληροφορίας.
- F. Φιλτράρισμα των πιθανών schedules σύμφωνα με τις παρούσες συνθήκες.
- G. Επιλογή του χρήστη για το τι είδους μεταφορά επιθυμεί ο ίδιος να κάνει .
- H. Τελική πρόταση για το ποιό /ποια schedules είναι εκείνα που εξασφαλίζουν τις επιθυμίες/επιλογές του χρήστη , σε συνδυασμό με αντιμετώπιση του κυκλοφοριακού.

### 7.3.1 Ένα παράδειγμα έξυπνης μεταφοράς.

Με τη χρήση του IoT και ακολουθώντας την παραπάνω διαδικασία , το σύστημα θα μπορεί να αποφανθεί για το μέσο μεταφοράς που θα πρέπει να χρησιμοποιήσει ο χρήστης. Αν υποθέσουμε ότι η κίνηση στους δρόμους είναι αυξημένη τότε το σύστημα ενημερώνεται και προτείνει στο χρήστη schedules που εμπεριέχουν μεταφορά μέσω ποδηλάτου . Αυτό φαίνεται χαρακτηριστικά στην παρακάτω φωτογραφία του materialized graph.

If a car-traffic has-level High and a schedule has-mode-of-transport Bike then the schedule is a smart-bike-schedule.

Who-Or-What is smart-bike-schedule?

<?> is a smart-bike-schedule.	has-transfer-duration	has-cost	has-breakfast-duration	has-duration	has-mode-of-transport
Schedule-9	35	0	10	85	Bike
Schedule-6	35	0	20	65	Bike
Schedule-3	35	0	10	55	Bike
Schedule-18	35	0	20	125	Bike
Schedule-15	35	0	10	115	Bike
Schedule-12	35	0	20	95	Bike

Εικόνα 11. Smart-Bike Schedules.

Με αντίστοιχο τρόπο, δεδομένης της **αυξημένης κίνησης στους ποδηλατοδρόμους** , το σύστημα θα προτείνει τα schedules εκείνα τα οποία εμπεριέχουν μεταφορές μέσω λεωφορείου ή αυτοκινήτου.

If Bike-Traffic has-level High and a schedule has-mode-of-transport Car then the schedule is a smart-vehicle-schedule.

If Bike-Traffic has-level High and a schedule has-mode-of-transport Bus then the schedule is a smart-vehicle-schedule.

Who-Or-What is smart-vehicle-schedule ?

<?> is a smart-vehicle-schedule.	has-wake-up-time	has-breakfast	has-mode-of-transport
<b>Schedule-2</b>	Wake-Early	Quick-Breakfast	Bus
<b>Schedule-4</b>	Wake-Early	Full-Breakfast	Car
<b>Schedule-16</b>	Wake-Late	Full-Breakfast	Car
<b>Schedule-14</b>	Wake-Late	Quick-Breakfast	Bus
<b>Schedule-17</b>	Wake-Late	Full-Breakfast	Bus
<b>Schedule-10</b>	Wake-Normal	Full-Breakfast	Car
<b>Schedule-7</b>	Wake-Normal	Quick-Breakfast	Car
<b>Schedule-5</b>	Wake-Early	Full-Breakfast	Bus
<b>Schedule-1</b>	Wake-Early	Quick-Breakfast	Car
<b>Schedule-11</b>	Wake-Normal	Full-Breakfast	Bus
<b>Schedule-13</b>	Wake-Late	Quick-Breakfast	Car
<b>Schedule-8</b>	Wake-Normal	Quick-Breakfast	Bus

**Εικόνα 12. Smart-Vehicle Schedules.**



---

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ**

---

## **8.1 Σύνοψη και εξαγωγή συμπερασμάτων.**

Έως το 2030 το 60% του παγκόσμιου πληθυσμού θα ζει σε πόλεις, γεγονός που καθιστά εξαιρετικά επείγον το να εξασφαλιστεί ισορροπία μεταξύ της ανάπτυξης, της ποιότητας ζωής και της προστασίας του κλίματος.

Όπως έγινε σαφές στις προηγούμενες ενότητες, οι εφαρμογές του Internet of Things στη σημερινή εποχή είναι πολύπλευρες και τείνουν να αγγίζουν όλους τους τομείς της καθημερινότητάς μας, καθιστώντας βιώσιμη τη σχεδόν ολική μετάβαση του πληθυσμού στις μεγαλουπόλεις. Smart συσκευές, κινητά, αυτοκίνητα, σπίτια και κατ' επέκταση ολόκληρες πόλεις γίνονται τράπεζες παροχής πληροφορίας και εξοικονομούν χρόνο, χρήμα, ενέργεια και κόπο για τον άνθρωπο.

Χρήση αισθητήρων, web εφαρμογών ή applications χρησιμοποιούνται ώστε να αντλείται η απαιτούμενη πληροφορία για τις εκάστοτε εφαρμογές του IoT. Η ευελιξία και οι συνεχείς αλλαγές του ρυθμού ζωής, συνοδεύονται και από αλλαγές στις εφαρμογές αυτές. Επομένως στόχος μας είναι η κατασκευή εφαρμογών που υπακούουν σε σαφώς ορισμένους γενικούς κανόνες - SWRL κανόνες στην έρευνά μας – και δύναται να εφαρμοστούν σε πολλά διαφορετικά συστήματα. Επίσης το γεγονός της ελαστικότητας χρήσης τους σε διαφορετικά συστήματα ανοίγει διάπλατα το δρόμο για επεκτάσεις που καθημερινώς μπορεί να προκύψουν, καθότι μια έξυπνη πόλη είναι ένας συνεχώς αναπτυσσόμενος ζωντανός οργανισμός.

Κατά τη διάρκεια της ηλεκτρονικής και βιβλιογραφικής έρευνας γύρω από τις εφαρμογές του Internet of Things στις έξυπνες πόλεις, καταγράψαμε τις κυριότερες από αυτές και ύστερα εστίασαμε στην υλοποίηση μιας δικής μας καινοτόμας εφαρμογής. Η μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, η ενεργειακή ασφάλεια, η πρόβλεψη και διαχείριση αστικών αναγκών, η αντιμετώπιση κυκλοφοριακών προβλημάτων, η παρακολούθηση και φροντίδα ατόμων με προβλήματα υγείας είναι μόνο κάποιοι από τους στόχους των σεναρίων εφαρμογής σε πόλεις που μελετήσαμε.

Στον αντίποδα, οι κακές υποδομές των πόλεων η οικονομική και κοινωνική κρίση, η δυσκολία προσαρμογής του απλού πολίτη στις σαρωτικές τεχνολογικές και αλλαγές, η τεράστια πυκνότητα του πληθυσμού καθώς και η έλλειψη κατάλληλου εξοπλισμού είναι λίγα από τα «αγκάθια» στην υλοποίηση των πόλεων του μέλλοντος.

Φθάνοντας στην περάτωση της παρούσας εργασίας, συνοψίζουμε την πορεία της έρευνάς μας και στην επόμενη υποενότητα θα παραθέσουμε κάποιες ιδέες για μελλοντικές επεκτάσεις της οντολογίας που κατασκευάσαμε.

## 8.2 Πιθανές μελλοντικές επεκτάσεις του smart plan.

Οι δυνατότητες που δίνει στην εξέλιξη των πόλεων και του επιπέδου ζωής το Internet of Things είδαμε ότι είναι απεριόριστες. Η εφαρμογή μας αποτελεί μία από αυτές. Αυτό που την κάνει να ξεχωρίζει από άλλες μονοδιάστατες εφαρμογές του web είναι η δυνατότητα τροποποίησής της προς πάσα κατεύθυνση τηρώντας πάντα τους κανόνες SWRL. Επομένως, παρότι πρόκειται για μία εφαρμογή αντιμετώπισης του κυκλοφοριακού , σε συνδυασμό με μείωση χρόνου και κόστους , μπορούμε να εστιάσουμε και σε άλλους παράγοντες της καθημερινότητας τους οποίους μπορεί να βελτιώσει.

Παρακάτω παρατίθενται προσωπικές ιδέες που αποτελούν απόσταγμα των γνώσεων που και συμπερασμάτων που εξήχθησαν από την παρούσα έρευνα. Μπορούν να αποτελέσουν μελλοντικές επεκτάσεις του smart plan που δημιουργήσαμε ή αυτοτελή smart plans , με εντελώς ξεχωριστούς προσανατολισμούς αλλά κοινό σκοπό : τη συγκρότηση μιας πρωτοπόρου smart city. Οι προτάσεις ομαδοποιούνται σύμφωνα με τον τομέα εφαρμογής στον οποίο πρόκειται να δώσουν πρωτοπόρες λύσεις.

### A. ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟ

- Παρακολούθηση της οδικής κυκλοφορίας σε μεγάλες λεωφόρους που δημιουργούνται κυκλοφοριακά προβλήματα. Τοποθέτηση αισθητήρων κίνησης και ενημέρωση των χρηστών περί κυκλοφοριακής συμφόρησης.
- Έξυπνη στάθμευση. Κάμερες / αισθητήρες στα μεγαλύτερα δωρεάν παρκινγκ της πόλης. Ενημέρωση του χρήστη για ελεύθερες θέσεις με ακριβή τοποθεσία που μεταφέρεται αυτόματα στο Gps του . Ενημέρωση φωτεινού πίνακα για αριθμό ελεύθερων θέσεων parking στις μέρες με αυξημένη κίνηση (πχ Κυριακές και Αργίες).
- Έξυπνα Φανάρια. Φωτεινοί σηματοδότες οι οποίοι να ανακόπτουν την κυκλοφορία αν και εφόσον υπάρχουν αυτοκίνητα που περιμένουν να περάσουν . Σε περίπτωση που δεν υπάρχει αναμονή ακίνητων οχημάτων , η κυκλοφορία συνεχίζεται κανονικά , χωρίς αυτοματοποιημένες μεταβάσεις σε κόκκινο / πράσινο .
- Ενημέρωση των πολιτών (πχ μέσω mail ) για έργα που πρόκειται να λάβουν χώρα στην περιοχή τους και τα οποία θα διακόπτουν ή θα δυσκολεύουν την κυκλοφορία. Η ενημέρωση μπορεί να γίνει μία η δυο μέρες πριν μέσω του αρμόδιου φορέα για αποφυγή κυκλοφοριακού.

## **B. ANTIMETΩΠΙΣΗ ΠΑΡΑΒΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ**

- Κάμερες και αισθητήρες για εντοπισμό παραβάσεων. Αισθητήρας μπορεί να ενεργοποιείται με το άναμμα του κόκκινου σηματοδότη και σε περίπτωση που εντοπίσει κίνηση οχήματος (παραβίαση) , στέλνει σήμα παραβίασης. Λόγω μιας τέτοιας ειδοποίησης θα γίνεται έλεγχος της κάμερας που θα έχει τοποθετηθεί επίσης στο φανάρι τη συγκεκριμένη μέρα και ώρα που καταγράφηκε η πιθανή παράβαση. Μια τέτοια μέθοδος μπορεί σε πρωταρχικό στάδιο να λειτουργήσει σε συγκεκριμένα φανάρια στα οποία έχει καταγραφεί αυξημένη παραβατικότητα.
- Κάμερες και αισθητήρες σε συγκεκριμένες θέσεις υψηλής σημασίας και αυστηρώς απαγορευμένης στάθμευσης. Παραδείγματα: θέσεις ΑΜΕΑ, είσοδοι νοσοκομείων , είσοδοι σχολείων , τραπεζών κλπ . Άμεση αποστολή σήματος προειδοποίησης στον παραβάτη και κατόπιν αποστολή σήματος στην αρμόδια αρχή.

## **Γ. ΑΣΦΑΛΕΙΑ**

- Βελτιστοποιημένη διαχείριση της συντήρησης των βασικών σημείων της πόλης. Παράδειγμα άμεση ειδοποίηση βλάβης ενός σηματοδότη προς τους αντίστοιχους τεχνικούς, με ακριβή τοποθεσία του.
- Οι αισθητήρες θερμοκρασίας που υπάρχουν στο έξυπνο σπίτι ,όταν εντοπίσουν υπερβολικά υψηλά επίπεδα θερμοκρασίας, αποστέλλουν σήμα στην πυροσβεστική για ενδεχόμενο πυρκαγιάς.
- Για πολύ συγκεκριμένες και περιορισμένες ομάδες ανθρώπων με βεβαρημένο ιατρικό ιστορικό προτείνεται τοποθέτηση ειδικών συσκευών (αισθητήρων) για την στενή παρακολούθηση και προστασία τους . Παράδειγμα μια ιδιωτική εταιρία ιατρικής ασφάλισης παρέχει σε καρδιοπαθή ειδικό «βραχιόλι» μέτρησης σφυγμών . Όταν οι σφυγμοί ξεπεράσουν κάποιο ορισμένο άνω ή κάτω όριο, τότε αποστέλλεται άμεσα σήμα κινδύνου μέσω της συσκευής για κλήση ασθενοφόρου στο σπίτι του ασθενούς.
- Πυροσβεστικά οχήματα , ασθενοφόρα και περιπολικά θα αποστέλλουν σήμα επείγοντος περιστατικού σε εφαρμογές κινητών των οδηγών οι οποίοι βρίσκονται σε κοντινή (ορισμένη) ακτίνα. Οι οδηγοί επομένως θα είναι σε ετοιμότητα να δημιουργήσουν έγκαιρα ελεύθερο χώρο για τη διευκόλυνση του διερχόμενου οχήματος πριν καν ακουστεί η σειρήνα του. Επομένως το όχημα επείγοντος περιστατικού δεν θα χρειαστεί να επιβραδύνει.
- Ως επέκταση των έξυπνων φαναριών μπορεί να εφαρμοστεί το εξής : να προστεθεί νέα ειδική φωτεινή ένδειξη που απεικονίζει όχημα ασφαλείας (ασθενοφόρο/ περιπολικό). Το φως αυτό θα παραμένει σβηστό στη διάρκεια της μέρας , ενώ θα πάλλεται αναμμένο μόνο όταν πρόκειται να διέλθει ασθενοφόρο / περιπολικό / πυροσβεστικό όχημα, το οποίο προφανώς θα έχει εκπέμψει σχετικό σήμα.

- Έξυπνη επισκευή βλαβών σε δημόσιους χώρους. Παράδειγμα ο χρήστης θα έχει τη δυνατότητα να φωτογραφίσει μια επικίνδυνη λακκούβα σε δρόμο ή ένα σπασμένο παγκάκι και μέσω έξυπνου συστήματος ,πχ κινητού, να το αποστέλλει άμεσα στον αρμόδιο φορέα μαζί με ακριβείς πληροφορίες τοποθεσίας.

#### **Δ. ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

- Ηλιακοί συλλέκτες σε αρκετά σημεία της πόλης (πχ πάρκα) οι οποίοι συμμετέχουν στη φωτοδότηση χώρων με τη δύση του ήλιου και χωρίς την ανθρώπινη παρέμβαση παροχής ρεύματος
- Τοποθέτηση αισθητήρων σε κάδους. Αποστολή σχετικής ένδειξης όταν πλησιάζει πιθανή υπερχειλίση. Κέρδος: καύσιμα και χρόνος από μετακινήσεις που δεν χρειάζεται να γίνουν σε κάδους που δεν είναι γεμάτοι.
- Τοποθέτηση αισθητήρων στις κολώνες φωτισμού των δρόμων. Συνήθως σε μεγάλους δρόμους με λιγότερο συχνή διέλευση οχημάτων. Τοποθετείται συσκευή ανίχνευσης σε μπροστινή θέση η οποία δίνει σήμα να ενεργοποιηθούν αλυσιδωτά οι λάμπες στη συγκεκριμένη ευθεία.

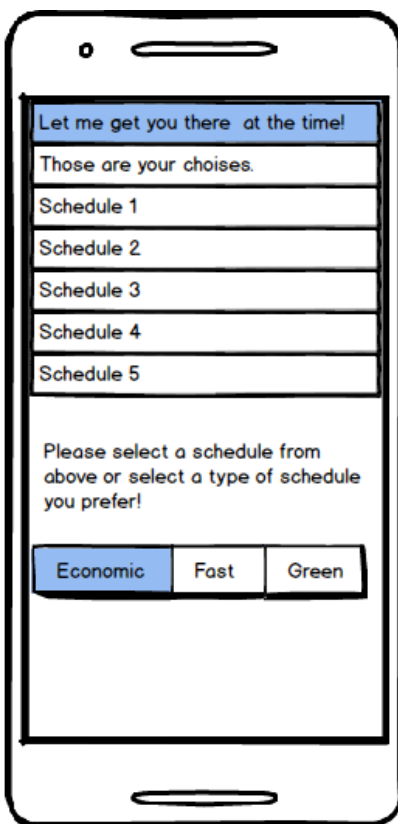
### **8.2.1. Δημιουργία εφαρμογής για κινητά.**

Η καθημερινή ζωή ενός μέσου πολίτη διέπεται πλέον από τη χρήση πληθώρας web εφαρμογών , tablet και mobile applications. Τα εξελιγμένα wifi και 4G δίκτυα δίνουν τη δυνατότητα στις εφαρμογές αυτές , χωρίς απαραίτητη παρέμβαση του χρήστη , να συλλέγουν και να αναπαράγουν καθημερινώς τόνους πληροφορίας .Δεδομένου αυτού , οι απεριόριστες ελευθερίες που μας παρέχει το Internet of Things καθιστούν τη δημιουργία ενός application βασιζόμενου στην οντολογία που κατασκευάσαμε , μία άκρως ενδιαφέρουσα προοπτική.

Μία άκρως φιλική προς το χρήστη εφαρμογή θα αντλεί πληροφορίες σχετικά με τις καθημερινές συνήθειες του χρήστη, έως ότου αυτός να μεταβεί στη δουλειά του ( ή σε οποιοδήποτε άλλο προγραμματισμένο ραντεβού) . Συγκεκριμένα λοιπόν , σε μία απλοϊκή (basic) μορφή της η εφαρμογή θα αντλεί τις παρακάτω πληροφορίες.

- ➔ Την ώρα αφύπνισης του χρήστη , μέσω επικοινωνίας με το ξυπνητήρι.
- ➔ Τη διάρκεια προετοιμασίας του μέχρι να λάβει πρωινό γεύμα. Αυτή η πληροφορία μπορεί να εξασφαλισθεί για παράδειγμα , μετρώντας χρόνο έως ότου ο χρήστης να ανοίξει την πόρτα του ψυγείου, γεγονός που σημαίνει την έναρξη του πρωινού γεύματος.
- ➔ Την κατάσταση στους δρόμους στην παρούσα φάση από πλευράς κίνησης ή άλλων συνθηκών που επηρεάζουν την πρόσβαση στο σημείο μεταφοράς.

Δεδομένων των παραπάνω πληροφοριών , η εφαρμογή θα δίνει ειδοποίηση στο χρήστη , ενημερώνοντάς τον για τα πιθανά schedules που μπορεί να ακολουθήσει δεδομένου του χρόνου που έχει ξοδέψει έως τώρα. Ο χρήστης με τη σειρά του θα έχει την ελευθερία επιλογής οικονομικού , πράσινου , γρήγορου , συμφέροντος κ.α schedule , με το πάτημα ενός κουμπιού. Όλα τα παραπάνω φαίνονται ξεκάθαρα στην εικόνα 1 που δημιουργήθηκε ως μία εικονική αναπαράσταση ενός από τα menu της mobile εφαρμογής.



Εικόνα 1 . Εφαρμογή για κινητά βασισμένη στην οντολογία της εργασίας . Menu επιλογής.

Ακολουθώντας το παράδειγμα της ενότητας 7 , έστω ότι ο χρήστης ξυπνά στις 08:50 το πρωί και ο χρόνος προετοιμασίας του διαρκεί 10'. Οι πληροφορίες αυτές θα αντληθούν από την εφαρμογή με τους τρόπους που αναφέραμε (ή άλλους τρόπους οι οποίοι έχουν αναφερθεί σε προηγούμενες ενότητες) και κατόπιν θα ενημερωθεί ο χρήστης ότι οι σημερινές του επιλογές είναι ανάμεσα στα schedule-1 έως schedule-6 .

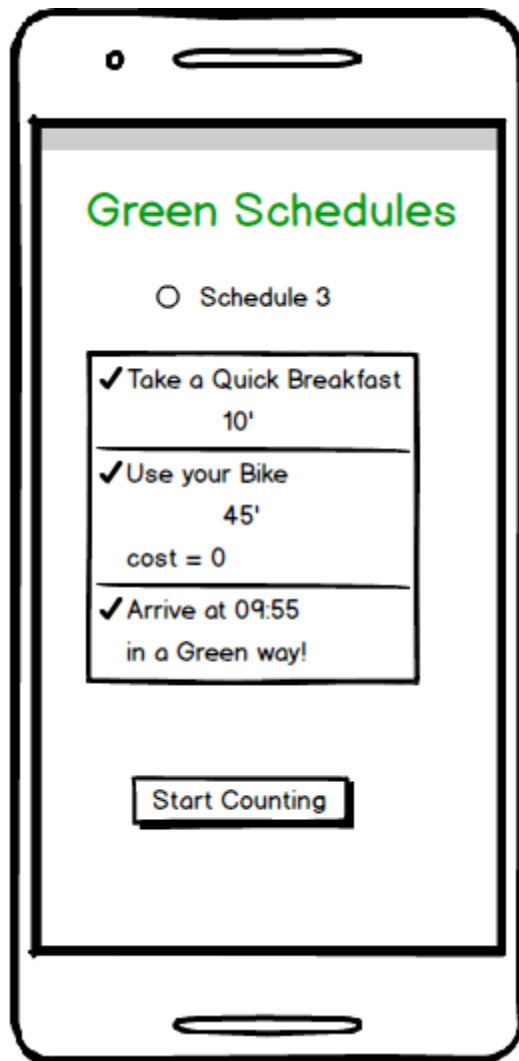
Στη συνέχεια η εφαρμογή έχοντας πρόσβαση στις πληροφορίες άλλων χρηστών της καθώς και μέσω Google Maps ή άλλων πηγών δεδομένων , θα ελέγχει τα επίπεδα κυκλοφοριακού σε δρόμους και ποδηλατοδρόμους. Έχοντας φιλτράρει τα schedules με σκοπό την αποφυγή κυκλοφοριακής συμφόρησης , δίνει στη συνέχεια την ευκαιρία στο χρήστη να επιλέξει το είδος του schedule που επιθυμεί.



**Εικόνα 2 . Διαδικτυακός έλεγχος του κυκλοφοριακού και ενημέρωση με σχετικό μήνυμα.**

Ο χρήστης με τη σειρά του θα μπορεί να πατήσει στην επιλογή GREEN και απευθείας να του υποδειχθεί το αντίστοιχο schedule , στην περίπτωσή μας το schedule-3 . Αντίστοιχα θα μπορεί να επιλέξει το πλήκτρο ECONOMIC ή το πλήκτρο FAST και να πάρει τα αντίστοιχα schedules και ούτω καθεξής.





Εικόνα 3 . Το τελικό schedule που θα ακολουθήσει ο χρήστης, βάσει των επιλογών του.

---

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ**

---

## ***A. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ***

- [1] Smart Cities Big Data, Civic H - Anthony M. Townsend.
- [2] Conceptualizing Smart City with Dimensions of Technology, People, and Institutions  
Taewoo Nam & Theresa A. Pardo, U.S.A 2015.
- [3] A top-level ontology for smart environments. Juan Ye, Graeme Stevenson, Simon Dobson  
2011
- [4] Enabling Context-aware Smart Home with Semantic Web  
Technologies Daqing Zhang, Tao Gu, Xiaohang Wang Institute for Infocomm Research, 2015.
- [5] Ontology and SWRL-Based Learning Model for Home Automation Controlling Pablo A.  
Valiente-Rocha and Adolfo Lozano-Tello\*.
- [6] Ontology Driven Smart Space Application Development M. Mohsin Saleemi, Natalia, Espen  
Suenson, Johan Lilius and Iv'an Porres
- [7] Producing Linked Data for Smart Cities: the case of Catania. Department of Computer  
Science, University of Bologna, Italy.
- [8] Multiagent System for Intelligent Water Demand Management Borja Ponte, David de la  
Fuente, Raúl Pino and Paolo Priore Department of Business Administration University of  
Oviedo Gijón (España).
- [9] Towards a Semantic City Service Ecosystem I. Celino and Alessio Carenini, Milano 2013.
- [10] Smart City By Multi-Agent Systems Mariacristina Roscia , Michela Longo, George Cristian  
Lazaroiu , Madrid 2013.
- [11] The smart city infrastructure development & monitoring Mahmoud al-hader, Malaysia 2015.
- [12] Tokyo Smart City Development in Perspective of 2020 Olympics .Opportunities for EU-  
Japan Cooperation and Business Development. Minerva research fellow , Tokyo 2015.
- [13] Smart Cities Of the Future , the European pysical jurnal, 2012.
- [14] Turning the digital divide into a digital dividend: some experiences from Manchester (UK)  
Carter, Dave, 2014.
- [15] Happy City: Transforming Our Lives Through Urban Design, Charles Montgomery 2014.
- [16] Komninos N., Intelligent Cities: Innovation, knowledge systems and digital spaces, London  
and New York, Spon Press, 2002.

- [17] Smart Cities IEEE  
<http://smartcities.ieee.org/>
- [18] Internet of things - Wikipedia ,  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Internet\\_of\\_things](https://en.wikipedia.org/wiki/Internet_of_things)
- [19] Smart City - Wikipedia,  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Smart\\_city](https://en.wikipedia.org/wiki/Smart_city)
- [20] Cognitum Semantics,  
[www.cognitum.eu/semantics/FluentEditor](http://www.cognitum.eu/semantics/FluentEditor)
- [21] Flowchart Maker & Online Diagram Software,  
<https://www.draw.io/>
- [22] Balsamiq Mockups  
<https://balsamiq.com/products/mockups/>
- [23] IoT Solutions for Smart Cities,  
<https://www.thingworx.com>
- [24] Linked Data: Evolving the Web into a Global Data Space,  
<http://linkeddatabook.com/editions/1.0/>
- [25] Energate, Solutions, Residential Demand Response, July 2015,  
<http://www.energateinc.com/solutions/residential-demand-response/>
- [26] PlanetEcosystems, Solutions,  
[www.planetecosystems.com/our-services](http://www.planetecosystems.com/our-services)
- [27] Smart Communities, August 2015,  
<http://www.smartcommunities.org>
- [28] SmartCities  
<http://www.smartcities.info/publications>
- [29] Μία βιώσιμη πλατφόρμα για έξυπνες πόλεις.  
[http://www.infostrag.gr/syros/wp-content/uploads/2013/06/iCiTi\\_Syros.pdf](http://www.infostrag.gr/syros/wp-content/uploads/2013/06/iCiTi_Syros.pdf)
- [30] Το τρίγωνο του Project Management.  
<http://smarterwebsiteowner.com>

## ***B. ΚΩΔΙΚΑΣ***

Title: 'Smart City'.

Author: 'Panagiwtis Chalaris'.

Comment:

This ontology consists of

- \* Concept: schedule
- \* Instance(of a concept schedule): Schedule-1 - Schedule-18
- \* Role: has-wake-up-duration, has-breakfast-duration, has-transfer-duration, has-transfer-cost

Questions:Who-or-What

- \* is a Bus?
- \* is a fast-schedule?
- \* is a slow-schedule?
- \* is an economic-schedule?
- \* is a expensive-schedule?

Comment: Step 1 - Wake-up (Duration).

Wake-Early **is a** wake-up-time.

Wake-Normal **is a** wake-up-time.

Wake-Late **is a** wake-up-time.

Wake-Early has-wake-up-duration **equal-to** 10.

Wake-Normal has-wake-up-duration **equal-to** 40.

Wake-Late has-wake-up-duration **equal-to** 70.

Comment: Step 2 - Breakfast (Duration).

Quick-Breakfast **is a** breakfast.

Full-Breakfast **is a** breakfast.

Quick-Breakfast has-breakfast-duration **equal-to** 10.

Full-Breakfast has-breakfast-duration **equal-to** 20.

Comment: Step 3 - Transportation (Duration + Cost)

Car **is a** mode-of-transport.

Bike **is a** mode-of-transport.

Bus **is a** mode-of-transport.

Car has-transfer-duration **equal-to** 25 **and** has-cost **equal-to** 6.

Bike has-transfer-duration **equal-to** 35 **and** has-cost **equal-to** 0.

Bus has-transfer-duration **equal-to** 45 **and** has-cost **equal-to** 2.

Comment:Scenarios for wake up time : 08:00.

Schedule-1 **is a** schedule.

Schedule-1 has-wake-up-time Wake-Early **and** has-breakfast Quick-Breakfast **and** has-mode-of-transport Car.

Schedule-2 **is a** schedule.

Schedule-2 has-wake-up-time Wake-Early **and** has-breakfast Quick-Breakfast **and** has-mode-of-transport Bus.

Schedule-3 **is a** schedule.

Schedule-3 has-wake-up-time Wake-Early **and** has-breakfast Quick-Breakfast **and** has-mode-of-transport Bike.

Schedule-4 is a schedule.

Schedule-4 has-wake-up-time Wake-Early and has-breakfast Full-Breakfast and has-mode-of-transport Car.

Schedule-5 is a schedule.

Schedule-5 has-wake-up-time Wake-Early and has-breakfast Full-Breakfast and has-mode-of-transport Bus.

Schedule-6 is a schedule.

Schedule-6 has-wake-up-time Wake-Early and has-breakfast Full-Breakfast and has-mode-of-transport Bike.

Comment:Scenarios for wake up time : 08:30.

Schedule-7 is a schedule.

Schedule-7 has-wake-up-time Wake-Normal and has-breakfast Quick-Breakfast and has-mode-of-transport Car.

Schedule-8 is a schedule.

Schedule-8 has-wake-up-time Wake-Normal and has-breakfast Quick-Breakfast and has-mode-of-transport Bus.

Schedule-9 is a schedule.

Schedule-9 has-wake-up-time Wake-Normal and has-breakfast Quick-Breakfast and has-mode-of-transport Bike.

Schedule-10 is a schedule.

Schedule-10 has-wake-up-time Wake-Normal and has-breakfast Full-Breakfast and has-mode-of-transport Car.

Schedule-11 is a schedule.  
Schedule-11 has-wake-up-time Wake-Normal and has-breakfast Full-Breakfast and has-mode-of-transport Bus.

Schedule-12 is a schedule.  
Schedule-12 has-wake-up-time Wake-Normal and has-breakfast Full-Breakfast and has-mode-of-transport Bike.

Comment:Scenarios for wake up time : 09:00.

Schedule-13 is a schedule.  
Schedule-13 has-wake-up-time Wake-Late and has-breakfast Quick-Breakfast and has-mode-of-transport Car.

Schedule-14 is a schedule.  
Schedule-14 has-wake-up-time Wake-Late and has-breakfast Quick-Breakfast and has-mode-of-transport Bus.

Schedule-15 is a schedule.  
Schedule-15 has-wake-up-time Wake-Late and has-breakfast Quick-Breakfast and has-mode-of-transport Bike.

Schedule-16 is a schedule.  
Schedule-16 has-wake-up-time Wake-Late and has-breakfast Full-Breakfast and has-mode-of-transport Car.

Schedule-17 is a schedule.  
Schedule-17 has-wake-up-time Wake-Late and has-breakfast Full-Breakfast and has-mode-of-transport Bus.



Schedule-18 is a schedule.

Schedule-18 has-wake-up-time Wake-Late and has-breakfast Full-Breakfast and has-mode-of-transport Bike.

Comment: If X has something that has Y then X has Y.

If X has-wake-up-time something that has-wake-up-duration Y then X has-wake-up-duration Y.

If X has-breakfast something that has-breakfast-duration Y then X has-breakfast-duration Y.

If X has-mode-of-transport something that has-transfer-duration Y then X has-transfer-duration Y.

If X has-mode-of-transport something that has-cost Y then X has-cost Y.

Comment: {summarise durations}.

If a schedule has-wake-up-duration equal-to the value (1) and the schedule has-breakfast-duration equal-to the value (2) and the schedule has-transfer-duration equal-to the value (3) and the value (1) + the value (2) = the value(4) and the value (3) + the value(4) = the value(5) then the schedule has-duration equal-to the value(5).

Comment: {\* is a fast-schedule}

{\* is a slow-schedule}.

If a schedule has-duration lower-or-equal-to 60 then the schedule is a fast-schedule.

If a schedule has-duration greater-than 60 then the schedule is a slow-schedule.

Comment: {\* is an economic-schedule}

{\* is an expensive-schedule}

TODO: find another way to express expensive-schedule.

If a schedule has-cost lower-or-equal-to 5 then the schedule is an economic-schedule.

If a schedule has-cost greater-than 5 then the schedule is an expensive-schedule.

Comment: Some EXTRA questions.

Comment: {\* is a bad-schedule , (high duration + high cost) }.

If a schedule has-cost greater-than 5 and the schedule has-duration greater-than 80 then the schedule is a bad-schedule.

Comment: {\* is a high-pollutant-schedule}

{\* is a low-pollutant-schedule}

{\* is an eco-friendly-schedule}.

Something is a low-pollutant-schedule if-and-only-if-it-either has-mode-of-transport Bike or has-mode-of-transport Bus.

Something is a high-pollutant-schedule if-and-only-if-it has-mode-of-transport Car.

Something is an eco-friendly-schedule if-and-only-if-it has-mode-of-transport Bike.

Comment: {\* is a green-schedule }.

If a schedule is a low-pollutant-schedule and the schedule is a fast-schedule and the schedule is an economic-schedule then the schedule is a green-schedule.

Comment: Traffic Solutions.

Comment: {\* is a smart-car-schedule}  
          {\* is a smart-bike-schedule}..

Bike-Traffic **is a** bike-traffic.

Bike-Traffic has-level High.

**If a** bike-traffic has-level High **and a** schedule has-mode-of-transport  
Car then the schedule **is a** smart-car-schedule.

Car-Traffic **is a** car-traffic.

Car-Traffic has-level High.

**If** Car-Traffic has-level High **and a** schedule has-mode-of-transport  
Bike then the schedule **is a** smart-bike-schedule.