



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**

**ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

**ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ  
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ**

## **Υλοποίηση και εφαρμογή μοντέλου ενεργειακής αξιολόγησης πόλεων**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

της

Ndrino Mariola

**Καθηγητής:** Ιωάννης Ψαρράς

Καθηγητής ΕΜΠ

**Επιβλέπουσα:** Στυλιανή Ανδρουλάκη

Υπ. Διδάκτωρ ΕΜΠ

Αθήνα, Φεβρουάριος 2014





**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**

**ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

**ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ  
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ**

**Υλοποίηση και εφαρμογή μοντέλου ενεργειακής  
αξιολόγησης πόλεων**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

της

Ndrino Mariola

**Καθηγητής:** Ιωάννης Ψαρράς

Καθηγητής ΕΜΠ

**Επιβλέπουσα:** Στυλιανή Ανδρουλάκη

Υπ. Διδάκτωρ ΕΜΠ

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την .....2014

Ιωάννης Ψαρράς

Δημήτρης Ασκούνης

Βασίλειος Ασημακόπουλος

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αν. Καθηγητής Ε.Μ.Π

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Φεβρουάριος 2014

.....

Mariola Ndrilo

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών

Copyright © Mariola Ndrilo 2014.

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.

## Ευχαριστίες

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή Ιωάννη Ψαρρά για την επίβλεψη της παρούσας διπλωματικής εργασίας καθώς και για την θεμελίωση των γνώσεων μου στους τομείς της Διαχείρισης Ενέργειας και των Συστημάτων Αποφάσεων μέσα από τα εξαιρετικά μαθήματα του τα όποια είχα την τύχη να παρακολουθήσω κατά την διάρκεια των σπουδών μου. Παράλληλα θέλω να εκφράσω την βαθιά μου ευγνωμοσύνη για την υπομονή του, την υποστήριξη και τις συμβουλές του σε όλη την διάρκεια της συνεργασίας μας. Επίσης ευχαριστώ την υποψήφια διδάκτορα Στυλιανή Ανδρουλάκη για την συνεχή καθοδήγηση της και την αφιέρωση του πολύτιμου χρόνου της για την ολοκλήρωση αυτής της εργασίας. Επιπλέον ευχαριστώ όλα τα μέλη του εργαστηρίου Συστημάτων Αποφάσεων που με αγκάλιασαν από την αρχή διευκολύνοντας πολλές φορές την εξέλιξη αυτής της προσπάθειας. Τέλος ευχαριστώ την οικογένεια μου και τους φίλους μου που με στήριξαν και συνεχίζουν να με στηρίζουν με όλα τα δυνατά μέσα.

## Περίληψη

Η έννοια της έξυπνης πόλης εισήχθει τα τελευταία χρόνια ως μια αναδυόμενη στρατηγική αντιμετώπισης των προβλημάτων που προκύπτουν από την ταχεία αύξηση του πληθυσμού των πόλεων, την κλιματική αλλαγή, την μείωση των διαθέσιμων πόρων και την γήρανση των φυσικών υποδομών. Η εξέλιξη αυτή είναι που έχει οδηγήσει στην ανάγκη ανάπτυξης κατάλληλων μεθόδων και τεχνικών που θα μπορούν να μετρούν το πόσο καλά οι πόλεις προοδεύουν προς επίτευξη των στόχων τους για τον μετασχηματισμό τους σε έξυπνες.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία αρχικά περιγράφεται η έννοια των έξυπνων πόλεων και οι αιτίες που οδηγούν τις σύγχρονες πόλεις να εξελίσσονται προς αυτήν την κατεύθυνση. Παρουσιάζονται ορισμένα από τα πιο διαδεδομένα μοντέλα έξυπνων πόλεων διεθνώς και αναλύονται οι κύριες συνιστώσες του σχεδίου έξυπνης πόλης. Επιπλέον γίνεται σύνδεση της έξυπνης πόλης με την έννοια της ενεργειακής βελτιστοποίησης και εξηγούνται τα θεμελιώδη στοιχεία μέσω των οποίων μπορεί να επιτευχθεί η ενσωμάτωση της τελευταίας στο σχέδιο της έξυπνης πόλης.

Στη συνέχεια εισάγεται η μεθοδολογία αξιολόγησης έξυπνων πόλεων η οποία δίνει έμφαση στον τομέα της ενέργειας. Ακολούθως, παρουσιάζεται μια λεπτομερής ανάλυση ως προς τους επιμέρους άξονες και δείκτες. Καταγράφονται κριτήρια που θα πρέπει να ικανοποιεί το σύνολο δεικτών και γίνεται σύντομη αναφορά σε παράγοντες που δεν αποτυπώνονται στη μέθοδο αλλά έχουν σημαντική επίδραση στην επιτυχή ολοκλήρωση του σχεδίου έξυπνης πόλης.

Τέλος η μεθοδολογία εφαρμόζεται σε δύο πόλεις: την Βαρκελώνη και το Άμστερνταμ. Αναφέρονται οι λόγοι επιλογής των συγκεκριμένων πόλεων και παρουσιάζεται το γενικό προφίλ της καθεμιάς. Η αξιολόγηση κάθε πόλης γίνεται ανά πυλώνα και άξονα αξιοποιώντας διαθέσιμα δεδομένα στο διαδίκτυο. Η εφαρμογή ολοκληρώνεται με την παρουσίαση των τελικών αποτελεσμάτων και ακολουθεί σύγκριση των επιδόσεων τους. Η εφαρμογή του συνολου των δεικτών καταδεικνύει με επιτυχία τα δυνατά και αδύνατα σημεία της κάθε πόλης ενώ η τελική εικόνα που διαμορφώνεται για αυτές συμφωνεί με την αξιολόγηση τους από διεθνή και καθιερωμένα μοντέλα.

## Λέξεις κλειδιά

Έξυπνες πόλεις, ενεργειακή βελτιστοποίηση, δείκτες αξιολόγησης, ΤΠΕ, διαχείριση ενέργειας, ενεργειακή στρατηγική, ενεργειακό προφίλ πόλεων, έξυπνα κτίρια, βιωσιμότητα, μέσα κοινωνικής δικτύωσης, κλιματική αλλαγή.

# **Abstract**

The Smart City concept has been introduced over the last years as an emerging strategy for combating the problems resulting from the rapid growth of urban population, the climate change, the scarcity of natural resources and the aging of physical infrastructures. This development has led to the need for creating appropriate methods and techniques that can measure how well cities are progressing towards achieving the objectives set for their transformation into Smart Cities.

This thesis initially describes the Smart City concept and the main factors that drive modern cities to evolve to this direction. Some of the most popular models of Smart Cities worldwide are presented and the main components of the Smart City project are analyzed. Furthermore, the linkage between Smart City and the energy optimization concept is explained and the fundamental elements to achieve the integration of the latter to the Smart City project are presented.

Next, an evaluation methodology for smart cities is introduced with emphasis on the energy sector of the cities. Subsequently, a detailed analysis of the methodology by pillars, axes and indicators is presented. The basic criteria that the set of indicators should satisfy are listed followed by a brief reference to factors that are not reflected on the methodology but have a significant influence on the successful completion of the Smart City project.

Finally, the methodology is applied in two cities: Barcelona and Amsterdam. The reasons for selecting these specific cities are explained and their individual city profiles are presented. The assessment for each city is conducted per pillar and axes, utilizing data available on the internet. The application is completed by the presentation of the final results for the two cities, followed by a comparative analysis of their performance. The implementation of the set of indicators demonstrates successfully the strengths and weaknesses of each city while their final performance agrees with their assessment by internationally established models.

## **Keywords**

Smart Cities, energy optimization, Smart City index, ICT, energy management, energy strategy, city energy profile, smart buildings, sustainability, social media, climate change.

# Περιεχόμενα

1	Κεφάλαιο: Εισαγωγή .....	11
1.1	Αντικείμενο-Σκοπός διπλωματικής εργασίας .....	11
1.2	Φάσεις πραγματοποίησης διπλωματικής εργασίας .....	12
1.3	Δομή τεύχους διπλωματικής εργασίας.....	14
2	Κεφάλαιο: Έξυπνες πόλεις και ενεργειακή βελτιστοποίηση.....	17
2.1	Εισαγωγή.....	17
2.2	Η έννοια της έξυπνης πόλης.....	17
2.3	Επισκόπηση υφισταμένων μοντέλων έξυπνων πόλεων .....	20
2.3.1	Το μοντέλο του «τροχού» του Boyd Cohen .....	20
2.3.2	Οι έξυπνες πόλεις της IBM.....	23
2.3.3	Το μοντέλο της Hitachi για την έξυπνη πόλη .....	25
2.4	Ενεργειακή διαχείριση και βελτιστοποίηση.....	26
2.4.1	Ο νέος ρόλος των πόλεων .....	27
2.5	Ανακαιφαλαίωση .....	30
3	Κεφάλαιο: Μεθοδολογία αξιολόγησης έξυπνων πόλεων με έμφαση στην ενέργεια.....	31
3.1	Εισαγωγή.....	31
3.2	Παρουσίαση Μεθοδολογίας.....	31
3.2.1	Στρατηγική.....	34
3.2.2	Ενεργειακό προφίλ.....	42
3.2.3	Σχετικές υποδομές-Ενέργεια & ΤΠΕ.....	49
3.2.4	Κατηγοριοποίηση των δεικτών της έξυπνης πόλης.....	57
3.3	Ο ρόλος της διακυβέρνησης, των ανθρώπων και της οικονομίας .....	58
3.4	Ανακαιφαλαίωση .....	59
4	Κεφάλαιο: Εφαρμογή της μεθοδολογίας .....	61
4.1	Εισαγωγή.....	61
4.2	Η περίπτωση της Βαρκελώνης.....	62
4.2.1	Το προφίλ της πόλης.....	62
4.2.2	Στρατηγική.....	65
4.2.3	Ενεργειακό προφίλ.....	69
4.3	Αξιολόγηση της Βαρκελώνης .....	83



4.4	Η περίπτωση του Άμστερνταμ.....	85
4.4.1	Το προφίλ της πόλης.....	87
4.4.2	Στρατηγική.....	88
4.4.3	Ενεργειακό προφίλ.....	98
4.4.4	Σχετικές υποδομές- Ενέργεια & ΤΠΕ.....	103
4.5	Αξιολόγηση του Άμστερνταμ .....	106
4.6	Σύγκριση των δύο πόλεων: Βαρκελώνη-Άμστερνταμ.....	109
5	Κεφάλαιο: Συμπεράσματα και Προοπτικές.....	112
6	Βιβλιογραφία .....	115

## Κατάλογος πινάκων

Πίνακας 2.2-1 Δημοφιλείς ορισμοί της έξυπνης πόλης .....	18
Πίνακας 3.2-1 Ο τομέας ενέργεια απουσιάζει εντελώς από τα δύο μοντέλα αξιολόγησης έξυπνων πόλεων. ....	32
Πίνακας 3.2-2 Συνολική παρουσίαση του μοντέλου αξιολόγησης έξυπνων πόλεων..	56
Πίνακας 3.2-3 Ταξινόμηση των δεικτών αξιολόγησης μιας έξυπνης πόλης σύμφωνα με το μοντέλο των Carli et al. ....	58
Πίνακας 4.2-1 Τα βασικά δεδομένα για την πόλη της Βαρκελώνης. ....	63
Πίνακας 4.2-2 Κόστος κυριότερων σχεδιαζόμενων επενδύσεων σε έργα ΑΠΕ και ενεργειακής απόδοσης στην Βαρκελώνη.....	69
Πίνακας 4.2-3 Καταγραφή ορισμένων εκ των έργων ΑΠΕ που σχεδιάζει να υλοποιήσει η Βαρκελώνη ως το 2020.....	73
Πίνακας 4.2-4 Στοιχεία για το πρόγραμμα έργων ΑΠΕ που σχεδιάζει να υλοποιήσει η Βαρκελώνη ως το 2020.....	75
Πίνακας 4.2-5 Τα χαρακτηριστικά του δικτύου θέρμανσης και ψύξης της Βαρκελώνης.....	76
Πίνακας 4.2-6 Τα κύρια χαρακτηριστικά του υπό κατασκευή δικτύου παροχής υπηρεσιών κλιματισμού στην περιοχή Ponent της Βαρκελώνης.....	76
Πίνακας 4.3-1 Η συνολική επίδοση της Βαρκελώνης ως έξυπνη πόλη. ....	83
Πίνακας 4.4-1 Καταγραφή των κυριότερων δεδομένων για την πόλη του Άμστερνταμ. ....	87
Πίνακας 4.4-2 Προβλέψεις για τις πιθανές μειώσεις των εκπομπών CO <sub>2</sub> από κάθε τομέα στο Άμστερνταμ. ....	91
Πίνακας 4.4-3 Προβλέψεις συνεισφοράς των ΑΠΕ στην παραγωγή ηλεκτρισμού του Άμστερνταμ. ....	92
Πίνακας 4.4-4 Αποτελέσματα από την υλοποίηση της πρώτης δέσμης πιλοτικών εφαρμογών του ASC.....	94
Πίνακας 4.4-5 Τα βασικά στοιχεία του AIF.....	95
Πίνακας 4.4-6 Καταγραφή σημαντικότερων έργων ΑΠΕ και εξοικονόμησης ενέργειας του Άμστερνταμ. ....	96
Πίνακας 4.4-7 Τα σημαντικότερα έργα του δήμου του Άμστερνταμ στην αποθήκευση ενέργειας. ....	101
Πίνακας 4.4-8 Ενδεικτικά σχέδια δράσης του δήμου του Άμστερνταμ στον τομέα των ΤΠΕ.....	104
Πίνακας 4.5-1 Συνολική επίδοση της πόλης του Άμστερνταμ.....	106

# 1 Κεφάλαιο: Εισαγωγή

## 1.1 Αντικείμενο-Σκοπός διπλωματικής εργασίας

Οι σύγχρονες μεγαλουπόλεις αντιμετωπίζουν μεγάλες προκλήσεις. Η κλιματική αλλαγή, η διαχείριση των απορριμάτων, ο αυξανόμενος πληθυσμός τους, η ατμοσφαιρική ρύπανση, ο εντεινόμενος παγκόσμιος ανταγωνισμός, η οικονομική κρίση, είναι μόνο μερικές από αυτές. Η επιτακτικότητα αυτών των προκλήσεων παρακινεί πολλές πόλεις να ανακαλύψουν έξυπνους τρόπους αντιμετώπισης τους με μακροπρόθεσμο στόχο την επιτυχή προσαρμογή τους σε ένα διαρκώς μεταβαλλόμενο και πολύπλοκο διεθνές περιβάλλον. Οι πόλεις που λαμβάνουν δράσεις προς αυτήν την κατεύθυνση περιγράφονται ως έξυπνες πόλεις.

Ένας τρόπος να αντιληφθεί κανείς την έξυπνη πόλη είναι ως ένα βιώσιμο αστικό σύστημα που συντονίζει τις λειτουργίες του για να συμβάλλει στην μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου και να διασφαλίσει μακροχρόνια και οικονομική ενεργειακή τροφοδότηση. Ο ορισμός αυτός όμως δεν είναι πλήρης καθώς δίνει έμφαση στην ενεργειακή συνιστώσα της έξυπνης πόλης. Η συνιστώσα αυτή είναι από τις κρισιμότερες. Η σημασία της πηγάζει κυρίως από:

- Το γεγονός ότι αποτελεί την καύσιμη ύλη ολόκληρου του αστικού συστήματος
- Την ραγδαία αύξηση της ζήτησης για ενεργειακούς πόρους τα τελευταία χρόνια που έχει οδηγήσει στην άνοδο της τιμής τους επιβαρύνοντας το κόστος λειτουργίας των αστικών συστημάτων ενώ παράλληλα οι κίνδυνοι διακοπής της ενεργειακής τροφοδοσίας έχουν πολλαπλασιαστεί.

Στο πλαίσιο του σχεδίου της έξυπνης πόλης, προκύπτει η ανάγκη ανάπτυξης εργαλείων που θα:

- Αποτυπώνουν την τρέχουσα επίδοση της πόλης ως προς συγκεκριμένους άξονες αναδεικνύοντας τα δυνατά και αδύνατα σημεία της
- Εποπτεύουν την πορεία μετασχηματισμού σε έξυπνη πόλη ελέγχοντας την αποδοτικότητα της πόλης στην επίτευξη των στόχων που έχουν τεθεί
- Αξιολογούν το πόσο έξυπνη είναι η πόλη με βάση αντικειμενικούς δείκτες
- Επιτρέπουν σύγκριση μεταξύ έξυπνων πόλεων και ενδεχομένως ταξινόμηση τους

Η παρούσα διπλωματική εργασία στοχεύει στην εισαγωγή και ανάλυση της έννοιας της έξυπνης πόλης μέσω της παρουσίασης των επικρατέστερων μοντέλων που έχουν αναπτυχθεί για αυτήν διεθνώς. Επιπλέον, μέσα από την μελέτη βιβλιογραφίας γίνεται προσπάθεια ανάδειξης της πολυπλοκότητας της έννοιας της έξυπνης πόλης γεγονός που έχει οδηγήσει σε μια κακοφωνία ορισμού της ενώ δίνεται έμφαση στην απαίτηση για περαιτέρω εννοιολογική έρευνα στον τομέα αυτό.

Ένας από τους σημαντικότερους σκοπούς της παρούσας εργασίας είναι να συνδέσει το σχέδιο της έξυπνης πόλης με την έννοια της ενεργειακής βελτιστοποίησης, να αναδείξει τα αίτια που καθιστούν τον ενεργειακό τομέα μια σημαντική πτυχή της έξυπνης πόλης και να παρουσιάσει τα εργαλεία με τα οποία υλοποιείται αυτή η σύνδεση (έξυπνο δίκτυο ηλεκτρισμού, έξυπνο κτίριο, διαχείριση ενέργειας).

Ο κύριος σκοπός της εργασίας είναι η παρουσίαση και εφαρμογή μιας μεθοδολογίας με στόχο την αξιολόγηση έξυπνων πόλεων εστιάζοντας στην ενεργειακή τους επίδοση. Συγκεκριμένα η μεθοδολογία που εισάγεται αποτελείται από τρεις κύριους πυλώνες: Στρατηγική, Ενεργειακό Προφίλ και Σχετικές Υποδομές-Ενέργεια & ΤΠΕ<sup>1</sup>. Και οι τρεις πυλώνες παρουσιάζονται και αναλύονται εκτενώς. Κάθε πυλώνας χωρίζεται σε τρεις άξονες και σε κάθε άξονα έχει ανατεθεί ένα σύνολο δεικτών. Συνολικά η μεθοδολογία αποτελείται από 3 πυλώνες, 9 άξονες και 19 δείκτες.

Σε ένα δεύτερο επίπεδο η παρούσα εργασία επιδιώκει να αναδείξει τα χαρακτηριστικά που συνιστούν το προφίλ μιας έξυπνης πόλης μέσα από την παρουσίαση δύο πρωτοπόρων πόλεων σε αυτόν τον τομέα: το Άμστερνταμ και την Βαρκελώνη. Κατά αυτόν τρόπο εντοπίζονται οι καλύτερες και αποδοτικότερες πρακτικές που έχουν υλοποιηθεί από τις συγκεκριμένες πόλεις και που θα μπορούσαν να υιοθετηθούν από άλλες.

## 1.2 Φάσεις πραγματοποίησης διπλωματικής εργασίας

Η εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας διεξήχθη στις ακόλουθες φάσεις (Εικόνα 1.2-1):

### *Φάση 1: Προσδιορισμός προβλήματος*

Το πρόβλημα προς επίλυση προκύπτει από την ανάγκη ανάπτυξης τεχνικών και μεθοδολογιών για την αξιολόγηση της αναδυόμενης στρατηγικής των έξυπνων πόλεων με στόχο τον εμπλουτισμό της τρέχουσας βιβλιογραφίας στον τομέα αυτό αλλά και την δημιουργία ενός εύχρηστου μοντέλου με έμφαση στον τομέα ενέργεια.

### *Φάση 2: Βιβλιογραφική έρευνα*

Η βιβλιογραφική έρευνα επικεντρώθηκε σε επιστημονικά άρθρα για την έννοια της έξυπνης πόλης, της ενεργειακής βελτιστοποίησης, των δεικτών αξιολόγησης καθώς και επιμέρους τομέων όπως οι ΤΠΕ, τα έξυπνα δίκτυα, η διαχείριση ενέργειας, τα έξυπνα κτίρια κ.ο.κ. Τα άρθρα αυτά αποτέλεσαν την βάση για την κατανόηση και ανάλυση της έννοιας της έξυπνης πόλης και της διαμόρφωσης μιας εικόνας για το σημείο στο οποίο έχει φτάσει η έως τώρα έρευνα στον τομέα αυτό.

### *Φάση 3: Επισταμένη μελέτη συγκεντρωμένου υλικού*

---

<sup>1</sup>Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών (ΤΠΕ)

Στην διάρκεια αυτής της φάσης έγινε λεπτομερής ανάγνωση και κατανόηση των επιστημονικών άρθρων. Ως αποτέλεσμα, καταγράφηκε η σημασία της ανάπτυξης μιας μεθόδου αξιολόγησης έξυπνων πόλεων, εντοπίστηκαν τα σημαντικότερα κριτήρια που θα πρέπει να ικανοποιεί το σύνολο δεικτών της μεθόδου και επιβεβαιώθηκε η ανάγκη δημιουργίας ενός μοντέλου που να ενσωματώνει την ενεργειακή συνιστώσα στο σύστημα αξιολόγησης.

#### *Φάση 4: Συλλογή δεδομένων των πόλεων*

Η συλλογή δεδομένων ήταν η πιο χρονοβόρα και απαιτητική φάση της υλοποίησης της εργασίας. Τα δεδομένα για τις πόλεις στις οποίες έγινε εφαρμογή του μοντέλου συλλέχθηκαν μέσω διαδικτύου. Αξιοποιήθηκαν επίσημα δημοσιοποιημένα στοιχεία στους ιστότοπους των αρχών της πόλης ενώ δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή στην αξιοπιστία της πηγής προέλευσης των δεδομένων. Για τον λόγο αυτό η εξόρυξη δεδομένων επικεντρώθηκε σε αξιόπιστους και διεθνώς αναγνωρισμένους φορείς ή επιχειρήσεις όπως οι: Siemens, Accenture, Delft University, Barcelona Energy Agency, International Energy Agency κ.α.

#### *Φάση 5: Επεξεργασία δεδομένων*

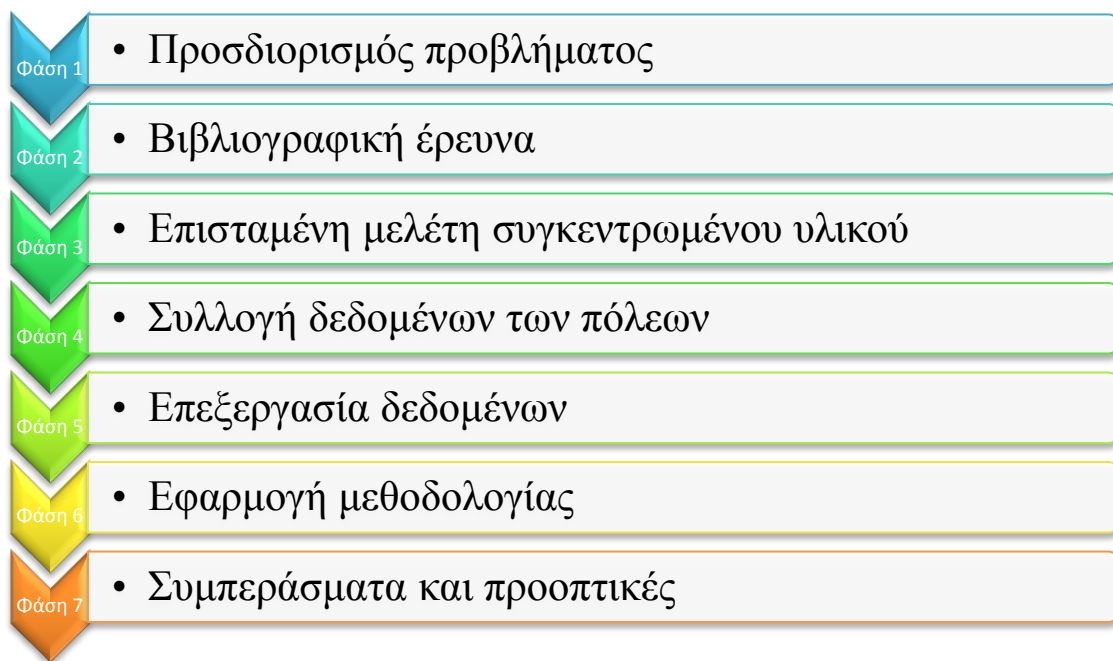
Η επεξεργασία των δεδομένων περιελάμβανε σε ένα πρώτο επίπεδο το φιλτράρισμα των αξιοποιήσιμων στοιχείων της πόλης για την εφαρμογή της μεθοδολογίας. Σε δεύτερο επίπεδο έγινε εξακρίβωση της εγκυρότητας των τελικών στοιχείων συγκρίνοντας τα με αυτά που προέκυπταν από διαφορετικές και από όσο το δυνατόν πιο αξιόπιστες πηγές.

#### *Φάση 6: Εφαρμογή μεθοδολογίας*

Στην φάση αυτή έγινε ανάλυση δύο περιπτώσεων, της Βαρκελώνης και του Άμστερνταμ με βάση τα δεδομένα που είχαν συγκεντρωθεί για κάθε μια από αυτές, έγινε εφαρμογή της μεθόδου, παρουσίαση της τελικής επίδοσης της καθεμίας και σύγκριση των μεταξύ τους αποτελεσμάτων.

#### *Φάση 7: Συμπεράσματα και προοπτικές*

Τέλος, έγινε διαξαγωγή συμπαρασμάτων σχετικά με το ποιοι είναι οι κρίσιμοι παράγοντες και πως αυτοί επηρεάζουν την εγκυρότητα των τελικών αποτελεσμάτων. Παράλληλα καταγράφηκαν ερευνητικές προτάσεις για βελτίωση και περαιτέρω ανάπτυξη της μεθοδολογίας αξιολόγησης.



Σχήμα 1.2-1 Φάσεις υλοποίησης της διπλωματικής εργασίας.

### 1.3 Δομή τεύχους διπλωματικής εργασίας

Σε αυτήν την ενότητα δίνεται μια σύντομη περίληψη του κάθε κεφαλαίου.

#### *Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή*

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται ο σκοπός της διπλωματικής εργασίας, οι φάσεις που ακολουθήθηκαν κατά την εκπόνηση της και αναλύεται το περιεχόμενο του κάθε κεφαλαίου της.

#### *Κεφάλαιο 2: Έξυπνες πόλεις και ενεργειακή βελτιστόποιηση*

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται παρουσίαση της έννοιας της έξυπνης πόλης και προσδιορίζονται τα αίτια που οδηγούν τις σύγχρονες πόλεις προς αυτήν την εξέλιξη. Παράλληλα εξηγούνται οι λόγοι ενσωμάτωσης της ενεργειακής βελτιστοποίησης με το σχέδιο της έξυπνης πόλης ενώ αναλύονται και οι σημαντικότερες δομές με τις οποίες αυτή θα επιτευχθεί.

#### *Κεφάλαιο 3: Μεθοδολογία αξιολόγησης έξυπνων πόλεων με έμφαση στην ενέργεια*

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται και αναλύεται εκτενώς η μεθοδολογία αξιολόγησης έξυπνων πόλεων ενώ καταγράφονται και οι λόγοι που καθιστούν σημαντική την ύπαρξη τέτοιων τεχνικών. Επιπλέον γίνεται μια σύντομη αναφορά σε παράγοντες που δεν αντανακλώνται στην μέθοδο αλλά επιδρούν σημαντικά στην επιτυχή ολοκλήρωση του σχεδίου της έξυπνης πόλης.

#### *Κεφάλαιο 4: Εφαρμογή της μεθοδολογίας*

Στο τέταρτο κεφάλαιο εφαρμόζεται η μεθοδολογία αξιολόγησης έξυπνων πόλεων στην Βαρκελώνη και στο Άμστερνταμ. Η ανάλυση γίνεται για κάθε πόλη ξεχωριστά, ανά πυλώνα και άξονα. Στο τέλος κάθε περίπτωσης παρουσιάζεται η συνολική επίδοση της κάθε πόλης μαζί με σχόλια για τα τελικά αποτελέσματα. Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με σύγκριση των σημαντικότερων ποσοτικών δεικτών των δυο εφαρμογών.

#### *Κεφάλαιο 5: Συμπεράσματα και προοπτικές*

Στο τελευταίο κεφάλαιο εξάγονται τα σημαντικότερα συμπεράσματα που προέκυψαν από την εφαρμογή της μεθόδου και αξιολογείται κατά πόσο η τεχνική που εισήχθη πετυχαίνει τον σκοπό της. Επιπλέον γίνονται προτάσεις για μελλοντική έρευνα και προέκταση της μεθοδολογίας με στόχο την περαιτέρω βελτίωση και τυποποίηση της.





## **2 Κεφάλαιο: Έξυπνες πόλεις και ενεργειακή βελτιστοποίηση**

### **2.1 Εισαγωγή**

Τα τελευταία χρόνια συντελούνται δραστικές μεταβολές στο διεθνές περιβάλλον με άμεσο αντίκτυπο στην ζωή των σύγχρονων ανθρώπων. Η κλιματική αλλαγή, η οικολογική καταστροφή, η ατμοσφαιρική ρύπανση, η δυσκολία διαχείρισης απορριμμάτων και η εξάντληση των φυσικών πόρων ως αποτέλεσμα της αύξησης του πληθυσμού και της οικονομικής προόδου είναι μόνο μερικές από αυτές. Σε αυτό το διεθνές πλαίσιο οι πόλεις, που φιλοξενούν πάνω από το μισό του παγκόσμιου πληθυσμού [1], οφείλουν να αναλάβουν κατάλληλες δράσεις που θα τις επιτρέψουν να προσαρμοστούν και να διασφαλίσουν την ποιότητα ζωής των κατοίκων τους.

Η επιτακτικότητα της αντιμετώπισης αυτών των προκλήσεων έχει παρακινήσει πολλές πόλεις διεθνώς να ανακαλύψουν έξυπνους τρόπους προκειμένου να τις διαχειριστούν και παράλληλα να αντιμετωπίσουν το αυξανόμενο ανταγωνισμό στην διεθνή αρένα. Αυτή η νέα γενιά πόλεων περιγράφεται με την ονομασία *έξυπνη πόλη*. Ο όρος αυτός χρησιμοποιείται όλο και συχνότερα τα τελευταία χρόνια. Παρ'όλα αυτά, ακόμη δεν υφίσταται μια πλήρης και συνεπής κατανόηση αυτής της έννοιας. Η μη ύπαρξη ενός ενιαίου και διεθνώς αποδεκτού ορισμού της έξυπνης πόλης έχει οδηγήσει στην δημιουργία μιας κακοφωνίας ορισμών και κατ'επέκταση στην έλλειψη ενός ενιαίου πλαισίου-μοντέλου της έξυπνης πόλης. Το γεγονός αυτό καταδεικνύει την ανάγκη για περαιτέρω έρευνα σε αυτόν τον τομέα [2].

### **2.2 Η έννοια της έξυπνης πόλης**

Η έννοια της έξυπνης πόλης αποδίδεται διεθνώς διαμέσου πολλών και διαφορετικών αντιλήψεων που καθιστούν δύσκολο το εγχείρημα καταγραφής ενός ενιαίου ορισμού που θα καλύπτει όλες της πτυχές της. Μία από τις επικρατέστερες αντιλήψεις ορίζει ότι μια πόλη μπορεί να χαρακτηριστεί ως 'έξυπνη' όταν οι επενδύσεις σε ανθρώπινο και κοινωνικό κεφάλαιο και στις σύγχρονες υποδομές μεταφορών και επικοινωνιών μπορούν να παράγουν βιώσιμη οικονομική ανάπτυξη και υψηλή ποιότητα διαβίωσης σε συνδυασμό με σοφή διαχείριση των φυσικών πόρων διαμέσου έξυπνης διακυβέρνησης [3]. Οι Chourabi et al.(2012) κατέγραψαν μερικούς από τους πιο διαδεδομένους ορισμούς της έξυπνης πόλης (Πίνακας 2.2-1). Η μελέτη τους αναδεικνύει την πληθώρα διαφορετικών αντιλήψεων που υπάρχουν για την έννοια αυτή.

**Πίνακας 2.2-1 Δημοφιλείς ορισμοί της έξυπνης πόλης.<sup>2</sup>**

- *Μια πόλη με καλή απόδοση που προνοεί στους τομείς της οικονομίας, ανθρώπινου κεφαλαίου, διακυβέρνησης, μετακίνησης, περιβάλλοντος και διαβίωσης, βασισμένη σε έναν έξυπνο συνδυασμό δραστηριοτήτων από ενημερωμένους, ανεξάρτητους και αυτόνομους πολίτες.*
- *Μια πόλη που επιβλέπει και ενσωματώνει τις συνθήκες όλων των κρίσιμων υποδομών της, περιλαμβανομένων δρόμων, γεφυρών, σηραγγών, αεροδρομίων, σιδηροδρόμων, υπόγειων μεταφορών, λιμανιών, επικοινωνιών, υδάτινων πόρων, ηλεκτρισμού, ακόμη και μεγάλων κτιρίων, που μπορεί να βελτιστοποιεί την χρήση των διαθέσιμων πόρων της, να σχεδιάζει την προληπτική τους συντήρηση, και να εποπτεύει θέματα ασφάλειας ενώ μεγιστοποιεί τις παρέχόμενες υπηρεσίες στους πολίτες της.*
- *Μια πόλη η οποία συνδέει τις φυσικές υποδομές, τις ΤΠΕ, τις κοινωνικές υποδομές, και τις επιχειρηματικές υποδομές για να κινητοποιήσει την συλλογική ευφυΐα της.*
- *Μια πόλη που αγωνίζεται να μετατραπεί σε περισσότερο έξυπνη (πιο αποδοτική, βιώσιμη και ισόνομη)*
- *Μια πόλη που συνδυάζει ΤΠΕ και Web 2.0 τεχνολογία στις προσπάθειες οργάνωσης και σχεδιασμού για να αποϋλοποιήσει και επιταχύνει τις γραφειοκρατικές διαδικασίες και να βοηθήσει στην αναγνώριση νέων καινοτόμων λύσεων για την διαχείριση της πολυπλόκωτης του αστικού συστήματος με στόχο βελτίωσης της βιωσιμότητας.*
- *Η χρήση έξυπνων τεχνολογιών υπολογισμού για να μετατρέψουν τις κρίσιμες υποδομές και υπηρεσίες της πόλης-που περιλαμβάνουν την διοίκηση της πόλης, την υγειονομική περίθαλψη, την εκπαίδευση, την δημόσια ασφάλεια, την ακίνητη περιουσία, τις μεταφορές και τις επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας-σε περισσότερο έξυπνες, αποδοτικές και διασυνδεδεμένες.*

Από τους ανωτέρω ορισμούς φαίνεται πως η πτυχή της ενέργειας στην έξυπνη πόλη είτε παραβλέπεται τελείως είτε συμπεκνώνεται στον γενικό όρο 'φυσικοί πόροι'. Η ενέργεια όμως είναι από τους κρίσιμότερους τομείς στους οποίους θα πρέπει να δοθεί έμφαση για την επίτευξη ενός βιώσιμου μοντέλου ανάπτυξης το οποίο είναι άρρηκτα συνδεδεμένο με την έξυπνη πόλη. Για τον λόγο αυτό παρακάτω παρουσιάζεται και μια άλλη αντίληψη η οποία βλέπει την πόλη ως ένα οργανικό σύστημα.

### ***Η πόλη ως οργανικό σύστημα***

Τα τελευταία χρόνια, οι πόλεις έχουν αναδυθεί σε μεγάλους ενεργειακούς καταναλωτές παγκοσμίως. Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις των ειδικών, το 75% της ενέργειας παγκοσμίως αφιερώνεται στην διατήρηση της πολύπλοκης οργάνωσης και δομής των πόλεων, στις οποίες κατοικούν πλέον το 60% του παγκόσμιου πληθυσμού [4]. Από τα στοιχεία αυτά γίνεται εμφανής η σημασία της ενέργειας και των διαφόρων πτυχών της στο αστικό σύστημα.

Η πόλη μπορεί να γίνει αντιληπτή ως ένα οργανικό σύστημα το οποίο διαθέτει τον δικό του μεταβολισμό. Ο μεταβολισμός της πόλης περιλαμβάνει τις δικές της φυσικές εισόδους-ενέργεια, ύδωρ, υλικά-τα οποία καταναλώνονται και μετασχηματίζονται

<sup>2</sup>Πηγή: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6149291>

διαμέσου τεχνολογικών και βιολογικών συστημάτων σε απορρίματα και αγαθά, δηλαδή τις εξόδους του συστήματος. Όπως κάθε θερμοδυναμικό σύστημα, το αστικό σύστημα μπορεί είναι απόδοτικό στην λειτουργία του ή όχι.

Οι πόλεις, είναι βεβαίως πολύ πιο πολύπλοκες καθώς όλες οι δραστηριότητες που είναι συγκεντρωμένες στην γεωγραφική περιοχή μιας πόλης ξεπερνούν τις δυνατότητες της να ανταπεξέλθει στις ενεργειακές τους ανάγκες βασισμένη μόνο στις δικές της πηγές. Οι σύγχρονες πόλεις έχουν έναν γραμμικό μεταβολισμό (Σχήμα 2.2-1), και αυτό αποτελεί έναν από τους κυριότερους λόγους για την τόσο έντονη ανάγκη τους για πόρους, καθώς οι πόροι που εισέρχονται στο σύστημα μιας πόλης δεν επαναχρησιμοποιούνται αποδοτικά ούτε είναι αυτόχθονοι [5]. Η επίτευξη μιας βιώσιμης και αρμονικής αστικής ανάπτυξης απαιτεί οι πόλεις να λειτουργούν με έναν κυκλικό και όχι γραμμικό μεταβολισμό (Σχήμα 2.2-2). Οι πόλεις συνεπώς, έχουν μια τεράστια ευκαιρία να γίνουν πιο αποδοτικές επιτυγχάνοντας έναν εξορθολισμό στην χρήση των διαθέσιμων πόρων, με τα πλεονεκτήματα που αυτό επιφέρει στην εξοικονόμηση ενέργειας καθώς και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που θα έχει, ειδικά στις τοπικές εκπομπές (μόλυνση) και τις εκπομπές σε παγκόσμιο επίπεδο (κλιματική αλλαγή).



Σχήμα 2.2-1 Το μοντέλο της πόλης ως οργανικό σύστημα γραμμικού μεταβολισμού.<sup>3</sup>

<sup>3</sup>Πηγή: United Nations, State of the world's cities 2008/9



Σχήμα 2.2-2 Το μοντέλο της πόλης ως οργανικό σύστημα κυκλικού μεταβολισμού.<sup>4</sup>

Προκειμένου να συντελεστεί πρόοδος σε αυτόν τον τομέα, οι δράσεις θα πρέπει να κινηθούν προς την κατεύθυνση της αξιοποίησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, στην διαφοροποίηση των κέντρων παραγωγής ενέργειας, στην αξιοποίηση των απορριμάτων των πόλεων για την κάλυψη των ενεργειακών τους αναγκών, στην βελτίωση της απόδοσης των δημόσιων κτιρίων και στην προώθηση των χώρων πρασίνου στις πόλεις. Αυτό το σενάριο απαιτεί την ενεργό εμπλοκή της τοπικής αυτοδιοίκησης των πόλεων που δεν θα πρέπει να δρουν ως ένας ακόμη ενεργειακός καταναλωτής στην αγορά ενέργειας. Ο ρόλος της, εκτός από διοικητικός και νομοθετικός, θα πρέπει να επεκταθεί και στον τομέα της καινοτομίας, του σχεδιασμού, στην εκπαίδευση και στην προώθηση.

## 2.3 Επισκόπηση υφισταμένων μοντέλων έξυπνων πόλεων

Στην βιβλιογραφία σήμερα υπάρχουν πολλά εγχειρήματα από ακαδημαϊκούς και επαγγελματίες για να αναπτυχθεί ένα ενιαίο πλαίσιο για την κατανόηση των έξυπνων πόλεων. Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται τα τρία πιο διαδεδομένα μοντέλα για την παρουσίαση και κατανόηση της έννοιας των έξυπνων πόλεων.

### 2.3.1 Το μοντέλο του «τροχού» του Boyd Cohen

Ο αμερικανός αναλυτής κλιματικής στρατηγικής Boyd Cohen αντιλαμβάνεται την έξυπνη πόλη πέρα από την στενή έννοια του γεωγραφικού χώρου όπου γίνεται καλύτερη αξιοποίηση των ΤΠΕ. Αντιθέτως, υιοθετεί μια πιο ευρεία και ολιστική προσέγγιση που έχει στο επίκεντρο την βελτίωση αποδοτικότητας των λειτουργιών

<sup>4</sup>Πηγή: United Nations, State of the world's cities 2008/9

της πόλης, την διασφάλιση της ποιότητας ζωής των κατοίκων και την ανάπτυξη της τοπικής οικονομίας.

Ο Boyd Cohen εισήγαγε το μοντέλο του τροχού για την έξυπνη πόλη (Σχήμα 2.3-1) στο οποίο εισάγει έξι κύριους πυλώνες:

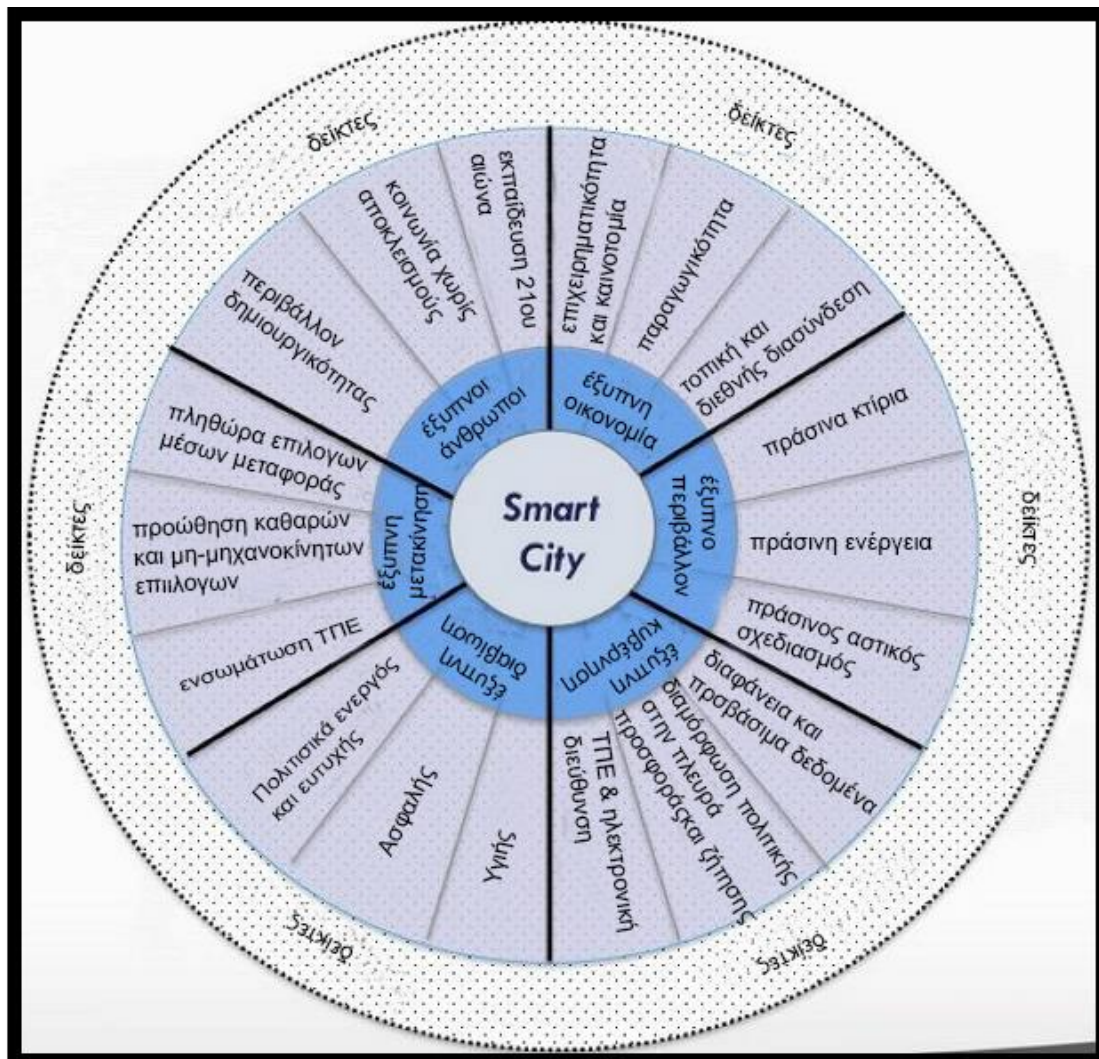
- Έξυπνη οικονομία
- Έξυπνο περιβάλλον
- Έξυπνη διακυβέρνηση
- Έξυπνη διαβίωση
- Έξυπνη μετακίνηση
- Έξυπνοι άνθρωποι

Για την κατανόηση κάθε πυλώνα έχει εισάγει τρεις άξονες κλειδιά και συνολικά πάνω από εκατό δείκτες που μπορούν να βοηθήσουν τις πόλεις να εστιάσουν την επίδοσή τους.

Οι συνιστώσες που αποτελούν κινητήριες δυνάμεις για την επίτευξη της έξυπνης οικονομίας, έχουν καθοριστεί σύμφωνα με τον Cohen, η επιχειρηματικότητα και η καινοτομία, η παραγωγικότητα και η διασύνδεση με την παγκόσμια αγορά. Ο άξονας έξυπνο περιβάλλον μπορεί να υλοποιηθεί με στροφή στην πράσινη ενέργεια, με μεταμόρφωση των κτιρίων σε πράσινα κτίρια και γενικότερα η υιοθέτηση μιας συνολικής, κεντρικής στρατηγικής της πόλης προς τον πράσινο αστικό σχεδιασμό. Η έξυπνη διακυβέρνηση υλοποιείται μέσω της ελεύθερης πρόσβασης σε δεδομένα, την επίτευξη μέγιστης διαφάνειας, την αξιοποίηση των ΤΠΕ και την προώθηση της ηλεκτρονικής διακυβέρνησης. Η έξυπνη διαβίωση αποτελεί για τον Cohen αναπόσπαστο κομμάτι μιας έξυπνης πόλης. Ως έξυπνη διαβίωση εννοείται η δυνατότητα μιας πόλης να παρέχει ασφάλεια, περίθαλψη και πολιτιστικά ερεθίσματα και δραστηριότητες στους κατοίκους της με στόχο την μεγιστοποίηση της ευτυχίας τους σε ατομικό επίπεδο και της κοινωνικής ευημερίας σε συλλογικό. Οι μετακινήσεις και τα μέσα μεταφοράς αποτελούν πηγή ρύπανσης και μεγάλης ενεργειακής κατανάλωσης και όταν δεν λειτουργούν αποδοτικά είναι και πηγή δυσφορίας και ταλαιπωρίας για τους πολίτες. Για αυτούς τους λόγους ο Cohen δίνει έμφαση στον πυλώνα της μετακίνησης προτείνοντας την ενθάρρυνση της υιοθέτησης ηλεκτρικών αυτοκινήτων (αξιοποίηση τεχνολογίας μπαταριών) σε αντίθεση με τα παραδοσιακά μηχανοκίνητα (θυμίζεται ότι η συνεισφορά των πόλεων στην κλιματική αλλαγή προέρχεται κυρίως από τις διεργασίες καύσης που λαμβάνουν χώρα σε αυτή). Επιπλέον προτείνει την ενσωμάτωση των ΤΠΕ στις αστικές μετακινήσεις καθώς και την διεύρυνση των διαθέσιμων επιλογών που έχουν οι κάτοικοι ως προς πιο καθαρά μέσα μαζικής μεταφοράς (πχ. κατασκευή ποδηλατόδρομων) Τέλος, η πρόσβαση στην εκπαίδευση, όπως αυτή παρέχεται στον 21<sup>ο</sup> αιώνα, σε συνδυασμό με την ενθάρρυνση της δημιουργικότητας και της προώθησης μιας κοινωνίας χωρίς αποκλεισμούς είναι οι κύριες συνιστώσες του άξονα έξυπνοι άνθρωποι.

Επιπλέον ο Cohen δίνει μεγάλη έμφαση στο γεγονός ότι κάθε πόλη θα πρέπει να θέσει τους δικούς της στόχους στους επιμέρους δείκτες βασισμένη στις δικές της ανάγκες και αξιοποιώντας κατά μέγιστο τις τρέχουσες ευκαιρίες της, και όχι να υιοθετεί τυφλά τις βέλτιστες πρακτικές που έχουν αναπτύξει οι πρωτοπόρες έξυπνες πόλεις διεθνώς [6]. Ο λόγος είναι ότι οι ανάγκες και οι προκλήσεις σε κάθε πόλη είναι διαφορετικές και εξαρτώνται από παράγοντες όπως ο πληθυσμός, η τοπολογία, οι υπάρχουσες υποδομές κ.α. Τέλος, ο Cohen υπογραμμίζει ότι το σχέδιο της έξυπνης πόλης πρέπει να ξεκινάει τοποθετώντας χαμηλότερα των πήχυ των προσδοκιών παρά το αντίθετο. Ο λόγος είναι διότι στο πρώτο στάδιο υλοποίησης της έξυπνης πόλης είναι σημαντικό να καταγραφούν κάποιες αρχικές επιτυχίες σε βραχυπρόθεσμους ποσοτικούς στόχους και ύστερα να ακολουθήσει η σχεδίαση των μακροπρόθεσμων επιδιώξεων [7]. Για παράδειγμα, η υιοθέτηση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων αποτελεί μέρος της στρατηγικής πολλών έξυπνων πόλεων. Όμως κατά τον Cohen, η υλοποίηση αυτού σχεδίου πρέπει να ξεκινήσει από πιλοτικές εφαρμογές (μικρής κλίμακας έργα) για να καταγραφούν οι αντιδράσεις των πολιτών και να μετρηθούν (με βάση ποσοτικούς δείκτες) οι επιπτώσεις τους στην εξοικονόμηση ενέργειας και τις εκπομπές CO<sub>2</sub>.





Σχήμα 2.3-1 Το μοντέλο του τροχού του Boyd Cohen.<sup>5</sup>

### 2.3.2 Οι έξυπνες πόλεις της IBM

Η εταιρεία IBM, που αποτελεί ηγέτη στον χώρο παροχής υπηρεσιών και έξυπνων λύσεων δημιούργησε ένα μοντέλο έξυπνης πόλης βασισμένο σε τρεις πυλώνες:

- Άνθρωποι
- Υποδομές
- Σχεδιασμός και διαχείριση

Ο πυλώνας *Άνθρωποι* είναι για την IBM ο σημαντικότερος. Η IBM τοποθετεί στο κέντρο της έξυπνης πόλης τους κατοίκους της (Σχήμα 2.3-2). Ο λόγος είναι διότι θεωρεί πως η παραγωγή ανθρώπινου δυναμικού με υψηλό επίπεδο εκπαίδευσης, εξειδίκευσης και ικανοτήτων όπως η εξοικείωση με τις ΤΠΕ, είναι η κινητήριος δύναμη που μπορεί να φέρει εις πέρας με επιτυχία το σχέδιο της έξυπνης πόλης. Το ανθρώπινο δυναμικό αποτελείται από τους άξονες της εκπαίδευσης, της περίθαλψης και των κοινωνικών προγραμμάτων. Ο πυλώνας *Υποδομές* αποτελείται από το

<sup>5</sup>Πηγή: <http://www.fastcoexist.com/1680538/what-exactly-is-a-smart-city>

περιβάλλον, την ενέργεια και το νερό και από τις υποδομές μεταφορών. Τέλος ο πυλώνας *Σχεδιασμός και διαχείριση* αποτελείται από την δημόσια ασφάλεια, τις υπηρεσίες διακυβέρνησης και διοίκησης και από τα έξυπνα κτίρια και τον αστικό σχεδιασμό.

Σύμφωνα με την IBM οι πόλεις επηρεάζονται έντονα όχι μόνο από την γεωγραφία τους ή την ανάπτυξη των υποδομών τους αλλά και από τα κοινωνικά και δημογραφικά τους χαρακτηριστικά. Η IBM προτείνει οι αρχές της πόλης να συνεργάζονται με τα πανεπιστήμια σε τοπικό και διεθνές επίπεδο για 'δημιουργήσουν' τους έξυπνους πολίτες του μέλλοντος. Γύρω από τις δικές τους ανάγκες πρέπει να υλοποιηθεί το σχέδιο της έξυπνης πόλης και η συμμετοχή των πολιτών στην διακυβέρνηση της είναι καθοριστικής σημασίας.

Τέλος η IBM δίνει έμφαση στην σωστή αξιοποίηση των δεδομένων που συλλέγει η πόλη από την επίβλεψη των διαφόρων υποδομών της. Η πόλη θα πρέπει όχι μόνο να συλλέγει δεδομένα και να τα διαθέτει προς όλα τα μέλη της (διάχυση πληροφορίας) αλλά να τα ερμηνεύει σωστά ώστε να λαμβάνει προληπτικές δράσεις για μελλοντικά προβλήματα που μπορούν να παρουσιαστούν στην πόλη (όπως η απότομη είσοδος μεγάλου πληθυσμού).



Σχήμα 2.3-2 Το μοντέλο της IBM για την έξυπνη πόλη.<sup>6</sup>

<sup>6</sup>Πηγή: [http://www.ibm.com/smarterplanet/us/en/smarter\\_cities/overview/](http://www.ibm.com/smarterplanet/us/en/smarter_cities/overview/)



### 2.3.3 Το μοντέλο της Hitachi για την έξυπνη πόλη

Το όραμα της Hitachi για την έξυπνη πόλη είναι η πόλη που βρίσκεται σε αρμονία με το φυσικό της περιβάλλον και τον πλανήτη και όπου οι κάτοικοι της θα ζουν με ασφάλεια και ανέσεις [8]. Με άλλα λόγια η έξυπνη πόλη θα πρέπει να είναι το ενδιαμέσο σύστημα που εγκαθιστά 'μια ισορροπημένη σχέση μεταξύ του πλανήτη και των κατοίκων του' (Σχήμα 2.3-4).

Η Hitachi βλέπει την έξυπνη πόλη ως την καλύτερη προσέγγιση για την επίλυση των προβλημάτων που αντιμετωπίζει κάθε πόλη ξεχωριστά [9]. Τα τρία κύρια προβλήματα που αντιμετωπίζει μια σύγχρονη πόλη για την Hitachi είναι:

- Η κλιματική αλλαγή και το φαινόμενο του θερμοκηπίου
- Η αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού και η εξάντληση των φυσικών πόρων
- Οι δυσμενείς επιδράσεις λόγω της επιταχυνόμενης αστικοποίησης (εξάντληση υδάτινων πόρων, διαχείριση απορριμάτων και μετακινήσεων κ.α.)

Η δομή της έξυπνης πόλης της Hitachi είναι ιεραρχική, συνδυάζοντας πληθώρα διαφορετικών υποδομών με διαφορετικές λειτουργίες οι οποίες αν ενσωματώνονται και συγχρονίζονται κατάλληλα μεταξύ τους μπορούν να επιλύσουν τα προβλήματα της πόλης και να βελτιώσουν την ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών (Σχήμα 2.3-3). Η προσθήκη ευφυίας σε όλα τα επίπεδα υποδομών προσδίδοντας τους ικανότητες επεξεργασίας πληροφορίας και ελέγχου σε συνδυασμό με την διασύνδεση μεταξύ τους είναι αυτό που κατά την Hitachi θα πετύχει την συνολική βελτιστοποίηση του αστικού συστήματος.

Οι υποδομές που αποτελούν το μοντέλο της Hitachi έχουν διαφορετικές λειτουργίες. Στις φυσικές υποδομές περιλαμβάνονται το δίκτυο μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, οι μεταφορές μεταξύ αστικών κέντρων και η διαχείριση των υδάτινων πόρων. Στις αστικές υποδομές εμπεριέχεται το δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, οι μεταφορές εντός της πόλης και η διαχείριση των αστικών λυμάτων. Στις υποδομές υπηρεσιών καθημερινής ζωής συμπεριλαμβάνονται η περίθαλψη, η εκπαίδευση, η διοίκηση, οι χρηματοοικονομικές συναλλαγές κτλ. Τέλος στις καθημερινές δραστηριότητες οι Hitachi τοποθετεί την εργασία, τις μετακινήσεις, την εκμάθηση κ.α.

Η Hitachi θεωρεί πως όλες αυτές οι υποδομές θα πρέπει να λειτουργούν υπό την εποπτεία των υποδομών διαχείρισης έξυπνης πόλης. Οι υποδομές αυτές αξιοποιούν τις ΤΠΕ για να παρέχουν πληροφορία και να συνδέσουν τις υπόλοιπες κατηγορίες υποδομών. Τέτοια παραδείγματα αποτελούν τα έξυπνα δίκτυα στον ενεργειακό τομέα, τα συστήματα πλοήγησης και η πράσινη μετακίνηση (χρήση ηλεκτρικών αυτοκινήτων) στον τομέα των μεταφορών και οι προηγμένες μέθοδοι διαχείρισης νερού μέσω ανακύκλωσης (αξιοποίηση βροχοπτώσεων) στον τομέα των υδάτινων πόρων.



Σχήμα 2.3-3 Το μοντέλο της Hitachi για την έξυπνη πόλη.

Ανάμεσα στις έξυπνες λύσεις που δίνει η Hitachi για τις σύγχρονες πόλεις περιλαμβάνεται ο εξοπλισμός του καταναλωτή με ηλεκτρικά αυτοκίνητα ή υβριδικά ηλεκτρικά αυτοκίνητα, τεχνολογίες έξυπνων δικτύων, συστήματα διαχείρισης ενέργειας και συστήματα αυτόματων μετρητών, διασπαρμένη παραγωγή ηλεκτρισμού από ΑΠΕ.



Σχήμα 2.3-4 Το όραμα της Hitachi για την έξυπνη πόλη.<sup>7</sup>

## 2.4 Ενεργειακή διαχείριση και βελτιστοποίηση

Η έννοια της έξυπνης πόλης προέκυψε ως μια στρατηγική αντιμετώπισης του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής και της εξάντλησης των διαθέσιμων ενεργειακών πόρων. Η σημασία των εξελίξεων που παρατηρούνται στον τομέα της ενέργειας τα τελευταία χρόνια καταγράφεται και στο μήνυμα του Παγκόσμιου Οργανισμού Ενέργειας στην Παγκόσμια Ενεργειακή Επιθεώρηση του 2008 (World Energy

<sup>7</sup>Πηγή: <http://www.hitachi.com/products/smartycity/vision/index.html>

Outlook): “Το παγκόσμιο ενεργειακό σύστημα βρίσκεται σε ένα σταυροδρόμι. Οι σύγχρονες παγκόσμιες τάσεις στην ενεργειακή κατανάλωση και τροφοδότηση είναι προφανώς μη βιώσιμες-περιβαλλοντικά, οικονομικά και κοινωνικά. Αλλά αυτό μπορεί – και πρέπει- να αλλάξει; υπάρχει ακόμη χρόνος να αλλάξουμε την πορεία που έχουμε χαράξει ως τώρα. Δεν είναι υπερβολή να ισχυριστούμε ότι η μελλοντική ευμάρεια των ανθρωπίνων κοινωνιών θα εξαρτηθεί από το πόσο πετυχημένα θα αντιμετωπίσουμε τις δυο μεγάλες ενεργειακές προκλήσεις που συναντάμε σήμερα: διασφάλιση της τροφοδότησης με αξιόπιστη και προσιτή ενέργεια και την επίτευξη ενός ταχέως μετασχηματισμού σε ένα χαμηλών εκπομπών, αποδοτικό και περιβαλλοντικά φιλικό σύστημα ενεργειακού εφοδιασμού. Αυτό που χρειάζεται δεν είναι τίποτα λιγότερο από μια ενεργειακή επανάσταση.”[10].

Οι παρατηρήσεις αυτές από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Ενέργειας καταδεικνύουν την ανάγκη λήψης άμεσων δράσεων και μέτρων για να προσαρμοστούν οι σύγχρονες πόλεις σε αυτό το διαρκώς μεταβαλλόμενο διεθνές περιβάλλον. Ένα τέτοιο παράδειγμα αποτελεί η ευρωπαϊκή στρατηγική «20-20-20», η οποία στοχεύει σε 20% περισσότερη αποδοτικότητα, 20% μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου και 20% περισσότερη παραγωγή από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Μέχρι στιγμής πάνω από 5,400 ευρωπαϊκές πόλεις έχουν δεσμευτεί να μειώσουν τις εκπομπές CO<sub>2</sub> πάνω από 20% ως το 2020 μέσω της συμμετοχής τους σε ένα από τα βασικά εργαλεία της Ευρωπαϊκής Ένωσης που στοχεύει σε επίπεδο πόλεων- το Σύμφωνο των Δημάρχων (Covenant of Mayors) [11].

#### **2.4.1 Ο νέος ρόλος των πόλεων**

Οι πόλεις, ως πελώριοι παραγωγοί εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και καταναλωτές μεγάλων ποσοτήτων ενέργειας βρίσκονται στο επίκεντρο των μελετών διεθνώς για το πώς μπορούν να μετασχηματιστούν σε βιώσιμα συστήματα που θα είναι πιο φιλικά στο περιβάλλον. Οι σύγχρονες πόλεις συνεπώς βρίσκονται αντιμέτωπες με την πρόκληση του να συνδυάσουν την ανταγωνιστικότητα σε παγκόσμια κλίμακα με την βιώσιμη ανάπτυξη στο εσωτερικό τους. Επιπλέον καλούνται να μειώσουν τις εκπομπές ρίπων καθώς οι πόλεις σήμερα εκπέμπουν σχεδόν το 80% του διοξειδίου του άνθρακα σε παγκόσμιο επίπεδο ενώ καταλαμβάνουν μόλις το 2% της επιφάνειας της γης [12].

Για να αντιμετωπίσουν αυτές τις προκλήσεις οι σύγχρονες έξυπνες πόλεις πρέπει να εσωματώσουν την έννοια της ενεργειακής διαχείρισης και βελτιστοποίησης. Αυτό σημαίνει πως οι πόλεις θα πρέπει να αντικαταστήσουν ή βελτιώσουν κρίσιμες υποδομές που βρίσκονται υπό καθεστώς φθοράς (χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το δίκτυο μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας) με στόχο να αυξήσουν την ενεργειακή, τεχνολογική και κατ'επέκταση οικονομική τους απόδοση. Ως κρίσιμες αστικές υποδομές θεωρούνται εκείνα τα συστήματα ή πόροι της πόλης, φυσικοί ή μη, που η έλλειψη τους ή η καταστροφή τους θα είχε μια εξουθενωτική επίδραση στην ασφάλεια των κατοίκων, στην οικονομία της πόλης και στην δημόσια υγεία [13]. Το ηλεκτρικό ενεργειακό δίκτυο των πόλεων αποτελεί μια τέτοια κρίσιμη

υποδομή η οποία στηρίζει πολλά άλλα κρίσιμα και μη κρίσιμα αστικά συστήματα. Η σύνδεση μεταξύ έξυπνης πόλης και ενεργειακής βελτιστοποίησης επιτυγχάνεται μέσω δύο συνιστωσών-κλειδί της έξυπνης πόλης: *το έξυπνο δίκτυο και το έξυπνο κτίριο*.

#### **2.4.1.1 Το έξυπνο δίκτυο**

Η ηλεκτρική ενέργεια αποτελεί την ταχύτερα αναπτυσσόμενη συνιστώσα της συνολικής παγκόσμιας ζήτησης ενέργειας με την κατανάλωση της να αναμένεται να αυξηθεί κατά 150% στο διάστημα μεταξύ 2007-2050 [14]. Η μετάβαση προς το έξυπνο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας θα είναι αναπόφευκτη, τόσο για τις αναδύμενες οικονομίες όσο και για τις χώρες του ΟΑΣΑ, προκειμένου να ανταπεξέλθουν αποδοτικά στην ταχεία αύξηση της ζήτησης για ηλεκτρική ενέργεια. Μια έξυπνη πόλη προϋποθέτει αύξηση της ενεργειακής απόδοσης, μείωση της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης και ταυτοχρόνως διατήρηση μιας ανοιχτής και δίκαιης εσωτερικής αγοράς ενέργειας ώστε να επιτευχθεί ενεργειακή βελτιστοποίηση. Προς την κατεύθυνση αυτή η έξυπνη πόλη πρέπει να υλοποιήσει την ιδέα του έξυπνου δικτύου στις ενεργειακές τις υποδομές.

Το έξυπνο δίκτυο (smart grid) είναι ένα δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας το οποίο χρησιμοποιεί ψηφιακές και άλλες προηγμένες τεχνολογίες για να επιβλέψει και να διαχειριστεί την μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας από όλες τις πηγές παραγωγής για να καλύψει την μεταβαλλόμενη ζήτηση των τελικών καταναλωτών [15]. Τα έξυπνα δίκτυα συντονίζουν τις λειτουργίες των γεννητριών, των χειρηστών του δικτύου, των τελικών καταναλωτών και των εμπλεκόμενων στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας για να μπορεί το δίκτυο να ανταποκρίνεται πιο αποδοτικά, ελαχιστοποιώντας το κόστος και τις αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Επιπλέον το έξυπνο δίκτυο επιτρέπει την αμφίπλευρη επικοινωνία μεταξύ των κόμβων του δικτύου και προωθεί την ενεργό εμπλοκή του καταναλωτή για την ρύθμιση της καταναλωτικής του συμπεριφοράς με στόχο της εξοικονόμησης ενέργειας.

Η υλοποίηση της αρχιτεκτονικής του έξυπνου δικτύου θα καταστήσει δυνατή την πυκνή εποπτεία του ηλεκτρικού συστήματος της πόλης (παραγωγή, μεταφορά, διανομή, ζήτηση). Χιλιάδες έξυπνες συσκευές θα είναι συνδεδεμένες στο δίκτυο και θα συλλέγουν τεράστιο όγκο πληροφορίας σε κάθε επίπεδο του δικτύου. Σε αυτό το σημείο υπεισέρχεται και μια σημαντική πρόκληση: η αξιοποίηση και επεξεργασία της τεράστιας ποσότητας των δεδομένων που θα συλλέγονται. Η επιπλέον αυτή πληροφορία αναμένεται να έχει δραστική επίπτωση στις συνιστώσες του ηλεκτρικού δικτύου. Για παράδειγμα τα μοντέλα πρόβλεψης της ζήτησης που διαθέτουμε ως τώρα για τον ενεργειακό προγραμματισμό θα πρέπει να επεκταθούν και να λάβουν υπόψη [16]:

- Πληροφορία από την εποπτεία του δικτύου σε πραγματικό χρόνο
- Ευέλικτη και προσαρμόσιμη συμπεριφορά του φορτίου
- Έλεγχο σε πραγματικό χρόνο

Το έξυπνο δίκτυο παρέχει αυξημένες δυνατότητες ελέγχου της παραγωγής και ανταπόκρισης στη ζήτηση. Οι δυνατότητες αυτές πηγάζουν από την αρχιτεκτονική διασπαρμένης παραγωγής που ενσωματώνει η λογική του έξυπνου δικτύου. Η αρχιτεκτονική αυτή προβλέπει την ύπαρξη πολλών, αυτόνομων, μικρής ισχύος, διασπαρμένες (κυρίως τοποθετημένες στα κτίρια της πόλης) εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας η οποία θα προέρχεται κυρίως από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ). Αυτό σημαίνει ότι οι μικρές αυτές εγκαταστάσεις μπορούν να λειτουργήσουν ως σταθμοί παραγωγής σε περίπτωση απρόβλεπτης και απότομης αύξησης της ζήτησης. Στο τρέχον ηλεκτρικό δίκτυο δεν υπάρχει αυτή η δυνατότητα, καθώς η αρχή λειτουργίας του βασίζεται στην λογική ότι η παραγωγή αντιδρά στη ζήτηση και όταν η ζήτηση αυξηθεί απότομα η κάλυψη της μπορεί να προέλθει μόνο με την εισαγωγή επιπλέον μονάδων παραγωγής, το οποίο συχνά είναι αδύνατο.

#### **2.4.1.2 Τα έξυπνα κτίρια**

Ο τομέας των κτιρίων και γενικότερα των αστικών κατασκευών αποτελεί κλειδί στην επίτευξη βιώσιμης ανάπτυξης στην πόλη. Ο λόγος είναι διότι στις ανεπτυγμένες χώρες (ΟΟΣΑ) τα κτίρια είναι υπεύθυνα για το 20-45% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης. Στην Ευρώπη ειδικότερα το ποσοστό αυτό κυμαίνεται μεταξύ 40-45% της ενεργειακής κατανάλωσης [17].

Σήμερα τα κτίρια χαρακτηρίζονται ως παθητικές ενεργειακές μονάδες, δηλαδή μόνο καταναλώνουν ενέργεια χωρίς να μπορούν να ασκούν έλεγχο στις συσκευές και στις διαδικασίες που συντελούνται στο εσωτερικό τους και χωρίς να μπορούν να επικοινωνούν με τον έξω κόσμο (δίκτυο, άλλα κτίρια). Στόχος των εταιρειών παραγωγής ενέργειας, αλλά και του σχεδίου του έξυπνου δικτύου γενικότερα, είναι να μετατρέψουν τα κτίρια από παθητικούς καταναλωτές σε ενεργούς συμμετέχοντες του δικτύου ισχύος. Από την εξέλιξη αυτή θα προκύψουν μεγάλα οφέλη όπως αύξηση της αξιοπιστίας του συστήματος (λόγω μεγαλύτερης ικανότητας ανταπόκρισης σε απότομες μεταβολές της ζήτησης), περισσότερη συμμετοχή των ΑΠΕ στην παραγωγή (καθώς τα κτίρια αναμένεται να έχουν δική τους παραγωγή ηλεκτρισμού για κάλυψη εσωτερικής ζήτησης και παροχής στο δίκτυο όποτε το χρειάζεται) αλλά και οικονομικά οφέλη καθώς λόγω της αιχμής ζήτησης το 20% της χωρητικότητας παραγωγής των γεννητριών του δικτύου δεσμεύεται για μόλις το 5% του χρόνου ετησίως.

Προκειμένου αυτά τα οικονομικά οφέλη να πραγματοποιηθούν, τα σύγχρονα κτίρια θα πρέπει να αναβαθμιστούν σε έξυπνα κτίρια, που θα μπορούν να επικοινωνούν με το περιβάλλον τους (γειτονικά κτίρια) και όπου οι ένοικοι θα μπορούν να παρατηρούν την ενεργειακή τους κατανάλωση σε πραγματικό χρόνο και θα μπορούν να συμμετέχουν ενεργά στην διαχείριση της ζήτησης (demand side management).

Ένα έξυπνο κτίριο αποτελείται από (Σχήμα 2.4-1):

- Αισθητήρες για την εποπτεία του κτιρίου

- Ελεγκτές των μονάδων και συσκευών του κτιρίου
- Δίκτυο που επιτρέπει την επικοινωνία μεταξύ των μονάδων και των συσκευών;
- Έξυπνοι μετρητές για την καταγραφή σε πραγματικό χρόνο της κατανάλωσης ενέργειας
- Μονάδα αποθήκευσης ενέργειας
- Μονάδα παραγωγής ΑΠΕ



Σχήμα 2.4-1 Οι κύριες συστατικές που αποτελούν το έξυπνο κτίριο.

## 2.5 Ανακαιφαλαίωση

Στο κεφάλαιο αυτό έγινε μια εισαγωγή στην έννοια της έξυπνης πόλης και παρουσιάστηκαν οι κύριες αιτίες που οδηγούν τα σύγχρονα αστικά κέντρα προς την απόκτηση μεγαλύτερης «ευφύιας» στα επόμενα χρόνια. Έμφαση δόθηκε στα ζητήματα της κλιματικής αλλαγής, της εξάντλησης των διαθέσιμων ενεργειακών πόρων και της επιταχυνόμενης αστικοποίησης. Στο πλαίσιο αυτό, παρουσιάστηκαν τα τρία δημοφιλέστερα μοντέλα έξυπνων πόλεων τα οποία είναι το μοντέλο του «τροχού» που πρωτάθηκε από τον Boyd Cohen, το μοντέλο της IBM και το μοντέλο της Hitachi. Εν συνεχεία παρουσιάστηκε και αναλύθηκε η έννοια της ενεργειακής διαχείρισης και βελτιστοποίησης και εξηγήθηκε γιατί είναι σημαντική η ενσωμάτωση της στο σχέδιο της έξυπνης πόλης. Τέλος, εξετάστηκαν οι δύο σημαντικότερες δομές των έξυπνων πόλεων- έξυπνο δίκτυο, έξυπνο κτίριο- η υλοποίηση των οποίων θα οδηγήσει στην ενσωμάτωση της έννοιας της ενεργειακής βελτιστοποίησης στην έξυπνη πόλη.



## **3 Κεφάλαιο: Μεθοδολογία αξιολόγησης έξυπνων πόλεων με έμφαση στην ενέργεια**

### **3.1 Εισαγωγή**

Η έννοια της έξυπνης πόλης έχει εισαχθεί έντονα τα τελευταία χρόνια στην διεθνή βιβλιογραφία κυρίως για να δώσει έμφαση στην αυξανόμενη σημασία των ΤΠΕ, του κοινωνικού και περιβαλλοντικού κεφαλαίου για την επίτευξη μεγαλύτερης ανταγωνιστικότητας και τη καθιέρωση βιώσιμων μοντέλων λειτουργίας των σύγχρονων πόλεων. Παρότι έχει γίνει πολύ έρευνα διεθνώς πάνω στις έξυπνες πόλεις και από ακαδημαϊκούς και από εταιρείες, η έννοια αυτή ακόμη παραμένει ασαφής. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αυξάνει ραγδαία την δυσκολία της κατασκευής μιας ενιαίας μεθοδολογίας, αποτελούμενη ενδεχομένως από ένα σύνολο δεικτών, για την αξιολόγηση ή την μέτρηση της επίδοσης μιας πόλης ως προς την «ευφύια» της. Οι Chourabi et. al. παρουσίασαν ένα ενοποιητικό πλαίσιο για την περαιτέρω κατανόηση των έξυπνων πόλεων εισάγοντας οκτώ κύριες συνιστώσες: διοίκηση και οργανισμοί της πόλης, τεχνολογία, διακυβέρνηση, πλαίσιο πολιτικής, άνθρωποι και κοινότητες, οικονομία, υποδομές και φυσικό περιβάλλον [18]. Σε μια προσπάθεια να καταδείξουν την σημασία της διασύνδεσης της έξυπνης πόλης με την βελτίωση της ζωής των κατοίκων, οι Giffinger et al. κατασκεύασαν ένα μοντέλο με άξονες: έξυπνη οικονομία, έξυπνοι άνθρωποι, έξυπνη διακυβέρνηση, έξυπνη μετακίνηση, έξυπνο περιβάλλον και έξυπνη διαβίωση [19]. Τα μοντέλα αυτά ωστόσο κινούνται στις παραδοσιακές συνιστώσες που περιγράφουν μια έξυπνη πόλη αν και το τελευταίο χρησιμοποιήθηκε ως εργαλείο για την κατάταξη ορισμένων Ευρωπαϊκών πόλεων με σκοπό την σύγκριση μεταξύ τους για την αναγνώριση των δυνατών και αδύνατων σημείων τους.

Παρά τις προσπάθειες που έχουν γίνει διεθνώς, η ανάπτυξη μιας ενιαίας μεθοδολογίας για την αξιολόγηση της επίδοσης των πόλεων παραμένει ακόμη μια πρόκληση. Για την ακρίβεια, έως τώρα δεν υπάρχει ένα σύνολο δεικτών, ποσοτικών και ποιοτικών, που θα μπορεί να μετρά την επίδοση των πόλεων και να είναι έγκυρο σε κάθε διαφορετικό πλαίσιο και για διαφορετικούς σκοπούς [20]. Συχνά οι περισσότερες μελέτες, περιορίζονται στην αξιολόγηση μιας συγκεκριμένης πόλης και έτσι χάνουν την γενικότητα που απαιτείται για ένα ενοποιημένο μοντέλο.

### **3.2 Παρουσίαση Μεθοδολογίας**

Από την μέχρι τώρα έρευνα στις έξυπνες πόλεις καταδεικνύεται έντονα η απουσία μιας σημαντικής συνιστώσας από τα μοντέλα αξιολόγησης: της ενέργειας. Πράγματι, η πλειοψηφία των διαθέσιμων μεθοδολογιών τείνουν να δίνουν πολύ μεγαλύτερη έμφαση στον παράγοντα της τεχνολογίας της πληροφορίας και των επικοινωνιών (ΤΠΕ) και κατά πόσο οι διάφορες εφαρμογές του θα μπορούσαν να μετασχηματίσουν

εξολοκλήρου τη ζωή στις πόλεις, πράγμα που αδιαμφησβήτητα ισχύει, αλλά ενσωματώνουν σε λιγότερο βαθμό την έννοια της ενεργειακής διαχείρισης των αστικών συστημάτων. Όπως φαίνεται και στον πίνακα 3.2-1 από τα δύο μοντέλα που παρουσιάστηκαν στην εισαγωγή, απουσιάζει τελείως ο άξονας ενέργεια.

<i><b>ΑΞΟΝΕΣ</b></i>	<i><b>ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΕΣ</b></i>	
	<i><b>Chourabi et. al</b></i>	<i><b>Giffinger et. al</b></i>
<i><b>Διακυβέρνηση</b></i>	√	√
<i><b>Οικονομία</b></i>	√	√
<i><b>Τεχνολογία</b></i>	√	<b>X</b>
<i><b>Άνθρωποι</b></i>	√	√
<i><b>Υποδομές</b></i>	√	<b>X</b>
<i><b>Περιβάλλον</b></i>	√	√
<i><b>Μετακίνηση</b></i>	<b>X</b>	√
<i><b>Ενέργεια</b></i>	<b>X</b>	<b>X</b>

Πίνακας 3.2-1 Ο τομέας ενέργεια απουσιάζει εντελώς από τα δύο μοντέλα αξιολόγησης έξυπνων πόλεων.

Με δεδομένο ότι οι πόλεις εξελίσσονται σε τεράστιους ενεργειακούς καταναλωτές-περίπου το 60-80% της ενέργειας παγκοσμίως συμβάλλοντας σε αντίστοιχο ποσοστό στις εκπομπές CO<sub>2</sub> [21]- σε αυτήν την αναδύομενη αντίληψη για τις έξυπνες πόλεις δεν μπορεί να απουσιάζει ο άξονας ενέργεια. Είναι σαφές ότι οι πόλεις γίνονται πιο ευφείς όχι μόνο ως προς την ανάπτυξη αυτοματισμών για παράδειγμα στις διοικητικές υπηρεσίες ή στην διαχείριση της κίνησης των οχημάτων στους δρόμους αλλά και στην διαχείριση ενέργειας της πόλης με σκοπό την βελτιστοποίηση της. Η παρατήρηση αυτή καταδεικνύει την ανάγκη ανάπτυξης μεθοδολογιών και τεχνικών αξιολόγησης των αστικών συστημάτων που θα ενσωματώνουν με την δέουσα αναλογία τον άξονα ενέργεια.

Στο τρέχον κεφάλαιο παρουσιάζεται λεπτομερώς μια νέα μεθοδολογία για την αξιολόγηση των πόλεων δίνοντας έμφαση στον παράγοντα ενέργεια με στόχο να καλύψει το κενό που παρατηρείται στο πεδίο αυτό στα περισσότερα διαθέσιμα στην βιβλιογραφία μοντέλα. Σε αυτό το πλαίσιο, πρωταρχική σημασία αποδίδεται σε δείκτες που μπορούν να μετρήσουν για παράδειγμα την ενεργειακή κατανάλωση των πόλεων (πχ. στα δημόσια κτίρια ή στις οδούς) ή την αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών για την κάλυψη της εσωτερικής ενεργειακής κατανάλωσης. Οι δείκτες μπορεί να είναι ποσοτικοί ή ποιοτικοί ανάλογα με αυτό που αντιπροσωπεύουν. Σε κάθε περίπτωση, σκοπός της ανάπτυξης αυτού του ενιαίου συνόλου δεικτών είναι να λειτουργήσουν σαν ένα εργαλείο μέτρησης της επίδοσης όσο το δυνατόν μεγαλύτερου αριθμού πόλεων, παρότι τα εντελώς διαφορετικά χαρακτηριστικά της κάθε πόλης καθιστούν το εγχείρημα αυτό εξαιρετικά δύσκολο. Πρέπει να τονιστεί ότι οι δείκτες μπορούν να βοηθήσουν ιδιαίτερα την διοίκηση και τους διαμορφωτές πολιτικής μιας πόλης προκειμένου να λαμβάνουν πιο έξυπνες αποφάσεις σχετικά με το που να αφιερώνουν καλύτερα τον χρόνο τους και τους πόρους της πόλης καθώς και πώς να επικοινωνήσουν καλύτερα την επίδοση της πόλης στους πολίτες, στους επισκέπτες αλλά και στους πιθανούς επενδυτές. Μια έξυπνη πόλη είναι απαραίτητο



να διαθέτει έναν πίνακα δεικτών αξιολόγησης της σε διάφορα πεδία για να μετρά την «ευφυΐα» της και να λαμβάνει τις ανάλογες δράσεις προκειμένου να βελτιώσει τα χαρακτηριστικά της στα οποία εμφανίζεται πιο «αδύναμη». Τέτοια μοντέλα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως εργαλεία υποστήριξης διαμόρφωσης πολιτικής στοχεύοντας στην διευκόλυνση αναγνώρισης των δράσεων που μπορούν να υιοθετηθούν για τον καλύτερο αστικό σχεδιασμό προς επίτευξη προόδου και ανάπτυξης.

Η ανάπτυξη ενός ενιαίου πετυχημένου συνόλου δεικτών για την μέτρηση και διαχείριση της ευφυΐας μιας πόλης/αστικού συστήματος δεν είναι μια εύκολη υπόθεση. Αρχικά είναι πολύ σημαντικό, οι δείκτες αυτοί να ικανοποιούν συγκεκριμένα κριτήρια ή τις αποκαλούμενες στην διεθνή βιβλιογραφία αρχές-SMART (Specific, Measurable, Achievable, Relevant and Time-bound) [22]. Την εκλογή των δεικτών της μεθοδολογίας δυσκολεύει ακόμη περισσότερο το γεγονός ότι η έννοια της έξυπνης πόλης περικλείει και ορισμένα «άυλα» στοιχεία όπως η ποιότητα ζωής των κατοίκων ή οι συνιστώσες του ευ-ζην των οποίων η μέτρηση είναι υποκειμενική και κατ'επέκταση δύσκολο να καταγραφεί και να αναπαρασταθεί. Στην παρούσα μεθοδολογία η εκλογή των δεικτών έγινε με κριτήριο οι δείκτες να είναι ευρέως καθιερωμένοι, εύκολα μετρήσιμοι, να υπάρχει εύκολη πρόσβαση σε δεδομένα, να είναι συμπληρωματικοί, πλήρεις και μη επικαλυπτόμενοι, το σύνολο τους να μην αφήνει κενά σε αυτό που θέλουν να καταγράψουν και να αποτελούν ένα καλό μέτρο κάποιας πτυχής της βιωσιμότητας της πόλης.

Τελευταίως, γίνονται προσπάθειες να κατηγοριοποιηθούν οι δείκτες αξιολόγησης των πόλεων σε «υποκειμενικούς» και «αντικειμενικούς» [23] προκειμένου να περιληφθούν και οι πτυχές της έξυπνης πόλης που ενέχουν μια δυσκολία να μετρηθούν αντικειμενικά. Στην παρούσα διπλωματική εργασία, η μεθοδολογία που παρουσιάζεται δεν εμπεριέχει «υποκειμενικούς» δείκτες καθώς αυτό θα απαιτούσε την διεξαγωγή μεγάλου αριθμού ερωτηματολογίων με αναμφίβολα αποτελέσματα που θα μπορούσαν να εισάγουν μεγάλο βαθμό αβεβαιότητας στο συνολικό μοντέλο λόγω των αποκλίσεων στις απαντήσεις των κατοίκων/ερωτηθέντων αλλά και της εγγενούς δυσκολίας μέτρησης των λεγόμενων άυλων στοιχείων. Αντί αυτού προτιμήθηκε το συνολικό μοντέλο να είναι περισσότερο συνοπτικό, ακριβές και συνεπές με έμφαση στις φυσικές υποδομές της πόλης και στους αστικούς πόρους. Παρ'όλα αυτά η εισαγωγή και των «υποκειμενικών» δεικτών θα μπορούσε να πετύχει μια πιο πλήρη και αρθρωτή εικόνα του μετρούμενου συστήματος σε σχέση με την αποκλειστική χρήση αντικειμενικών δεικτών. Τέλος, από τα ανωτέρω συμπεραίνεται ότι η δημιουργία μιας ενιαίας, εναρμονισμένης προσέγγισης αξιολόγησης των πόλεων που θα μπορούσε να αποτελέσει ως βάση για την σύγκριση διαφορετικών πόλεων σε εθνικό και παγκόσμιο επίπεδο είναι ένα εξαιρετικά δύσκολο εγχείρημα καθώς από μόνη της η διαδικασία επιλογής δεικτών, όσο πλήρεις και περιεκτικοί και αν είναι αυτοί, οδηγεί αναπόφευκτα στην απώλεια πληροφώρας για την πόλη (πληροφώρα που θα μείνει εκτός ή δεν θα αποτυπωθεί) και συνεπώς σε απώλεια γνώσης για την πολύπλοκη έννοια των έξυπνων πόλεων.

Στα κεφάλαια που ακολουθούν αναλύεται λεπτομερώς η μεθοδολογία που εισάγουμε στην παρούσα διπλωματική εργασία, η οποία χωρίζεται σε τρεις κύριους πυλώνες-Στρατηγική, Ενεργειακό Προφίλ και Σχετικές Υποδομές-Ενέργεια και ΤΠΕ (Σχήμα 3.2-1)-και κάθε πυλώνας με τη σειρά του χωρίζεται σε άξονες συνοδευόμενοι από το αντίστοιχο σύνολο δεικτών αξιολόγησης.



Σχήμα 3.2-1 Οι τρεις κύριοι πυλώνες αξιολόγησης μιας έξυπνης πόλης.

### 3.2.1 Στρατηγική

Η επίτευξη της έξυπνης πόλης αποτελεί μια μεγάλη πρόκληση. Οι σύγχρονες πόλεις αντιμετωπίζουν έντονο ανταγωνισμό στην διεθνή αρένα και προβλήματα όπως η όλο και δυσκολότερη πρόσβαση σε ενεργειακούς πόρους, η οικολογική επιδείνωση, η έλλειψη τροφίμων καθώς και η οικονομική κρίση. Όλα αυτά τα προβλήματα καταδεικνύουν ότι οι πόλεις δεν είναι αρκετά ώριμες να αυτό-προσαρμοστούν σε αυτά τα νέα δεδομένα προς μια πιο βιώσιμη ανάπτυξη στο μέλλον [24]. Προκειμένου να αντιμετωπίσουν αυτό το αναδυόμενο νέο διεθνές περιβάλλον οι σύγχρονες πόλεις πρέπει να γίνουν πιο έξυπνες. Ωστόσο οι έξυπνες πόλεις δεν χτίζονται σε μια μέρα. Από τα παραδείγματα των σύγχρονων πόλεων, που έχουν κάνει πολλά πετυχημένα βήματα προς αυτή τη κατεύθυνση όπως το Άμστερνταμ, η Βαρκελώνη, η Βιέννη, συμπεραίνεται ότι απαιτούνται δεκαετίες προσπάθειας και έρευνας για την επίτευξη αυτού του στόχου. Συνεπώς, η διαμόρφωση μιας μακροπρόθεσμης και αποδοτικής στρατηγικής και σχεδιασμού αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι για την επίτευξη μιας βιώσιμης αστικής ανάπτυξης. Επιπλέον το σχέδιο της έξυπνης πόλης είναι από μόνο του τόσο υψηλής πολυπλοκότητας και δυναμικής που η ανάπτυξη μιας αποδοτικής στρατηγικής είναι εκ των ών ουκ άνευ για έναν πετυχημένο αστικό σχεδιασμό [25]. Η πραγματοποίηση λοιπόν της έξυπνης πόλης πρέπει να υλοποιηθεί βήμα προς βήμα ούτως ώστε οι περιορισμένοι πόροι και οι δημοσιονομικές δαπάνες να αξιοποιηθούν αποτελεσματικά. Λόγω της βαρύνουσας σημασίας της η Στρατηγική αποτελεί τον

πρώτο κύριο πυλώνα στην μεθοδολογία για την αξιολόγηση των σύγχρονων πόλεων. Όπως η μεθοδολογία στο σύνολο της έτσι και ο άξονας αυτός δίνουν έμφαση στον παράγοντα ενέργεια. Ο λόγος είναι διότι ο στρατηγικός σχεδιασμός της πόλης του μέλλοντος δεν μπορεί να αγνοήσει το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής, το οποίο αποτελεί και θα αποτελεί για τα χρόνια που έρχονται έναν κρίσιμο παράγοντα, και ως προς την επίδραση του αλλά και ως προς τις συνέπειες των δράσεων που θα ληφθούν για τον μετριασμό του. Ωστόσο, η στρατηγική μιας πόλης προς την βιώσιμη ανάπτυξη συνδέεται και με άξονες όπως η οικονομία, η κοινωνία και το περιβάλλον [26]. Η οικονομική στρατηγική της πόλης δεν μπορεί να αποκόπτεται από την ενεργειακή της στρατηγική καθώς οι επενδύσεις για παράδειγμα σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ή στην αναβάθμιση του δικτύου ηλεκτρισμού σχετίζονται άμεσα με τον δημοσιονομικό προϋπολογισμό, βραχυπρόθεσμο ή μακροπρόθεσμο, της διοίκησης της πόλης. Συνεπώς, παρότι στην μεθοδολογία που εισάγουμε ο πυλώνας Στρατηγική είναι κύριως προσανατολισμένος στην αξιολόγηση της ενεργειακής στρατηγικής της πόλης, στο σύνολο του ο πυλώνας αυτός θα πρέπει να θεωρείται ως ένα σύνολο υπο-στρατηγικών οι οποίες με σωστό σχεδιασμό μπορούν να συντονιστούν ώστε να δουλέψουν όλες μαζί προς την ίδια κατεύθυνση. Σε κάθε περίπτωση ο άξονας στρατηγική είναι εξέχουσα σημασίας πρώτον γιατί είναι αυτός που κάνει μια πόλη να ξεχωρίζει από τις άλλες, δεύτερον βοηθάει τις αρχές της πόλης να αντιμετωπίσουν το διαρκώς μεταβαλλόμενο διεθνές περιβάλλον και τρίτον γιατί συντονίζει τις προσπάθειες των πολιτών προς έναν κοινό σκοπό.

Στην μεθοδολογία μας ο πυλώνας Στρατηγική αποτελείται από τρεις άξονες; *βαθμός φιλοδοξίας, αποδοτικότητα στην επίτευξη στόχων και ενεργειακή οικονομία και προγραμματισμός* (Σχήμα 3.2-2). Επιπρόσθετα, ο κάθε άξονας διαθέτει ένα σύνολο δεικτών, ποσοτικούς ή ποιοτικούς, με βάση τους οποίους γίνεται η αξιολόγηση της πόλης. Ο κάθε άξονας μαζί με τους δείκτες του παρουσιάζονται αναλυτικά στα επόμενα κεφάλαια.



Σχήμα 3.2-2 Οι τρεις άξονες αξιολόγησης της στρατηγικής μιας έξυπνης πόλης.

### 3.2.1.1 Βαθμός φιλοδοξίας

Ο άξονας αυτός στοχεύει στην περιγραφή και αξιολόγηση των μακροπρόθεσμων ενεργειακών στόχων της υπό εξέταση πόλης. Ο βαθμός της φιλοδοξίας μιας πόλης στον μετασχηματισμό του ενεργειακού της προφίλ είναι ιδιαίτερα σημαντικός γιατί καταδεικνύει το μέγεθος της προσπάθειας και των πόρων που είναι διατεθειμένη να καταβάλει μια πόλη προς την επίτευξη των στόχων της. Επιπλέον, αντικατοπτρίζει τις ενεργειακές και οικολογικές τις ανησυχίες, το μέγεθος στο οποίο αντιλαμβάνεται τις κλιματικές αλλαγές αλλά και τον βαθμό στον οποίο σέβεται το φυσικό περιβάλλον. Για παράδειγμα, μια πόλη η οποία έχει βάλει ως στόχο να μειώσει τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα κατά 10% έως το 2020 δεν μπορεί να λάβει την ίδια βαθμολογία με μια πόλη η οποία στοχεύει να κάνει όλα τα δημόσια κτίρια της μηδενικών εκπομπών έως το 2020, όπως για παράδειγμα είναι η πόλη του Άμστερνταμ.

Στον άξονα *βαθμός φιλοδοξίας* έχουν αντιστοιχηθεί τρεις ποσοτικοί δείκτες: στόχος μείωσης εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα μέχρι το 2020, στόχος μείωσης της ενεργειακής κατανάλωσης μέχρι το 2020 και ποσοστό ενσωμάτωσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) στην τελική κατανάλωση έως το 2020. Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να τονίσουμε ότι λαμβάνεται ως ημερομηνία αναφοράς των δεικτών το έτος 2020 λόγω της Ευρωπαϊκής ενεργειακής και κλιματικής στρατηγικής γνωστή ως «20-20-20».<sup>8</sup> Αναλυτικότερα για τους δείκτες του άξονα *βαθμός φιλοδοξίας*:

<sup>8</sup>Η στρατηγική «20-20-20» αποτελεί μια νομοθεσία δεσμευτική για τα κράτη μέλη της ΕΕ η οποία προβλέπει μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου κατά 20%, αύξηση του ποσοστού

- **Στόχος μείωσης εκπομπών CO<sub>2</sub> έως το 2020:** η αύξηση της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας λόγω των υψηλών συγκεντρώσεων αερίων του θερμοκηπίου αποτελεί πλέον αναμφισβήτητο γεγονός. Το CO<sub>2</sub> είναι το κύριο αέριο του θερμοκηπίου ως προς τις ποσότητες συγκέντρωσης του στην ατμόσφαιρα σε σχέση με τα υπόλοιπα. Συνεπώς ο δείκτης αυτός είναι από τους πλέον σημαντικούς για την αξιολόγηση της πόλης καθώς καταδεικνύει το μέγεθος της προσπάθειας που δύναται να καταβάλλει η πόλη για να μειώσει την αρνητική επίπτωση του ενεργειακού της συστήματος στο περιβάλλον. Εδώ θα πρέπει να παρατηρηθεί ότι η μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> δεν έχει ευεργετικές συνέπειες μόνο στο φυσικό περιβάλλον που είναι οριοθετημένο από τα σύνορα της πόλης αλλά κυρίως αποτελεί μια στρατηγική δράση με θετική επίδραση στο παγκοσμίων διαστάσεων φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής. Αυτό σημαίνει ότι μέτρα για την μείωση των εκπομπών που λαμβάνονται από την πόλη X είναι πιθανό να έχουν ευεργετικές συνέπειες και για την πόλη Y έστω και αν αυτές βρίσκονται πολύ μακριά ή μία από την άλλη. Συνεπώς ο δείκτης αντιπροσωπεύει και τον βαθμό υπευθυνότητας που επιδεικνύει μια πόλη ως ενεργειακή οντότητα απέναντι στο παγκόσμιο φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής. Ο δείκτης αυτός είναι ποσοτικός και αποτιμάται ως ποσοστό των αερίων εκπομπών της πόλης σε σχέση με κάποιο έτος αναφοράς, το οποίο είναι συχνά στην ευχέρεια της ίδιας της πόλης να το εκλέξει.
- **Στόχος μείωσης της ενεργειακής κατανάλωσης έως το 2020:** παρότι η επίδραση των πόλεων στο παγκόσμιο κλίμα θεωρείται περίπλοκη και διαφοροποιημένη, η αύξηση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου λόγω αύξησης της κατανάλωσης ενέργειας κατέχει την μερίδα του λέοντος. Αυτό σημαίνει ότι σε πολλές πόλεις, οι εκπομπές αυξάνονται όχι τόσο λόγω τη βιομηχανικής δραστηριότητας αλλά ως αποτέλεσμα της αύξησης της ενεργειακής κατανάλωσης που σχετίζεται με τον φωτισμό, με την ψύξη/θέρμανση των δημόσιων και ιδιωτικών κτιρίων αλλά και τα μέσα μεταφοράς. Συνεπώς ο στόχος μιας πόλης για την μείωση της ενεργειακής της κατανάλωσης είναι ιδιαίτερα κρίσιμος και δεν θα μπορούσε να απουσιάζει από τους δείκτες αξιολόγησης. Ως ενεργειακή κατανάλωση μιας πόλης ορίζουμε το συνολικό ποσό τελικής ενέργειας που καταναλώνεται εντός των συνόρων της, από όλες τις υποδομές της και σε οποιαδήποτε μορφή. Ο δείκτης αυτός είναι ποσοτικός και θα μπορούσε να αποτιμάται σε μονάδες ενέργειας (Btu, Joules, MWh) ή σε ποσοστό ενέργειας με βάση κάποιο έτος αναφοράς.
- **Ποσοστό συμμετοχής των ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση έως το 2020:** όπως έχει ήδη αναφερθεί η ενεργειακή κατανάλωση της πόλης είναι αυτή που συνεισφέρει τα μέγιστα για την αύξηση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. Όμως, οι πηγές προέλευσης αυτής της ενέργειας έχουν μεγάλη σημασία. Η επίδραση της ενεργειακής κατανάλωσης στις εκπομπές δεν εξαρτάται μόνο από την ποσότητα της καταναλισκόμενης ενέργειας αλλά και από την πηγή

---

συμμετοχής των ΑΠΕ στην παραγωγή ενέργειας κατά 20% και βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά 20% ως το 2020 σε σχέση με τις αντίστοιχες τιμές τους το έτος 1990.

προέλευσης της καθώς και από τον τρόπο που αυτή παράγεται. Η στροφή λοιπόν σε πιο καθαρές μορφές ενέργειας όπως η ηλιακή, η αιολική, η βιομάζα, η επεξεργασία των αστικών λυμάτων (για παραγωγή θερμότητας), η υδροηλεκτρική παραγωγή κ.α. είναι αναπόφευκτη αν μια πόλη θέλει να πετύχει και τους στόχους της στην μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. Αν και οι περισσότερες μορφές ΑΠΕ αξιοποιούνται στην παραγωγή ηλεκτρισμού, ωστόσο συνεισφέρουν σημαντικά και στην παραγωγή άλλων μορφών ενέργειας όπως η ψύξη/θέρμανση των κτιρίων της πόλης. Επομένως θα μπορούσε ο δείκτης να έχει δύο τιμές, ανάλογα με το ενεργειακό προφίλ της πόλης; μια τιμή που να αντιπροσωπεύει το ποσοστό συμμετοχής των ΑΠΕ στην κατανάλωση ηλεκτρισμού της πόλης (που αποτελεί τελική μορφή ενέργειας) επονομαζόμενο και ως «ποσοστό στο μείγμα ηλεκτρισμού» και μια συνολική τιμή εκφρασμένη πάλι σε ποσοστό, αλλά της προέλευσης από ΑΠΕ της τελικής ενέργειας που καταναλώνεται συνολικά στην πόλη. Αυτός ο διαχωρισμός γίνεται διότι η ηλεκτρική ενέργεια αποτελεί ένα τεράστιο κεφάλαιο από μόνη της στην τελική κατανάλωση και επομένως θα πρέπει να αντιμετωπίζεται με ξεχωριστή προσοχή. Με αυτόν τον τρόπο θα αποκτήσουμε αναλυτικότερη εικόνα για την πόλη ως προς την αξιοποίηση των ΑΠΕ, θα αποφευχθεί σημαντική απώλεια πληροφορίας και κατά συνέπεια θα καταστεί ευκολότερος ο εντοπισμός τυχόν αδυναμιών και ελλείψεων.

### **3.2.1.2 Αποδοτικότητα στην επίτευξη στόχων**

Ένα από τα σημαντικότερα στοιχεία στην υλοποίηση της στρατηγικής μιας πόλης είναι η εποπτεία κατά την διάρκεια των διαφόρων σταδίων της, ιδιαίτερα όταν πρόκειται για μακροπρόθεσμους στρατηγικούς σχεδιασμούς όπως αυτοί που εξετάσαμε στην προηγούμενη ενότητα. Η επίτευξη των στόχων που αναφέρθηκαν στον άξονα *βαθμός φιλοδοξίας* πραγματοποιείται κύριως μέσω της υλοποίησης κάποιων έργων από την διοίκηση της πόλης σε συνεργασία φορείς του ιδιωτικού τομέα. Έχει λοιπόν μεγάλη σημασία, οι αρχές της πόλης να παρακολουθούν περιοδικά και στενά τον βαθμό υλοποίησης αυτών των έργων προκειμένου να μπορούν να αξιολογήσουν αν η πορεία της υλοποίησης είναι αποτελεσματική ως προς την επίτευξη των στόχων που έχουν τεθεί. Όμως, ταυτόχρονα με την εποπτεία της υλοποίησης των έργων που έχουν σχεδιαστεί, η πόλη θα πρέπει να επιβλέπει και τις μεταβολές στις τάσεις της ενεργειακής της κατανάλωσης και κατ'επέκταση στις εκπομπές της. Αυτό διότι, η πραγματοποίηση έργων που έχουν ως στόχο την μείωση για παράδειγμα της ενεργειακής κατανάλωσης της πόλης που δεν λαμβάνει υπόψη της την μεταβολή των προτύπων της κατανάλωσης κατά το χρονικό διάστημα υλοποίησης των έργων, θα οδηγήσει ενδεχομένως σε τελείως διαφορετικά αποτελέσματα. Αν λοιπόν δεχτούμε ότι κατά το χρονικό διάστημα από την έναρξη υλοποίησης της στρατηγικής μέχρι το έτος 2020 η ενεργειακή κατανάλωση της πόλης αυξάνεται (πχ. λόγω άυξησης του πληθυσμού των κατοίκων) τότε πιθανώς, αν δεν το λαβουμε αυτό υπόψη, θα οδηγηθούμε σε επίτευξη στόχων χαμηλότερων από αυτούς



που είχαν αρχικώς τεθεί. Επομένως, προτείνεται ότι η εποπτεία της επίτευξης των στόχων της πόλης πρέπει να γίνει σε δύο επίπεδα:

- Στην επίβλεψη των δράσεων που είναι ευθέως συνδεδεμένες με την εκτέλεση των έργων που έχουν σχεδιαστεί για την επίτευξη των στόχων που έχει θέσει η πόλη. Με αυτόν τον τρόπο θα αξιολογείται ο βαθμός συμμόρφωσης της πόλης με τις δράσεις που έχει καθορίσει στον στρατηγικό της σχεδιασμό χωρίς να έχει σημασία το ποιος έχει αναλάβει την υλοποίησή τους (ο δήμος, ιδιωτικές εταιρείες κ.α.). Η επίβλεψη σε αυτό το επίπεδο μπορεί να γίνει σχετικά εύκολα με τη βοήθεια ποσοτικών δεικτών. Για παράδειγμα, αν μια πόλη έχει θέσει ως στόχο την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πάνελ έως μιας συγκεκριμένης τιμής ισχύος, δεν έχει παρά να αυξάνει ή να μειώνει τον αριθμό των πάνελ που θα τοποθετηθούν μέχρι επίτευξης της επιθυμητής τιμής.
- Στην παρακολούθηση της εξέλιξης των μακροδομημένων της πόλης όσον αφορά την ενεργειακή της κατανάλωση και τις συνεπακόλουθες εκπομπές. Η εποπτεία αυτή είναι πολύ πιο δύσκολη στην πράξη καθώς υπάρχουν πολλοί εξωγενείς παράγοντες που μπορεί να επηρεάζουν τα πρότυπα και τις τάσεις ενεργειακής κατανάλωσης της πόλης.

Στην μεθοδολογία που παρουσιάζεται σε αυτό το κεφάλαιο δίνεται έμφαση στην ποσοτική αξιολόγηση των στόχων της πόλης με βάση τα μεσοπρόθεσμα αποτελέσματα των δεικτών που εισήχθησαν στον πρώτο άξονα, αφήνοντας στις αρχές της πόλης την ευελιξία να ενσωματώσουν ή όχι τα εξελικτικά πρότυπα της ενεργειακής της κατανάλωσης (και όχι μόνο) έως το 2020. Πιο συγκεκριμένα οι δείκτες που προτείνονται, προφανώς ευθέως συσχετισμένοι με τους δείκτες που θέσαμε στον πρώτο άξονα, είναι:

- **Μεσοπρόθεσμα αποτελέσματα στην μείωση εκπομπών CO<sub>2</sub>:** η παρακολούθηση και η μέτρηση αυτού του δείκτη θα μπορούσε να γίνει σε περιοδικά διαστήματα του ενός έτους ή μιας πενταετίας ή σε οποιοδήποτε διάστημα εξυπηρετεί τους σχεδιαστές της στρατηγικής της πόλης. Ο δείκτης είναι ποσοτικός, εκφρασμένος σε ποσοστό των εκπομπών CO<sub>2</sub> ως προς κάποιο έτος αναφοράς.
- **Μεσοπρόθεσμα αποτελέσματα στην μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης:** και σε αυτήν την περίπτωση ο δείκτης δίνει την δυνατότητα παρακολούθησης της πορείας επίτευξης του στόχου μείωσης της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης της πόλης σε τακτά χρονικά διαστήματα. Ο δείκτης είναι ποσοτικός και αποτιμάται σε μονάδες ενέργειας (Btu, Joules, MWh) ή ως ποσοστό της ενεργειακής κατανάλωσης ως προς κάποιο έτος αναφοράς (προτείνεται το έτος αναφοράς να είναι ίδιο και για τους τρεις δείκτες).
- **Μεσοπρόθεσμα αποτελέσματα στην συμμετοχή των ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση:** η φιλοσοφία ύπαρξης αυτού του δείκτη είναι όμοια με τους ανωτέρω δύο. Είναι ποσοτικός και αποτιμάται σε ποσοστό επί της συνολικής τελικής καταναλισκόμενης ενέργειας στην πόλη. Προτείνεται η χρονική περίοδος που θα επιλεγεί για την παρακολούθηση και μέτρηση των τριών δεικτών αυτού

του άξονα να είναι ίδια και για τους τρεις για λόγους συνοχής των αποτελεσμάτων και εξαγωγής σωστότερων συμπερασμάτων.

### **3.2.1.3 Ενεργειακή οικονομία & προγραμματισμός**

Αυτός ο άξονας επί της ουσίας αναδεικνύει το γεγονός ότι η ενεργειακή στρατηγική μιας πόλης δεν μπορεί να είναι αποκομμένη από την οικονομική της στρατηγική. Η επίτευξη των στόχων που θέτει μια πόλη απαιτεί γενναιόδωρες επενδύσεις και κονδύλια είτε από τις αρχές της πόλης, είτε από τους ιδιώτες ενδιαφερόμενους. Αυτό αποδεικνύει και το γεγονός ότι οι πιο πετυχημένες έξυπνες πόλεις έως τώρα είναι και οι οικονομικά πιο εύρωστες (ταυτόχρονα και τεχνολογικά ανεπτυγμένες), όχι μόνο οι ίδιες οι αλλά και οι χώρες τις οποίες αντιπροσωπεύουν (π.χ. Αυστρία, Γερμανία, Ολλανδία). Είναι πολύ δύσκολο να συναντήσει κανείς σχέδια για τον μετασχηματισμό αστικών περιοχών σε έξυπνες πόλεις στις αναπτυσσόμενες χώρες του κόσμου. Παρόλο που η έξυπνη πόλη ως συνολικό σχέδιο και όραμα στοχεύει στην μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης της πόλης και στην βέλτιστη αξιοποίηση των πόρων της σε μακροπρόθεσμο ορίζοντα και άρα και σε εξοικονομηση χρημάτων, βραχυπρόθεσμα όμως ως επένδυση εμπεριέχει τεράστιο κόστος. Δεδομένου ότι μια έξυπνη πόλη δεν χτίζεται από την μια μέρα στην άλλη το κόστος όλου αυτού του πολυετούς σχεδίου είναι συχνά αποθαρρυντικό για πόλεις που αντιμετωπίζουν δημοσιονομικές δυσκολίες και έχουν σημαντικές ελλείψεις σε βασικές υποδομές. Ωστόσο πρέπει να σημειωθεί ότι το όραμα της έξυπνης πόλης εμπεριέχει την υλοποίηση μεγάλου αριθμού έργων σε πολλά διαφορετικά επίπεδα και συνεπώς θα έχει μεγάλη οικονομική επίπτωση στην παραγωγή, στο ΑΕΠ και στα επίπεδα απασχόλησης της πόλης αλλά και των γύρω περιοχών. Είναι πολύ σημαντικό, κάθε πόλη που σχεδιάζει την μετατροπή της σε έξυπνη πόλη, να καταστρώνει μια ποσοτική ανάλυση του συνολικού κόστους που θα έχει η υλοποίηση της στρατηγικής της αλλά και το οικονομικό όφελος που θα προκύψει. Σημειώνεται ότι ενώ η οικονομική δραστηριότητα της πόλης θα πολλαπλασιαστεί ωστόσο αυτό θα προέλθει από βραχυπρόθεσμα επενδυτικά σχέδια. Αυτό σημαίνει ότι πολλές από τις ευεργετικές οικονομικές επιπτώσεις θα εξαφανιστούν μόλις οι δράσεις του σχεδίου ολοκληρωθούν.

Επιπροσθέτως, η υλοποίηση της έξυπνης πόλης εκτός από οικονομικά οφέλη έχει και κοινωνικά, που θα προκύψουν από την μείωση των εκπομπών και συνεπώς την βελτίωση της ποιότητας του αέρα της ατμόσφαιρας στην πόλη. Η ποσοτικοποίηση αυτών των οφελών είναι δύσκολη καθώς αυτά δεν αποτιμώνται με χρηματοοικονομικούς όρους αλλά κυρίως με όρους κοινωνικής ευημερίας.

Με την βοήθεια των δεικτών αυτού του άξονα στοχεύεται η καταγραφή του κόστους της τρέχουσας ενεργειακής κατανάλωσης της πόλης, το επίπεδο του ανταγωνισμού μεταξύ των παρόχων ενέργειας και το μέγεθος των επενδύσεων που διατίθεται να πραγματοποιήσει η πόλη για να αξιοποιήσει τις ΑΠΕ και να βελτιώσει την ενεργειακή της απόδοση. Πιο συγκεκριμένα:



- **Συνολικές χρηματικές δαπάνες για ενέργεια (φυσικό αέριο, πετρέλαιο και ηλεκτρισμός):** για την αξιολόγηση μιας πόλης ως προς το ενεργειακό της προφίλ είναι σημαντικό να έχουμε μια εικόνα για το ποσό που δαπανά η πόλη για να καλύψει τις ενεργειακές τις ανάγκες. Ο δείκτης είναι ποσοτικός και αποτιμάται σε εθνικό νόμισμα (\$,€ κ.α.). Πρέπει να τονιστεί ότι ενδεχομένως οι δαπάνες να αφορούν στις περισσότερες περιπτώσεις κυρίως τον δημόσιο τομέα (δημόσια κτίρια, αεροδρόμια, λιμάνια, μεταφορές, δημόσιος φωτισμός κτλ.) και όχι τόσο τον ιδιωτικό. Αυτό διότι συχνά η ύπαρξη δεδομένων ή η πρόσβαση σε διαθέσιμα δεδομένα για την ιδιωτική κατανάλωση είναι αρκετά δύσκολη.
- **Βαθμός εναλλαγής μεταξύ παρόχων ενέργειας (φυσικού αερίου, ηλεκτρισμού):** από την δεκαετία του 70' και έπειτα, το εμπάργκο πετρελαίου από τις χώρες του ΟΠΕΚ (το 1973) και η άνοδος των περιβαλλοντικών κινημάτων, οδήγησαν στην σταδιακή αύξηση των τιμών των πρώτων υλών και στην αναζήτηση νέων τρόπων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από καθαρότερες πηγές. Έως τότε, η ηλεκτρική τροφοδότηση των πόλεων γινόταν μέσω μιας καθετοποιημένης δημόσιας επιχείρησης παραγωγής ηλεκτρισμού. Οι τιμές έμειναν για δεκαετίες χαμηλά λόγω της ανάπτυξης των οικονομιών κλίμακος. Αυτό όμως το μοντέλο ήρθε σταδιακά στο τέλος του και εμφανίστηκε η ανάγκη για είσοδο του ανταγωνισμού στην παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας. Η δυνατότητα επιλογής των καταναλωτών από πολλούς διαφορετικούς παρόχους ενέργειας (αν και σε ορισμένες χώρες της ΕΕ δεν έχει προχωρήσει πολύ αυτό το μοντέλο) πέτυχε να μειώσει τις τιμές σε επίπεδα λίγο πάνω από το κόστος και ταυτόχρονα να αυξήσει την αξιοπιστία του συστήματος αλλά και της ποιότητας της παρεχόμενης ενέργειας. Αν και στις περισσότερες περιπτώσεις οι αρχές της πόλης δεν συμμετέχουν στην παραγωγή και διανομή ηλεκτρικής ενέργειας (αφού αυτή μπορεί να λαμβάνει χώρα πολύ μακριά από την πόλη), ωστόσο θα ήταν καλό να συμμετέχουν στις επιτροπές που επιβλέπουν την υλοποίηση επενδύσεων σχετικών με το ηλεκτρικό δίκτυο διότι έχουν άμεσο αντίκτυπο στην αξιοπιστία του ενεργειακού εφοδιασμού της πόλης. Σε πολλές περιπτώσεις (πχ. Βαρκελώνη) οι ίδιες οι αρχές της πόλης χρησιμοποιούν διάφορους δείκτες (αριθμός διακοπών παροχής ηλεκτρισμού, μεταβολές συχνότητας και τάσης κ.α.) για την αξιολόγηση του επιπέδου ποιότητας της παρεχόμενης υπηρεσίας. Τα ίδια ισχύουν σε μεγάλο βαθμό και για το φυσικό αέριο, το οποίο μεταφέρεται μέσω αγωγών υπό πίεση. Ωστόσο, οι συμφωνίες εδώ με τους ενεργειακούς παρόχους, καθώς και ο έλεγχος της αξιοπιστίας του συνεχούς εφοδιασμού με προϊόν συγκεκριμένης ποιότητας, είναι κάτι που σχεδιάζεται κεντρικά και ξεφεύγει των αρμοδιοτήτων των αρχών της πόλης. Ο δείκτης αυτός επιχειρεί να αποτιμήσει ποιοτικά τον βαθμό πρόσβασης των κατοίκων της πόλης σε ενέργεια διαφοροποιημένης προελεύσεως ή σε τι βαθμό είναι εξαρτώμενοι από ενεργειακά μονοπώλια και άρα εκτεθειμένοι σε αυξήσεις των τιμών που συχνά έχουν πολύ αρνητικό αντίκτυπο στο δημόσιο αλλά και στον ιδιωτικό προϋπολογισμό της πόλης. Επομένως ο δείκτης δεν αποτιμάται αριθμητικά αλλά γλωσσικά.
- **Συνολικό κεφάλαιο που διατίθεται για ΑΠΕ και ενεργειακή απόδοση:** οι δαπάνες αυτής της κατηγορίας μπορεί να αφορούν εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών

πάνελ σε ταράτσες δημοσίων κτιρίων, τοποθέτηση ανεμογεννητριών, έκδοση χαμηλότοκων δανείων στους κατοίκους για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών στα σπίτια τους (Ολλανδία), ανακαίνιση των δημοσίων κτιρίων, αντικατάσταση στόλου οχημάτων μέσω μεταφοράς με ηλεκτρικά αυτοκίνητα, αντικατάσταση λαμπτήρων δημόσιου φωτισμού με αυτόματα συστήματα (τεχνολογία αισθητήρων), παροχή φορολογικών κινήτρων στους κατοίκους για αγορά ηλεκτρικού αυτοκινήτου ή για την ενεργειακή ανακαίνιση του σπιτιού τους, διοργάνωση σεμιναρίων και εκστρατειών ενημέρωσης των πολιτών για το περιβάλλον και για την ενίσχυση της οικολογικής τους συνείδησης. Όλα αυτά και πολλά άλλα ακόμη αποτελούν είδη επενδύσεων που σχεδιάζει να πραγματοποιήσει η πόλη το κόστος των οποίων αποτυπώνει ο δείκτης. Ο δείκτης είναι ποσοτικός/αριθμητικός και αποτιμάται σε εθνικό νόμισμα (\$, € κ.α.).

Στο σχήμα 3.2-3 παρουσιάζουμε συνολικά όλους τους δείκτες που αποτελούν τον πυλώνα Στρατηγική της πόλης.



Σχήμα 3.2-3 Το σύνολο των δεικτών του πυλώνα Στρατηγικής της πόλης.

### 3.2.2 Ενεργειακό προφίλ

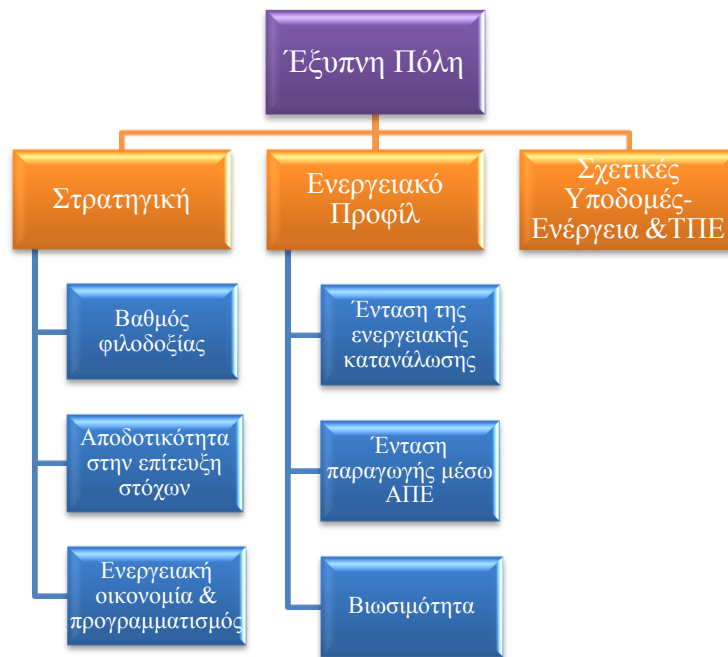
Ο όρος της έξυπνης πόλης δεν μπορεί να παραβλέπει τον τομέα της ενέργειας. Η μεθοδολογία που παρουσιάζεται σε αυτό το κεφάλαιο, έχει στον πυρήνα της την ενέργεια ή σωστότερα την ενσωμάτωση του παράγοντα ενέργεια στην αξιολόγηση των έξυπνων πόλεων. Το ενεργειακό προφίλ της πόλης είναι ο πυλώνας-κλειδί προς την επίτευξη αυτού του στόχου. Η σημασία του στην τεχνική που αναπτύσσουμε είναι προφανής: μας δίνει μια άμεση και απτή εικόνα, σε αριθμούς, της ενεργειακής κατανάλωσης και παραγωγής της πόλης και της διείσδυσης των ΑΠΕ και εναλλακτικών μορφών ενέργειας στα διάφορα αστικά συστήματα. Επιπλέον, μέσω αυτού του πυλώνα προσπαθούμε να αποτυπώσουμε και κατά πόσο, το ενεργειακό

μοντέλο που έχει αναπτύξει η υπό εξέταση πόλη μπορεί να της εξασφαλίσει την πολυπύθητη βιωσιμότητα, εξετάζοντας την ικανότητα της πόλης να αποθηκεύει την ενέργεια που παράγει, να εκμεταλλεύεται τις καιρικές συνθήκες για να βελτιστοποιεί την κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια της και να κάνει συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού.

Η έννοια της «βιώσιμης πόλης» θα μπορούσε να περιλαμβάνει πολύ περισσότερες συνιστώσες και άξονες από αυτούς που μόλις αναφέραμε. Παρότι δεν υπάρχει ένας ορισμός για την βιώσιμη πόλη με τον οποίο να συμφωνούν όλοι, ο πιο ευρέως διαδεδομένος όριζει την βιώσιμη πόλη ως «...μια πόλη σχεδιασμένη με σεβασμό στο περιβάλλον, που κατοικείται από ανθρώπους και που προσπαθεί να ελαχιστοποιήσει τις απαιτούμενες εισαγωγές ενέργειας, τροφίμων και νερού και αντίστοιχα τις εξαγωγές απορριμάτων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και των μολύνσεων των υδάτινων πόρων»[27]. Επομένως με βάση τον ορισμό αυτό, γίνεται σαφές ότι οι άξονες τους οποίους έχουμε συμπεριλάβει στην μεθοδολογία μας δεν επαρκούν για την πλήρη αξιολόγηση της βιωσιμότητας του μοντέλου μιας πόλης καθώς θα απαιτούνταν δείκτες για την αξιολόγηση της οικονομικής και κοινωνικής ενδεχομένως βιωσιμότητας μιας πόλης. Ωστόσο, προτιμήθηκε το μοντέλο να παραμείνει περισσότερο συμπαγές στο σύνολο του με έμφαση στον τομέα της ενέργειας. Αυτή η επιλογή υπήρξε λίγο-πολύ μονόδρομος λόγω της εγγενούς ασάφειας και γενικότητας που εμπεριέχει ο ορισμός της βιώσιμης πόλης που έχει οδηγήσει εξάλλου και στην ύπαρξη μιας μεγάλης διακύμανσης στο πως οι πόλεις διενεργούν τις προσπάθειες τους να γίνουν βιώσιμες.

Μια έξυπνη πόλη δεν σημαίνει απαραίτητα ότι είναι και βιώσιμη. Θα μπορούσαν να υπάρχουν έξυπνες πόλεις οι οποίες να μην βασίζονται σε βιώσιμο μοντέλο ανάπτυξης [28]. Παραμένοντας πιστοί στον ισχυρισμό ότι μια βιώσιμη πόλη θα πρέπει να καλύπτει τις ενεργειακές τις ανάγκες μέσω της παραγωγής από ΑΠΕ και εναλλακτικών μορφών ενέργειας εντός των γεωγραφικών συνόρων της χωρίς να εξαρτάται από τις γύρω περιοχές, η μεθοδολογία εστιάζει σε άξονες που θα αποτυπώνουν σωστότερα αυτήν την άποψη.

Τέλος επισημαίνεται ότι για την επιτυχή εφαρμογή της μεθοδολογίας μας θα πρέπει να έχουν προσδιορισθεί με σαφήνεια τα όρια του συστήματος και στην προκειμένη περίπτωση τα γεωγραφικά σύνορα της εκάστοτε πόλης. Για παράδειγμα όταν γίνεται αναφορά στην ενεργειακή κατανάλωση της πόλης θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και κατανάλωση από παραγωγή που διεξάγεται εκτός των συνόρων της πόλης ενώ όταν γίνεται αναφορά σε παραγωγή ενέργειας υπονοούνται όλες οι σχετιζόμενες δραστηριότητες αστηρά εντός των γεωγραφικών συνόρων της πόλης. Στο Σχήμα 3.2-4 που ακολουθεί αναπαριστάνεται το μοντέλο του Σχήματος 3.2-3 συμπληρωμένο με τους νέους άξονες, οι οποίοι θα παρουσιασθούν αναλυτικότερα στις επόμενες ενότητες.



Σχήμα 3.2-4 Οι τρεις άξονες αξιολόγησης του ενεργειακού προφίλ της πόλης.

### 3.2.2.1 Ένταση της ενεργειακής κατανάλωσης

Με τον όρο ενεργειακή κατανάλωση εννοούμε την κατανάλωση τελικής μορφής ενέργειας (πχ. ηλεκτρισμός) εντός των γεωγραφικών συνόρων της πόλης και όχι των ενδιάμεσων ή αρχικών μορφών της. Ωστόσο, η απόκτηση μιας εικόνας για την κατανάλωση πρωταρχικής μορφής ενέργειας (πχ. λιγνίτης, βιομάζα, βιομηχανικά απόβλητα κτλ.) για την παραγωγή της συνολικής τελικής ενέργειας που καταναλώνεται, θα ήταν μια πολύ χρήσιμη πληροφορία γιατί θα βοηθούσε στην αξιολόγηση της αποδοτικότητας του ενεργειακού συστήματος της πόλης μέσω του υπολογισμού των απωλειών κατά την διαδικασία του μετασχηματισμού ενέργειας. Πιο συγκεκριμένα, ο δείκτης απόδοσης συστήματος θα μπορούσε να οριστεί ως:

$$\text{Απόδοση Συστήματος} = \frac{\text{Τελική Κατανάλωση Ενέργειας}}{\text{Αρχική Κατανάλωση Ενέργειας}}$$

Η παρακολούθηση αυτού του δείκτη σε μακροχρόνιο ορίζοντα θα μας έδινε πρόσβαση σε μια ενδιαφέρουσα πτυχή των ενεργειακών συστημάτων της πόλης, όπως είναι η απόδοση τους στον μετασχηματισμό μιας μορφής ενέργειας σε άλλη με τις ελάχιστες δυνατές απώλειες. Αν η πόλη X έχει πετύχει βελτιώσεις στο σύστημα παραγωγής ηλεκτρισμού της με την αντικατάσταση συμβατικών μονάδων παραγωγής στους θερμικούς σταθμούς με μονάδες συνδυασμένου κύκλου (που είναι πιο αποδοτικές από τις πρώτες) τότε ο δείκτης απόδοσης συστήματος θα κατέγραφε αυτό το σημαντικό χαρακτηριστικό της πόλης X και άρα η βαθμολογία της θα έπρεπε να είναι τελείως διαφορετική συγκρινόμενη με μια πόλη Y που δεν έχει προχωρήσει σε ανάλογες ενέργειες και η οποία μπορεί να είχε την ίδια κατανάλωση ανά κάτοικο με την X. Προς αποφυγή όμως δημιουργίας ενός περίπλοκου και δύσκολου στην εφαρμογή του συνόλου δεικτών για την αξιολόγηση μιας έξυπνης πόλης, ο άξονας

που παρουσιάζεται σε αυτό το κεφάλαιο περιορίζεται μόνο στην κατανάλωση ενέργειας τελικής μορφής. Η παραπάνω παρατήρηση θα μπορούσε να αποτελέσει κατεύθυνση προς διεύρυνση και βελτίωση του υπό παρουσίαση μοντέλου στο μέλλον. Τέλος πρέπει να σημειωθεί ότι είναι πολύ σημαντικό οι πόλεις να χρησιμοποιούν μια ενιαία μεθοδολογία για τον υπολογισμό της ενεργειακής τους κατανάλωσης γιατί χωρίς αυτό τα δεδομένα που θα διαθέτουν θα εκπροσωπούν διαφορετικά μεγέθη σε κάθε περίπτωση γεγονός που δυσχεραίνει την επεξεργασία των δεδομένων και την επιτυχή εφαρμογή ενός ενιαίου μοντέλου αξιολόγησης. Συχνά όχι μόνο παρατηρείται χρήση διαφορετικής μεθοδολογίας μεταξύ διαφορετικών πόλεων αλλά και εντός της ίδιας της πόλης σε πολλές περιπτώσεις οι μεθοδολογίες αλλάζουν ή τροποποιούνται με αποτέλεσμα τα ίδια μεγέθη για το έτος πχ. 1998 να έχουν υπολογιστεί με διαφορετικό τρόπο από ότι αυτά του έτους 2006.

Η μακροχρόνια παρακολούθηση των τάσεων του άξονα καταδεικνύει πόσο αποτελεσματικά είναι τα μέτρα που λαμβάνονται από τις αρχές της πόλης και κατά πόσο επιτυγχάνονται οι στόχοι που έχουν τεθεί. Επίσης χρησιμεύει στην σύγκριση των προφίλ διαφορετικών πόλεων μεταξύ τους. Η έννοια της εξοικονόμησης ενέργειας και βελτιστοποίησης έχει τόσο πολύ συνδεθεί με την έννοια της έξυπνης πόλης, που δεν νοείται ο χαρακτηρισμός της ως έξυπνη όταν έχει τεράστια ενεργειακή κατανάλωση ανά κάτοικο, δηλαδή είναι «σπάταλη». Οι τρεις δείκτες που έχουν εισαχθεί για την περιγραφή αυτού του άξονα είναι:

- **Ενεργειακή κατανάλωση ανά κάτοικο:** ο δείκτης αυτός είναι ποσοτικός και μετρά σε MWh/κάτοικο την κατανάλωση της τελικής μορφής ενέργειας εντός της γεωγραφικής περιοχής μιας πόλης. Ο λόγος που διαιρούμε την συνολική κατανάλωση με τον πληθυσμό της πόλης είναι για να εξαλείψουμε αυτόν τον παράγοντα προκειμένου να κάνουμε καλύτερες εκτιμήσεις για το προφίλ της πόλης και για να μπορούμε να κάνουμε συγκρίσεις μεταξύ πόλεων με διαφορετικούς πληθυσμούς. Για παράδειγμα, μια πόλη 10 εκ. κατοίκων έχει προφανώς μεγαλύτερη συνολική ενεργειακή κατανάλωση από μια πόλη 1 εκ. κατοίκων, αυτό όμως δεν σημαίνει απαραίτητα ότι είναι πιο «σπάταλη». Συνεπώς η αποτίμηση σε MWh/κάτοικο μας προστατεύει από τέτοιες παρανοήσεις.

Ο δείκτης αυτός είναι αρκετά γενικός. Για την απόκτηση περισσότερης πληροφορίας για το ενεργειακό προφίλ της πόλης θα μπορούσαμε σε αυτόν τον άξονα να εισάγουμε δείκτες όπως η ενεργειακή κατανάλωση ανά τομέα ( μεταφορές, βιομηχανίες, οικιακός τομέας, τριτογενής τομέας κτλ.). Με αυτόν τον τρόπο θα εντοπίζοναν ευκολότερα οι πιο «σπάταλοι» τομείς της πόλης και θα λαμβάνονταν τα ανάλογα μέτρα βελτίωσης της αποδοτικότητας τους (πχ. ανανέωση του στόλου οχημάτων μεταφορών της πόλης με νεότερα οχήματα που θα διαθέτουν καλύτερους κινητήρες εσωτερικής κάυσης). Ένας άλλος ενδιαφέρον δείκτης θα ήταν και η λεγόμενη ενεργειακή ένταση η οποία αποτιμάται σε Wh/€ και μετρά το ποσό της ενέργειας που καταναλώνει μια πόλη για την παραγωγή μιας μονάδας προϊόντος ή υπηρεσίας. Ο δείκτης αυτός αντανakλά ξεκάθαρα τον βαθμό της αποδοτικότητας στην αξιοποίηση ενέργειας που έχουν πετύχει οι



οικονομικοί τομείς της πόλης (πχ. βιομηχανικός, κατασκευαστικός κλάδος, υπηρεσίες κτλ.).

- **Ποσοστό αερίου/πετρελαίου στο ενεργειακό μείγμα:** με τον όρο ενεργειακό μείγμα της πόλης εννοούμε το σύνολο των διαφορετικών πηγών ενέργειας οι οποίες συνιστούν την συνολικά καταναλισκόμενη τελική ενέργεια εντός των συστημάτων της πόλης. Τέτοιες πηγές ενέργειας αποτελούν ο ηλεκτρισμός, το φυσικό αέριο, το πετρέλαιο κ.α. Η ηλεκτρική ενέργεια είναι από τις σπουδαιότερες μορφές και εξετάζεται ξεχωριστά στον τρίτο δείκτη. Οι αμέσως πιο σημαντικές, ως προς το μέρος της τελικής κατανάλωσης που καλύπτουν στην πλειοψηφία των σύγχρονων αστικών συστημάτων, αποτελούν το φυσικό αέριο και το πετρέλαιο. Ο δείκτης αυτός είναι αριθμητικός και αποτιμάται ως ποσοστό επί της συνολικής καταναλισκόμενης ενέργειας στην πόλη (ο πρώτος δείκτης πολλαπλασιασμένος επί τον πληθυσμό). Επιπρόσθετα θα μπορούσαμε να επεκτείνουμε το σύνολο δεικτών και να υπολογίσουμε και δείκτες όπως η κατανάλωση φυσικού αερίου ανά κάτοικο ή ανά τομέα, αλλά αυτό αφήνεται στην ευχέρεια και τις απαιτήσεις της εκάστοτε εφαρμογής. Το πετρέλαιο αποτελεί ακόμη μια πολύ σημαντική πηγή ενεργειακής τροφοδότησης των σύγχρονων πόλεων, ωστόσο στα επόμενα χρόνια θα δούμε ότι σε πόλεις που εργάζονται σοβαρά για να γίνουν πιο έξυπνες ενεργειακά, το ποσοστό αυτό θα σταθεροποιηθεί (παρά την αύξηση ενδεχομένως του πληθυσμού των κατοίκων της πόλης) και σταδιακά θα αρχίζει να μειώνεται. Η απομάκρυνση από το πετρέλαιο έρχεται ως συνέπεια της εκτόξευσης της τιμής του, κυρίως λόγω αύξησης της ζήτησης από τις Ασιατικές χώρες, και λόγω της στροφής σε καθαρότερες μορφές ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.
- **Ποσοστό ηλεκτρισμού στο ενεργειακό μείγμα:** η κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας έχει παρουσιάσει μεγάλη αύξηση, ιδιαίτερα στον οικιακό και τριτογενή τομέα κυρίως λόγω της τεχνολογικής προόδου η οποία οδήγησε στον πολλαπλασιασμό των ηλεκτρικών/ηλεκτρονικών συσκευών που διαθέτει σήμερα μια μέση οικία ή γραφείο. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η μαζική εγκατάσταση κλιματιστικών τα τελευταία χρόνια. Ένας άλλος λόγος που η ηλεκτρική κατανάλωση έχει αυξηθεί αποτελεί και το χαρακτηριστικό της *υποκαταστασιμότητας* της ηλεκτρικής ενέργειας; δηλαδή η δυνατότητα της να λειτουργεί ως υποκατάστατο άλλων ακριβότερων (συχνά και λιγότερο αποδοτικών) μορφών ενέργειας (πχ. θέρμανση με ηλεκτρισμό αντί για πετρέλαιο). Η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των ηλεκτρικών συσκευών θα μπορούσε να επιφέρει σημαντική μείωση στην κατανάλωση ηλεκτρισμού τα επόμενα χρόνια. Συχνά το οικονομικό προφίλ της πόλης καταδεικνύει και το ενεργειακό της προφίλ. Πόλεις οι οποίες έχουν ανεπτυγμένο κυρίως τον εμπορικό τους τομέα έχουν και μεγάλη κατανάλωση ηλεκτρισμού ανά κάτοικο. Ο δείκτης που εισάγεται σε αυτήν την παράγραφο είναι αριθμητικός και αποτιμάται σε ποσοστό επί της συνολικής τελικής καταναλισκόμενης ενέργειας της πόλης. Στόχος του είναι να συλλάβει την απαραίτητη πληροφορία για μια πολύ

σημαντική πτυχή του ενεργειακού προφίλ μιας πόλης όπως είναι η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.

### 3.2.2.2 Παραγωγή ενέργειας μέσω ΑΠΕ

Η παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (ΑΠΕ) γενικά ορίζεται ως η ενέργεια η οποία προέρχεται από πηγές που αναπληρώνονται φυσικά σε κλίμακα ανθρωπίνου χρόνου όπως η ηλιακή, η αιολική, η βιομάζα, και η γεωθερμία. Οι ανανεώσιμες πηγές αντικαθιστούν τα συμβατικά καύσιμα σε τέσσερις ξεχωριστούς τομείς: παραγωγή ηλεκτρισμού, θέρμανση χώρου/νερού, καύσιμα κινητήρων και σε αγροτικές (εκτός δικτύου) υπηρεσίες [29]. Η επένδυση σε ΑΠΕ για την κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων της πόλης αποτελεί στρατηγική επιλογή στην προσπάθεια μιας πόλης να πετύχει ένα βιώσιμο μοντέλο ανάπτυξης. Στόχος είναι η κάλυψη όλο και μεγαλύτερου μέρους των ενεργειακών αναγκών της πόλης από δικές της πηγές, οι οποίες θα είναι και επαρκώς «καθαρές» προκειμένου να συμβαδίζουν με τις περιβαλλοντικές ευαισθησίες μιας έξυπνης πόλης και τους στόχους της για την μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Για την περιγραφή αυτού του άξονα γίνεται χρήση μόνο ενός δείκτη για να αποτυπώσει την συνολική εικόνα της διείσδυσης των ΑΠΕ στην ενεργειακή παραγωγή της πόλης. Αναλυτικότερα:

- **Ένταση παραγωγής από ΑΠΕ:** σε αυτόν τον δείκτη συμπεριλαμβάνονται όλα τα έργα εγκατάστασης φωτοβολταϊκών πάνελ εντός της πόλης, μικρής κλίμακας υδροηλεκτρικά, εγκατεστημένες ανεμογεννήτριες, σταθμοί διαχείρισης απορριμάτων και άλλα. Η αποτίμηση τους στον δείκτη μπορεί να γίνει είτε ποσοτικά υπολογίζοντας την συνεισφορά τους στην συνολικά καταναλισκόμενη ενέργεια της πόλης είτε μέσω της ποσότητας της εγκατεστημένης ισχύος που αντιπροσωπεύουν (για τα φωτοβολταϊκά, αιολικά, υδροηλεκτρικά). Είναι αναμενόμενο ότι η γεωγραφία και το κλίμα της κάθε πόλης θα επηρεάζει και το προφίλ της στην διείσδυση των ΑΠΕ για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών της. Για παράδειγμα, μια μεσογειακή πόλη μπορεί να έχει περισσότερη συνολικά εγκατεστημένη ισχύ φωτοβολταϊκών από μια πόλη της βόρειας Ευρώπης, χωρίς όμως αυτό να αποτελεί και απαραίτητα τον κανόνα, καθώς οι διαμορφωτές πολιτικής και οι αρχές της πόλης συχνά μέσω των οικονομικών κινήτρων που δίνουν στους κατοίκους επηρεάζουν καθοριστικά τις εξελίξεις. Επιπλέον θα πρέπει να επισημανθεί ότι στον υπολογισμό του ποσοστού συνεισφοράς των ΑΠΕ θα συμπεριληφθούν και τα έργα που έχουν υλοποιηθεί από τον δήμο αλλά και αυτά που ανήκουν σε ιδιώτες επενδυτές.

### 3.2.2.3 Βιωσιμότητα

Όπως έχει αναφερθεί και στην εισαγωγή αυτής της ενότητας, για την αξιολόγηση της βιωσιμότητας του μοντέλου ανάπτυξης της πόλης θα απαιτούνταν περισσότεροι δείκτες από αυτούς που έχουμε συμπεριλάβει στο μοντέλο, καθώς ο ορισμός της βιωσιμότητας είναι αρκετά γενικός και δεν περιορίζεται μόνο στον τομέα της ενέργειας. Το γεγονός αυτό καθιστά πρόκληση την δημιουργία μιας ενιαίας



μεθοδολογίας αξιολόγησης η οποία θα μπορεί να συμπεριλάβει όλες τις πτυχές του ορισμού της βιώσιμης πόλης. Στην παρούσα μεθοδολογία δόθηκε έμφαση στον τομέα της ενέργειας μέσω της εισαγωγής των δεικτών: ικανότητα αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας (θερμική/ηλεκτρική), συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού και αξιοποίηση των καιρικών συνθηκών για την βελτιστοποίηση της ενεργειακής κτανάλωσης. Πιο αναλυτικά:

- **Ικανότητα αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας (ηλεκτρική/θερμική):** η ηλεκτρική ενέργεια είναι μια μορφή ενέργειας η οποία πρέπει να καταναλώνεται αμέσως μόλις παράγεται. Προκειμένου να μπορεί να αποθηκευτεί θα πρέπει άμεσα να μετατραπεί σε μια άλλη μορφή ενέργειας συνήθως, δυναμική, κινητική ή χημική. Ο πιο διαδεδομένος τρόπος σήμερα για την αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας είναι μέσω αντλίων αποθήκευσης νερού στις υδροηλεκτρικές μονάδες. Υπάρχουν και άλλες βέβαια μέθοδοι για την αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας σήμερα (πχ. μέσω επαναφορτιζόμενων μπαταριών), άλλες λιγότερο και άλλες περισσότερο ανεπτυγμένες.

Στόχος αυτού του δείκτη είναι να αποτυπώσει το εύρος της διείσδυσης αυτών των τεχνολογιών στο ενεργειακό σύστημα της πόλης. Ο δείκτης είναι κυρίως ποιοτικός, το οποίο σημαίνει ότι βαθμολογεί την πόλη σε κλίμακα της μορφής: «χαμηλή», «μέτρια» και «υψηλή» ικανότητα αποθήκευσης. Αντίστοιχα η πόλη μπορεί να διαθέτει συστήματα αποθήκευσης θερμικής ενέργειας, η οποία επιτρέπει την συλλογή περίσσειας θερμικής ενέργειας και την αξιοποίηση της ώρες, μέρες ακόμη και μήνες αργότερα. Για παράδειγμα, το καλοκαίρι μπορεί να αποθηκεύεται η ζέστη από ηλιακούς συλλέκτες και να χρησιμοποιείται για θέρμανση χώρων το χειμώνα, αντίστοιχα το ψύχος του χειμώνα μπορεί να αξιοποιηθεί για τις ανάγκες κλιματισμού το καλοκαίρι. Η πιο διαδεδομένη εφαρμογή αυτής της τεχνολογίας είναι τα δίκτυα ψύξης και θέρμανσης. Το δίκτυο αυτό είναι ένα σύστημα διανομής ενέργειας με τη μορφή κρύου ή ζεστού νερού (ή και ατμού ορισμένες φορές), για την κάλυψη αναγκών κλιματισμού, ζεστού νερού αλλά και βιομηχανικών διαδικασιών που απαιτούν ψύξη/θέρμανση. Η διανομή γίνεται συνήθως μέσω ενός υπογείου δικτύου αγωγών.

- **Συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού:** η συμπαραγωγή αναφέρεται στην ταυτόχρονη και αποδοτική παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού. Η τεχνολογία αυτή είναι η πιο αποδοτική από όλα τα συστήματα παραγωγής που βασίζονται σε καύσιμα και χρησιμοποιεί αέρια (φυσικό αέριο, βιοαέριο), υγρά καύσιμα (μαζούτ), ή στερεά (βιομάζα, αστικά απορρίματα, γαιάνθρακας). Η παραγωγή λαμβάνει χώρα σε κινητήρες, ατμοστρόβιλους, αεριοστρόβιλους ή κυψέλες καυσίμων. Η συμπαραγωγή μπορεί να υλοποιηθεί σε όλους τους βιομηχανικούς τομείς ή τομείς υπηρεσιών που καταναλώνουν θερμική ενέργεια. Ο δείκτης αυτός είναι επίσης ποσοτικός και αποτιμάται σε συνολική ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας που παράγει σε GWh/έτος.

- **Αξιοποίηση των καιρικών συνθηκών για την βελτιστοποίηση της ενεργειακής κατανάλωσης:** σε αυτή την κατηγορία ανήκει για παράδειγμα η εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών για την παροχή ζεστού νερού στα κτίρια της πόλης (δημοτικά κτίρια, καταστήματα, εταιρείες, βιομηχανικές εγκαταστάσεις και κατοικίες). Το εύρος της διάδοσης αυτής της τεχνολογίας σε μια πόλη αποτιμάται σε συνολική επιφάνεια των εγκατεστημένων συλλεκτών (m<sup>2</sup>) και η συνεισφορά της σε MWh ενέργειας που εξοικονομούνται ανά έτος. Ο δείκτης αυτός είναι ποιοτικός λαμβάνοντας υπόψη του αριθμητικά δεδομένα όπως αυτά που προαναφέραμε για την αξιολόγηση της πόλης. Εδώ θα πρέπει να παρατηρηθεί ότι η απόδοση μιας πόλης σε αυτόν τον δείκτη εξαρτάται έντονα από την γεωγραφία της και το κλίμα της. Αυτό το γεγονός θα πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά τη διαδικασία βαθμολόγησης της.

Στο σχήμα 3.2-5 που ακολουθεί παρουσιάζουμε συγκεντρωμένους όλους τους δείκτες του κάθε άξονα του πυλώνα Ενεργειακό Προφίλ της πόλης που παρουσιάστηκε σε αυτήν την ενότητα.



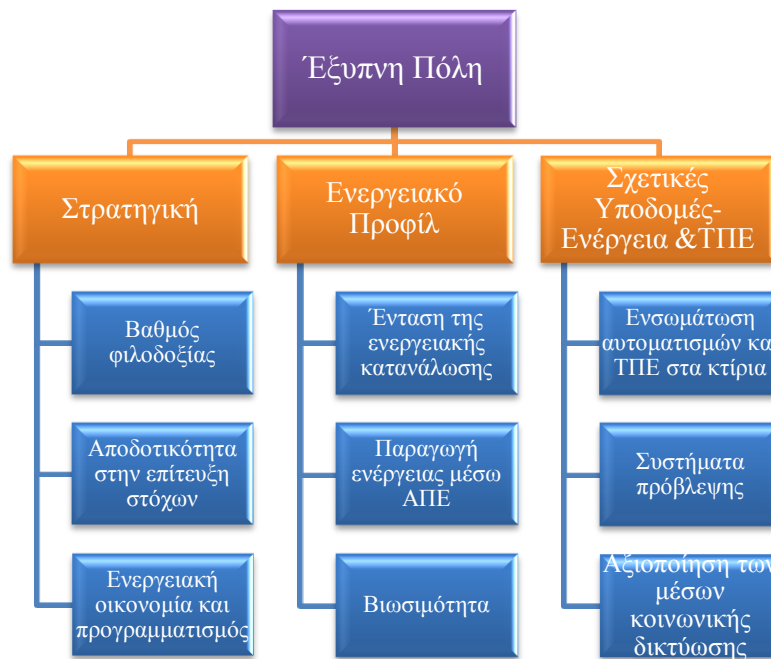
Σχήμα 3.2-5 Το σύνολο των δεικτών που συνιστούν τον πυλώνα Ενεργειακό Προφίλ της πόλης.

### 3.2.3 Σχετικές υποδομές-Ενέργεια & ΤΠΕ

Η εφαρμογή των Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) στις πόλεις θα μπορούσε αδιαμφισβήτητα να αλλάξει το αστικό τοπίο και να αποτελέσει μέρος της λύσης για την επίτευξη βιώσιμης αστικής ανάπτυξης. Παρά τα διακηρυγμένα πλεονεκτήματα και οφέλη που επιφέρει η ενσωμάτωση των ΤΠΕ στις πόλεις, όπως η βελτίωση της ποιότητας ζωής των κατοίκων, ταυτόχρονα όμως ενισχύει και τις κοινωνικές ανισότητες ιδιαίτερα όσες σχετίζονται με την λεγόμενη «ψηφιακή διαίρεση» (δηλαδή διαχωρισμός της κοινωνίας σε ομάδες που έχουν πρόσβαση σε ΤΠΕ και σε αυτές που στερούνται πρόσβασης).

Παρόλα αυτά, η υλοποίηση υποδομών ΤΠΕ καλής ποιότητας είναι θεμελιώδης για την ανάπτυξη μιας έξυπνης πόλης. Στις υποδομές ΤΠΕ συμπεριλαμβάνονται συνήθως τα ασύρματα δίκτυα Wi-Fi, τοποθεσίες πρόσβασης στο διαδίκτυο (wireless hotspots, kiosks) δίκτυα οπτικών ινών, συστήματα πληροφορίας προσανατολισμένα σε υπηρεσίες (e-government) και πολλά άλλα. Οι εφαρμογές ΤΠΕ θα μπορούσαν να υλοποιηθούν σε πάρα πολλούς τομείς σε μια πόλη. Από τις υπηρεσίες υποδομών όπως, ενέργεια/ηλεκτρισμός, υδάτινοι πόροι, κτίρια, μεταφορές, διαχείριση απορριμάτων έως κοινοτικές υπηρεσίες όπως υγειονομική περίθαλψη, εκπαίδευση, εμπόριο, υπηρεσίες αναψυχής καθώς και μη κοινοτικές υπηρεσίες όπως χρηματοοικονομικά, χώρος εργασίας κ.α. [30]. Η μεθοδολογία που παρουσιάζεται σε αυτό το κεφάλαιο εστιάζει κυρίως στις υπηρεσίες υποδομών γενικότερα και στον τομέα ενέργεια ειδικότερα.

Σε αυτήν την ενότητα παρουσιάζονται οι άξονες και οι δείκτες για την αξιολόγηση της ενεργειακής «ευφυίας» της πόλης με βάση τον βαθμό διείσδυσης των εφαρμογών ΤΠΕ στα διάφορα αστικά συστήματα. Τονίζεται ότι δεν γίνεται προσπάθεια αξιολόγησης της επίδρασης της λειτουργίας μιας εφαρμογής ΤΠΕ σε κάποιο σύστημα της πόλης, λόγω χάρη μέσω της σύγκρισης δεδομένων ή μετρήσεων πριν την υλοποίηση της εφαρμογής και έπειτα, δηλαδή δεν γίνεται αξιολόγηση της εφαρμογής αυτής καθεαυτής. Η παρούσα μεθοδολογία εστιάζει στην υψηλού επιπέδου αξιολόγηση της χρήσης ΤΠΕ εφαρμογών σε μια πόλη βασισμένη σε συλλογή δεδομένων για υπάρχουσες και μελλοντικές ΤΠΕ λύσεις χωρίς να λαμβάνει υπόψη τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των διαφόρων εφαρμογών. Αρχικά προσδιορίζονται οι διάφορες ΤΠΕ λύσεις που είναι επιθυμητό να διαθέτει μια πόλη με σκοπό πάντα την ενεργειακή της βελτιστοποίηση, και στη συνέχεια αντιστοιχίζεται σε κάθε μια ένα σύνολο δεικτών για την βαθμολόγηση της επίδοσης της πόλης σε κάθε δείκτη. Η βαθμολογία της πόλης δεν είναι αριθμητική αλλά γλωσσική και αποτελείται από τρεις βαθμίδες: «χαμηλή», «μεσαία» και «υψηλή» διείσδυση των ΤΠΕ για ενεργειακή βελτιστοποίηση στην πόλη. Οι τρεις άξονες που αποτελούν τον πυλώνα Σχετικές Υποδομές-Ενέργεια & ΤΠΕ είναι: *βαθμός ενσωμάτωσης αυτοματισμών, έξυπνων μετρητών και ΤΠΕ στα κτίρια, συστήματα πρόβλεψης και αξιοποίηση των μέσων κοινωνικής δικτύωσης*. Στο Σχήμα 3-2-3 παρουσιάζεται ολοκληρω το μοντέλο με συμπληρωμένους τους άξονες του τρίτου και τελευταίου πυλώνα.



Σχήμα 3.2-6 Το συνολικό μοντέλο αξιολόγησης της πόλης με συμπληρωμένους και τους άξονες του τρίτου πυλώνα.

### 3.2.3.1 Βαθμός ενσωμάτωσης αυτοματισμών, έξυπνων μετρητών και ΤΠΕ στα κτίρια

Όπως έχει αναφερθεί και στο δεύτερο κεφάλαιο, τα κτίρια συνεισφέρουν το 70-80% των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου που παράγει μια σύγχρονη πόλη. Τα περισσότερα κτίρια σήμερα είναι παθητικοί καταναλωτές ενέργειας, και για την ακρίβεια αντιπροσωπεύουν το 32% της συνολικής τελικής ενεργειακής κατανάλωσης ενώ σε όρους αρχικής μορφής ενέργειας το 40% της κατανάλωσης σύμφωνα με το Διεθνές Πρακτορείο Ενέργειας (IEA-International Energy Agency) [31].

Ο όρος έξυπνα κτίρια έχει αρχίσει να χρησιμοποιείται όλο και συχνότερα για να εισάγει μια καινούργια αντίληψη η οποία βλέπει το κτίριο όχι πλέον ως παθητικό καταναλωτή αλλά ως ένα σύστημα κατάλληλα εξοπλισμένο για να μπορεί να έχει την δική του παραγωγή ηλεκτρισμού (κυρίως από ΑΠΕ) την οποία μπορεί να διαχειρίζεται και να ελέγχει καθώς και να εποπτεύει την ενεργειακή του κατανάλωση και την λειτουργία των οικιακών συσκευών μέσω τεχνολογίας ασύρματης επικοινωνίας. Οι αξιοποίηση των ΤΠΕ λοιπόν θα δώσει την δυνατότητα στο κτίριο να μπορεί να επικοινωνεί με τις συσκευές στο εσωτερικό του αλλά και με άλλα κτίρια προς επίτευξη μεγαλύτερης ενεργειακής απόδοσης, δημιουργώντας έτσι μια εικονική εγκατάσταση ηλεκτροπαραγωγής (virtual power plant). Προϋπόθεση αποτελεί αυτός ο νέος σχεδιασμός των κτιρίων να λαμβάνει υπόψη του τους περιορισμούς που θέτει ένα υψηλό επίπεδο άνετης διαβίωσης στο εσωτερικό τους. Ο στόχος λοιπόν των συστημάτων αυτοματισμού στα κτίρια μιας πόλης είναι η σύνδεση και η βελτιστοποίηση φυσικών διαδικασιών όπως ο φωτισμός, η ηλιακή ακτινοβολία, η θέρμανση και ο εξαερισμός προκειμένου να μειωθεί η ζήτηση ενέργειας και να

αυξηθεί η άνεση στο εσωτερικό του κτιρίου. Για να αποτυπώσουμε τον βαθμό διείσδυσης τεχνολογιών αυτοματισμού στα κτίρια εισάγουμε τον ακόλουθο δείκτη:

- **Συστήματα εποπτείας και BEMS:** τα συστήματα BEMS (Building Energy Management Systems) είναι αναδυόμενες τεχνολογίες που επιτρέπουν την εποπτεία και τον έλεγχο συσκευών θέρμανσης, εξαερισμού, κλιματισμού (HVAC- Heating, Ventilating, Air Conditioning) και άλλων με σκοπό την μείωση της ενεργειακής τους κατανάλωσης και των εκπομπών CO<sub>2</sub> [32]. Αντίστοιχα, τα συστήματα ενεργειακής επίτηυσης των κτιρίων (Building Energy Monitoring Systems) αποτελούνται τυπικά από ένα ενσύρματο ή ασύρματο δίκτυο αισθητήρων οι οποίοι είναι τοποθετημένοι σε κατάλληλες θέσεις όπου μπορούν να λαμβάνουν και να συλλέγουν μετρήσεις για την θερμοκρασία, την υγρασία και τον φωτισμό του χώρου και έπειτα να τις αποστέλλουν για επεξεργασία στην κεντρική μονάδα επίτηυσης του κτιρίου [33]. Στόχος της συλλογής αυτών των δεδομένων για τις συνθήκες εσωτερικού χώρου είναι η επίτηυξη προσαρμοστικού ελέγχου των συστημάτων HVAC τα οποία αποτελούν και τις κυριότερες συνιστώσες στο ενεργειακό κόστος των κτιρίων. Η ενσωμάτωση λοιπόν συστημάτων αυτοματισμού για την εποπτεία των κτιρίων αποτελεί σημαντικό βήμα για την βελτιστοποίηση της ενεργειακής κατανάλωσης και την προώθηση αποδοτικής διαχείρισης των ενεργειακών πόρων.

Με την εισαγωγή αυτού του δείκτη γίνεται προσπάθεια άντλησης με βάση διαθέσιμα δεδομένα, του βαθμού διείσδυσης αυτών των τεχνολογιών στα κτίρια μιας πόλης και να βαθμολογηθεί με μία από τις τρεις βαθμίδες: «χαμηλή», «μέτρια» και «υψηλή». Τέλος αναφέρεται ότι ως κτίρια θεωρούνται όλα τα κτίρια εντός των γεωγραφικών συνόρων της πόλης, δημοτικά, εμπορικά, κατοικίες, βιομηχανίες και ότι για την αξιολόγηση της πόλης έχουν ληφθεί υπόψη και μελλοντικά σχέδια της πόλης για εγκατάσταση ΤΠΕ λύσεων στα κτίρια της.

### 3.2.3.2 Συστήματα πρόβλεψης

Σε αυτόν τον άξονα περιγράφεται τι εννοείται με τον όρο *συστήματα πρόβλεψης* και αναλύεται η σημασία τους σε μια έξυπνη πόλη που επιθυμεί βελτιστοποίηση της ενεργειακής της κατανάλωσης. Από τα πιο διαδεδομένα αποτελούν τα συστήματα πρόβλεψης καιρικών συνθηκών. Οι καιρικές συνθήκες έχουν την μεγαλύτερη εξωτερική επίδραση στην απόδοση και επίδοση των αστικών υποδομών. Από την διανομή ηλεκτρικής ενέργειας, την διαχείριση της οδικής κυκλοφορίας έως την λειτουργία των αεροδρομίων και την δημόσια ασφάλεια. Οι ακριβείς προβλέψεις για παράδειγμα της θερμοκρασίας είναι ιδιαίτερα χρήσιμες καθώς οι ακραίες τιμές της αποτελούν την νούμερο ένα αιτία για την κατανάλωση ενέργειας. Συνεπώς σε έναν σταθμό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (που βρίσκεται εντός των γεωγραφικών συνόρων της πόλης) είναι απαραίτητες αυτές οι προβλέψεις για τον σωστό σχεδιασμό του ενεργειακού φορτίου και της απαιτούμενης παραγωγής για την κάλυψη του. Άλλο ένα παράδειγμα αποτελεί η ημερήσια πρόβλεψη του φορτίου κυκλοφορίας για τον αποδοτικότερο σχεδιασμό των αστικών μέσων μεταφοράς. Υπάρχουν διάφορες

μέθοδοι πρόβλεψης της ζήτησης για τα μεταφορικά μέσα αλλά ο πιο διαδεδομένος είναι μέσω των ηλεκτρονικών εισιτηρίων (e-ticketing system) τα οποία μπορούν να αναπαραστήσουν πολύ λεπτομερή και ακριβή χρονομεταβλητά δεδομένα μέρα με τη μέρα [34]. Επιπροσθέτως, τα τελευταία χρόνια γίνεται μεγάλη προσπάθεια για την βελτιστοποίηση της διαχείρισης των υδάτινων πόρων. Η έλλειψη επαρκών υδάτινων πόρων έχει αρχίσει να γίνεται τροχοπέδι στην κοινωνιοοικονομική ανάπτυξη των πόλεων, ιδιαίτερα αυτών που πάσχουν από λειψυδρία. Συνεπώς, οι ακριβείς προβλέψεις της ζήτησης των υδάτινων πόρων ως συνιστώσα ενός ολοκληρωμένου συστήματος για την διαχείριση τους μπορεί να παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην εξομάλυνση του προβλήματος της έλλειψης υδάτινων πόρων και της αποδοτικότερης χρήσης των ήδη υπαρχόντων [35]. Τέλος, πολύ διαδεδομένα είναι επίσης τα συστήματα πρόβλεψης της ποιότητας του ατμοσφαιρικού μέσω μετρήσεων διαφόρων μεγεθών (συγκέντρωση ρύπων, θερμοκρασία, υγρασία κτλ.) από αισθητήρες που βρίσκονται τοποθετημένοι σε διάφορα σημεία της πόλης. Στόχος των συστημάτων αυτών είναι να συλλέγουν τα ανωτέρω δεδομένα και να διαξάγουν προβλέψεις, με χρονικό ορίζοντα συνήθως τριών ημερών, ώστε να ενημερώνουν τους πολίτες και ιδιαίτερα τις ευαίσθητες ομάδες όπως αυτές που αντιμετωπίζουν αναπνευστικά προβλήματα. Αυτά αποτελούν ορισμένα από τα πιο διαδεδομένα συστήματα πρόβλεψης που έχουν υιοθετήσει πολλές σύγχρονες έξυπνες πόλεις.

Ο άξονας *συστήματα πρόβλεψης* περιλαμβάνει μόνο έναν ομώνυμο δείκτη για την βαθμολόγηση της πόλης σε κλίμακα τριών βαθμίδων («χαμηλή», «μεσαία», «υψηλή») ανάλογα με τον βαθμό διεύθυνσης και αξιοποίησης ανάλογων συστημάτων.

### **3.2.3.3 Αξιοποίηση των μέσων κοινωνικής δικτύωσης**

Τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης αποτελούν μια πλούσια πηγή δεδομένων τα οποία μπορούν να αξιοποιηθούν και στην περίπτωση της ενεργειακής βελτιστοποίησης σε έξυπνες πόλεις. Μέσω αυτών μπορεί να αντληθεί πληροφορία σχεδόν για οποιοδήποτε ζήτημα, ακόμη και για την ηλεκτρική ενέργεια, το φυσικό αέριο, την εξοικονόμηση ενέργειας και πολλά άλλα. Η έρευνα αυτή μπορεί να αποκαλύψει χρήσιμα στοιχεία για τους παρόχους ενέργειας, για τις αρχές της πόλης και για όλους τους εμπλεκόμενους στο σχέδιο της έξυπνης πόλης καθώς ιχνηλατεί τις απόψεις των καταναλωτών για πληθώρα σχετικών θεμάτων.

Ο όγκος της διαθέσιμης πληροφορίας είναι τεράστιος, μπορεί να απαιτεί την ανάλυση εκατομμυρίων προσωπικών απόψεων και σχολίων. Συνήθως τα δεδομένα αυτά προκύπτουν με την συλλογή τους από τα blogs, τα κοινωνικά δίκτυα (Facebook, Twitter κ.α.) ή τα forum στο διαδίκτυο. Από την επεξεργασία τους μπορούν να εξαχθούν σημαντικά συμπεράσματα ως προς πως αντιμετωπίζουν οι κάτοικοι για παράδειγμα το θέμα της πράσινης ενέργειας ή της εξοικονόμησης ενέργειας. Επιπλέον από τις συζητήσεις αυτές μπορούν να αντληθούν και ιδέες τις οποίες εφαρμόζουν οι πολίτες ως μέτρα για παράδειγμα εξοικονόμησης ενέργειας και να προωθηθούν από τις αρχές της πόλης για την εφαρμογή τους σε μεγάλη κλίμακα.



Το Άμστερνταμ για παράδειγμα, αξιοποίησε έντονα το Facebook κατά την υλοποίηση πιλοτικών εφαρμογών όπως η τοποθέτηση έξυπνων μετρητών στις κατοικίες. Από τα δεδομένα που αντλούσε μπορούσαν να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα για το πώς αντιμετωπίζουν οι ένοικοι αυτών των κατοικιών την νέα τεχνολογία και κατά πόσο και αν μπορούν ή θέλουν να την αξιοποιούν. Κατά την μέτρηση των τελικών αποτελεσμάτων στην εξοικονόμηση ενέργειας των κατοικιών όπου τοποθετήθηκαν οι μετρητές, επιβεβαιώθηκε αυτό που είχε διαπιστωθεί και μέσω των κοινωνικών δικτύων; ότι μεγάλος αριθμός πολιτών έδειξε ελάχιστο ενδιαφέρον να παρακολουθήσει τα πρότυπα της κατανάλωσης τους πετυχαίνοντας μειώσεις μεταξύ 0-10% (στην πελιοψηφία τους). Για να ενθαρρύνουν την αλληλέπιδραση μεταξύ των κατοίκων οι διοργανωτές του έργου υλοποίησαν και ένα blog όπου οι κάτοικοι μπορούσαν να ανταλλάσουν ιδέες για το πώς να μειώνουν την ενεργειακή τους κατανάλωση ώστε οι καλύτερες από αυτές να διαδίδονται και να προωθούνται αλλά και για να χρησιμοποιηθούν από τις αρχές της πόλης σε μελλοντικά σχέδια τους.

Άλλο παράδειγμα αποτελεί η άντληση δεδομένων σχετικά με μεγάλα γεγονότα (πολιτιστικά, αθλητικά κ.α.) που πρόκειται να λάβουν χώρα στην πόλη. Από τις αντιδράσεις των κατοίκων, οι δημοτικές αρχές μπορούν να προβλέψουν την προσέλευση των πολιτών σε ένα αθλητικό γεγονός ή ένα φεστιβάλ και άρα να αποκτήσουν μια αίσθηση για την κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια που θα τα φιλοξενήσουν (αν θα είναι μικρή ή μεγάλη), την κίνηση στους δρόμους της γύρω περιοχής ή την ζήτηση για θέσεις στάθμευσης κοκ. Κατά αυτόν τον τρόπο μπορούν να λάβουν εκ των προτέρων μέτρα διαχείρισης ενέργειας ή των μέσων μεταφοράς για την διευκόλυνση των πολιτών αλλά και για την μείωση της κατανάλωσης.

Ο άξονας *αξιοποίηση των μέσων κοινωνικής δικτύωσης* περιλαμβάνει έναν ομώνυμο δείκτη, ο οποίος είναι ποιοτικός και βαθμολογεί την πόλη σε μια κλίμακα τριών βαθμίδων: «χαμηλή», «μέτρια» και «υψηλή» ανάλογα με τον βαθμό διείσδυσης αυτής της τεχνολογίας για την ενεργειακή βελτιστοποίηση της πόλης. Επισημαίνεται ότι δεν εξετάζονται χρήσεις των μέσων κοινωνικής δικτύωσης για την άντληση για παράδειγμα πληροφορίας για το πόσο ευχαριστημένοι είναι οι κάτοικοι με τις συνθήκες διαβίωσης στην πόλη τους ή από τις δημοτικές αρχές, παρόλο που αυτές αποτελούν δείκτη αξιολόγησης μιας έξυπνης πόλης. Στην παρούσα όμως μεθοδολογία, όλοι οι δείκτες, χάριν συνοχής και πληρότητας, εστιάζουν στον τομέα ενέργεια.

Στο Σχήμα 3.2-7 που ακολουθεί παρουσιάζονται συνοπτικά όλοι οι δείκτες που αποτελούν τον πυλώνα Σχετικές Υποδομές-Ενέργεια & ΤΠΕ.





Σχήμα 3.2-7 Το σύνολο των δεικτών που αποτελούν τον πυλώνα Σχετικές Υποδομές-Ενέργεια & ΤΠΕ

Στον Πίνακα 3.2-2 αναπαριστάται συνολικά όλο το μοντέλο που αναλύθηκε στις προηγούμενες ενότητες:

Πυλώνας	Άξονας	Δείκτης	Αποτίμηση
<b>Στρατηγική</b>	<b>Βαθμός φιλοδοξίας</b>	Στόχος μείωσης εκπομπών CO <sub>2</sub> ως το 2020	% επί των συνολικών εκπομπών CO <sub>2</sub>
		Στόχος μείωσης ενεργειακής κατανάλωσης ως το 2020	% επί της τελικής ενεργειακής κατανάλωσης
		Ποσοστό συμμετοχής ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ως το 2020	% επί της τελικής ενεργειακής κατανάλωσης
	<b>Αποδοτικότητα στην επίτευξη στόχων</b>	Μεσοπρόθεσμα αποτελέσματα στην μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub>	% επί των συνολικών εκπομπών CO <sub>2</sub>
		Μεσοπρόθεσμα αποτελέσματα στην μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης	% επί της τελικής ενεργειακής κατανάλωσης
		Μεσοπρόθεσμα αποτελέσματα στο ποσοστό συμμετοχής των ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση	% επί της τελικής ενεργειακής κατανάλωσης

<b>Ενεργειακό Προφίλ</b>	<b>Ενεργειακή οικονομία &amp; προγραμματισμός</b>	<p>Συνολικές χρηματικές δαπάνες για ενέργεια</p> <p>Βαθμός εναλλαγής μεταξύ παρόχων ενέργειας</p> <p>Συνολικό κεφάλαιο που διατίθεται για ΑΠΕ και ενεργειακή απόδοση</p>	<p>Χρηματικές μονάδες (€, \$ κτλ.)/έτος</p> <p>«χαμηλός»</p> <p>«μέτριος»</p> <p>«υψηλός»</p> <p>Χρηματικές μονάδες (\$, € κτλ.)</p>	
	<b>Ένταση ενεργειακής κατανάλωσης</b>	<p>Κατά κεφαλήν ενεργειακή κατανάλωση</p> <p>Ποσοστό αερίου/πετρελαίου στο ενεργειακό μείγμα</p> <p>Ποσοστό ηλεκτρισμού στο ενεργειακό μείγμα</p>	<p>MWh/έτος</p> <p>% επί της τελικής ενεργειακής κατανάλωσης</p> <p>% επί της τελικής ενεργειακής κατανάλωσης</p>	
	<b>Παραγωγή ενέργειας μέσω ΑΠΕ</b>	Ένταση παραγωγής μέσω ΑΠΕ	% επί της τελικής κατανάλωσης ενέργειας	
	<b>Βιωσιμότητα</b>	<p>Ικανότητα αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας (θερμική, ηλεκτρική)</p> <p>Συμπαραγωγή θερμότητας/ηλεκτρισμού</p> <p>Αξιοποίηση καιρικών συνθηκών για βελτιστοποίηση της ενεργειακής επίδοσης</p>	<p>«χαμηλή»</p> <p>«μέτρια»</p> <p>«υψηλή»</p> <p>GWh/έτος</p> <p>«χαμηλή»</p> <p>«μέτρια»</p> <p>«υψηλή»</p>	
		<b>Βαθμός ενσωμάτωσης αυτοματισμών, έξυπνων μετρητών &amp; ΤΠΕ</b>	Συστήματα εποπτείας και BEMS	«χαμηλός»
		<b>Συστήματα πρόβλεψης</b>	Συστήματα πρόβλεψης	«χαμηλός»
	<b>Ενέργεια &amp; ΤΠΕ</b>	<b>Αξιοποίηση των μέσων κοινωνικής δικτύωσης</b>	Αξιοποίηση των μέσων κοινωνικής δικτύωσης	«χαμηλή»
				«μέτρια»
				«υψηλή»

Πίνακας 3.2-2 Συνολική παρουσίαση του μοντέλου αξιολόγησης έξυπνων πόλεων.

### 3.2.4 Κατηγοριοποίηση των δεικτών της έξυπνης πόλης

Οι Carli et al. έχουν εισάγει ένα πολύ ενδιαφέρον πλαίσιο ως ποιοτικό εργαλείο αξιολόγησης των διαφόρων συνόλων δεικτών που έχουν αναπτυχθεί για την μέτρηση της ευφύιας μιας πόλης [36]. Σύμφωνα με αυτό, η ταξινόμηση των δεικτών επίδοσης μιας έξυπνης πόλης γίνεται στις εξής τρεις κατηγορίες:

- **Παραδοσιακά εργαλεία:** οι δείκτες υπολογίζονται από ανάλυση και επεξεργασία μεταβλητών και δεδομένων που προέρχονται από παραδοσιακές πηγές πληροφορία
- **Καινοτόμα εργαλεία** βασισμένα σε ανίχνευση δεδομένων από φυσικές υποδομές, για παράδειγμα υπολογισμός της ενεργειακής κατανάλωσης από δεδομένα λαμβανόμενα από έξυπνους μετρητές ισχύος
- **Καινοτόμα εργαλεία** βασισμένα σε εξόρυξη δεδομένων από κοινωνικές υποδομές. Οι δείκτες υπολογίζονται με βάση το ψηφιακό αποτύπωμα των κατοίκων της πόλης όπως μέσω της συμμετοχής τους σε κοινωνικά μέσα δικτύωσης, blogs και forums.

Αξιοποιώντας το προτεινόμενο πλαίσιο, γίνεται ταξινόμηση των δεικτών που αποτελούν το μοντέλο για την απόκτηση καλύτερης διαίσθησης για το τι αντιπροσωπεύουν και πως πρέπει να αξιοποιηθούν. Όπως φαίνεται από τον Πίνακα 3.2-3, τα παραδοσιακά εργαλεία είναι αυτά που κυριαρχούν.

<b>Βαθμός τεχνολογικής προόδου στην συλλογή δεδομένων</b>	<i>Καινοτόμα εργαλεία: ανίχνευση δεδομένων από κοινωνικές υποδομές</i>	<b>Αξιοποίηση των μέσων κοινωνικής δικτύωσης:</b> Αξιοποίηση των μέσων κοινωνικής δικτύωσης
	<i>Καινοτόμα εργαλεία: ανίχνευση δεδομένων από φυσικές υποδομές</i>	<b>Ένταση ενεργειακής κατανάλωσης:</b> Ενεργειακή κατανάλωση ανά κάτοικο Ποσοστό αερίου/πετρελαίου στο ενεργειακό μείγμα Ποσοστό ηλεκτρισμού στο ενεργειακό μείγμα <b>Αποδοτικότητα στην επίτευξη στόχων:</b> Μεσοπρόθεσμα αποτελέσματα μείωση εκπομπών CO2 Μεσοπρόθεσμα αποτελέσματα για μείωση της κατανάλωσης ενέργειας Μεσοπρόθεσμα αποτελέσματα στο ποσοστό ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση <b>Παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ:</b> Ένταση παραγωγής από ΑΠΕ

	<i>Παραδοσιακά εργαλεία</i>	<p style="text-align: center;"><b>Βαθμός φιλοδοξίας:</b></p> <p>Στόχος μείωσης εκπομπών CO<sub>2</sub>  Στόχος μείωσης της καταναλισκόμενης ενέργειας  Στόχος ενσωμάτωσης παραγωγής από ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση</p> <p><b>Ενεργειακή οικονομία και προγραμματισμός:</b>  Κεφάλαιο που δαπανάται για ενέργεια (αέριο, πετρέλαιο, ηλεκτρισμός)  Βαθμός εναλλαγής μεταξύ παρόχων  Κεφάλαια που δαπανώνται για ΑΠΕ και ενεργειακή απόδοση</p> <p style="text-align: center;"><b>Βιωσιμότητα:</b></p> <p>Ικανότητα αποθήκευσης παραγόμενης ενέργειας (θερμική, ηλεκτρική)  Συμπαραγωγή θερμότητας/ηλεκτρισμού  Αξιοποίηση των καιρικών συνθηκών για βελτιστοποίηση ενεργειακής επίδοσης στα κτίρια</p> <p><b>Βαθμός ενσωμάτωσης αυτοματισμών &amp; ΤΠΕ στα κτίρια:</b>  Συστήματα εποπτείας και BEMS</p> <p style="text-align: center;"><b>Συστήματα πρόβλεψης:</b></p> <p>Συστήματα πρόβλεψης</p>
--	-----------------------------	--

Πίνακας 3.2-3 Ταξινόμηση των δεικτών αξιολόγησης μιας έξυπνης πόλης σύμφωνα με το μοντέλο των Carli et al.

### 3.3 Ο ρόλος της διακυβέρνησης, των ανθρώπων και της οικονομίας

Με την ολοκλήρωση της παρουσίασης της μεθοδολογίας στα προηγούμενα κεφάλαια, είναι σημαντικό να αναφερθούν συνοπτικά ορισμένοι παράγοντες οι οποίοι διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στην υλοποίηση του σχεδίου της έξυπνης πόλης και επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό την επίτευξη των στόχων. Ο μετασχηματισμός μιας «συνηθισμένης» πόλης σε έξυπνη πόλη, ενέχει την αλληλεπίδραση των εμπλεκόμενων ενδιαφερομένων με τις πολιτικές και θεσμικές συνιστώσες. Ως πολιτικές συνιστώσες εννοούμε το δημοτικό συμβούλιο της πόλης, την διοίκηση, αλλά και τις εξωτερικές ομάδες πίεσης. Η επιτυχής υλοποίηση των έργων που σχετίζονται με την έξυπνη πόλη και κατ'επέκταση η επίτευξη των στόχων που έχουν τεθεί εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την αρμονική και διαφανή συνεργασία μεταξύ των ενδιαφερομένων και της διοίκησης της πόλης.

Ένας εξίσου σημαντικός παράγοντας, που συχνά αμελείται γιατί δίνεται έμφαση στην κατανόηση των τεχνικών ζητημάτων που σχετίζονται με την έξυπνη πόλη, αποτελούν οι ίδιοι οι κάτοικοι της. Η εξισορρόπηση ή μη των αναγκών των διαφόρων κοινωνικών ομάδων της πόλης μπορεί συχνά να καθορίσει κατά πόσο ένα έργο μπορεί να πετύχει ή να αποτύχει. Οι πολίτες θα πρέπει να αντιμετωπίζονται ως

παίκτες-κλειδιά στην επίτευξη της έξυπνης πόλης και η εμπλοκή τους σε πάσης φύσεως πρωτοβουλίες μπορεί να καταστεί ιδιαίτερος ευεργετική. Ένα σχέδιο ευρείας εγκατάστασης φωτοβολταϊκών πάνελ για παράδειγμα στις κατοικίες της πόλης θα οδηγούνταν σε αποτυχία αν δεν κατόρθωνε να εξασφαλίσει ένα σημαντικό ποσοστό συμμετοχής των πολιτών.

Τέλος, σημαντική κινητήριος δύναμη των έξυπνων πόλεων αποτελεί ο παράγων οικονομία. Είναι δεδομένο ότι η υλοποίηση του σχεδίου της έξυπνης πόλης διέρχεται μέσα από τις οικονομικές της δυνατότητες και μετασχηματισμού του τομέα αυτού σε έξυπνη οικονομία που μεταφράζεται σε καινοτομία, επιχειρηματικότητα, παραγωγικότητα, ευελιξία στην αγορά εργασίας και συμμετοχή στην εθνική και παγκόσμια αγορά.

### **3.4 Ανακαιφαλαίωση**

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάστηκε και αναλύθηκε η μεθοδολογία που θα χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση των σύγχρονων έξυπνων πόλεων. Έγινε λεπτομερής παρουσίαση όλων των αξόνων της μεθόδου αξιολόγησης και των δεικτών που περιγράφουν κάθε άξονα. Κετεστήθη σαφές ότι στόχος αυτού του πλαισίου αξιολόγησης είναι να ενσωματώσει τον παράγοντα ενέργεια στην λειτουργία της πόλης καθώς αυτός φαίνεται να απουσιάζει από τα περισσότερα συστήματα αξιολόγησης διαθέσιμα σήμερα στην βιβλιογραφία. Τέλος, οι δείκτες ταξινομήθηκαν με βάση το μοντέλο αξιολόγησης δεικτών των Carli et al. ενώ παρουσιάστηκαν συνοπτικά κάποιοι από τους κυριότερους παράγοντες που επιδρούν στην υλοποίηση της έξυπνης πόλης.



## 4 Κεφάλαιο: Εφαρμογή της μεθοδολογίας

### 4.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται εφαρμογή της μεθοδολογίας που έχει παρουσιαστεί σε δύο πόλεις: την Βαρκελώνη και το Άμστερνταμ. Η επιλογή των πόλεων αυτών δεν ήταν τυχαία αλλά βασίστηκε σε δημογραφικά, οικονομικά και κοινωνικά κριτήρια. Συγκεκριμένα, οι δύο πόλεις έχουν περίπου τον ίδιο πληθυσμό, έχουν υψηλό κατά κεφαλήν ΑΕΠ και συμμετέχουν σε κοινές πανευρωπαϊκές στρατηγικές (πχ. η Ευρωπαϊκή στρατηγική «20-20-20»). Επιπλέον διαθέτουν και οι δύο υψηλού επιπέδου ανθρώπινο δυναμικό που απασχολείται στον χώρο των υπηρεσιών και της τεχνολογίας αλλά παράλληλα έχουν διαφορετικό κλίμα το οποίο επηρεάζει το ενεργειακό τους προφίλ και τα σχέδια τους για ενεργειακή απεξάρτηση. Προτιμήθηκε να μην επιλεγθούν δύο πόλεις με εντελώς διαφορετικά χαρακτηριστικά, όπως θα ήταν για παράδειγμα η Βαρκελώνη με το Σαν Φρανσίσκο ή την Νέα Υόρκη γιατί αυτές οι τόσο μεγάλες μητροπόλεις επηρεάζονται από ένα μεγάλο πλήθος παραγόντων (εσωτερικών και εξωτερικών) που δεν θα μπορούσαν να αγνοηθούν ενώ επιπλέον υπόκεινται σε εντελώς διαφορετικά νομοθετικά πλαίσια σε σχέση με τις Ευρωπαϊκές. Κατά αυτόν τον τρόπο, επιλέγοντας δυο πόλεις χωρίς μεγάλες αποκλίσεις, εξάγονται πολύ πιο ακριβή και εύστοχα συμπεράσματα για την ευφυΐα τους κατά την συγκριτική τους ανάλυση.

Η μεθοδολογία έχει τις προϋποθέσεις να εφαρμοστεί σε κάθε πόλη, δεδομένου ότι έχει αυστηρώς προδιαγραφεί το όριο του αστικού συστήματος στο οποίο θα εφαρμοστεί. Ωστόσο, το κύριο εμπόδιο σε κάθε τέτοιου είδους υψηλού επιπέδου ποιοτική ανάλυση είναι η διαθεσιμότητα δεδομένων και μετρήσεων αλλά και η ποιότητα αυτών. Τα δεδομένα είναι συχνά διαθέσιμα σε εθνικό επίπεδο ή ενοποιημένα κατά ομάδες ανθρώπων ή δραστηριοτήτων. Επιπλέον, διαφορετικοί χρήστες της μεθοδολογίας έχουν πρόσβαση σε διαφορετικά δεδομένα. Αυτό αναμφισβήτητα εισάγει κάποιο βαθμό αβεβαιότητας. Είναι σημαντικό λοιπόν να συζητηθεί εκτενώς το πώς η διαθεσιμότητα των δεδομένων, η επιλογή των φυσικών ορίων της πόλης και τα «κενά πληροφορίας» που συναντώνται επηρεάζουν τα αποτελέσματα της αξιολόγησης. Περαιτέρω ανάπτυξη της μεθοδολογίας θα απαιτούσε την δοκιμή της σε μεγαλύτερο αριθμό περιπτώσεων αναφοράς και την σύγκριση των αποτελεσμάτων για να γίνει σαφές πως η διαθεσιμότητα δεδομένων επηρεάζει την τελική αξιολόγηση.

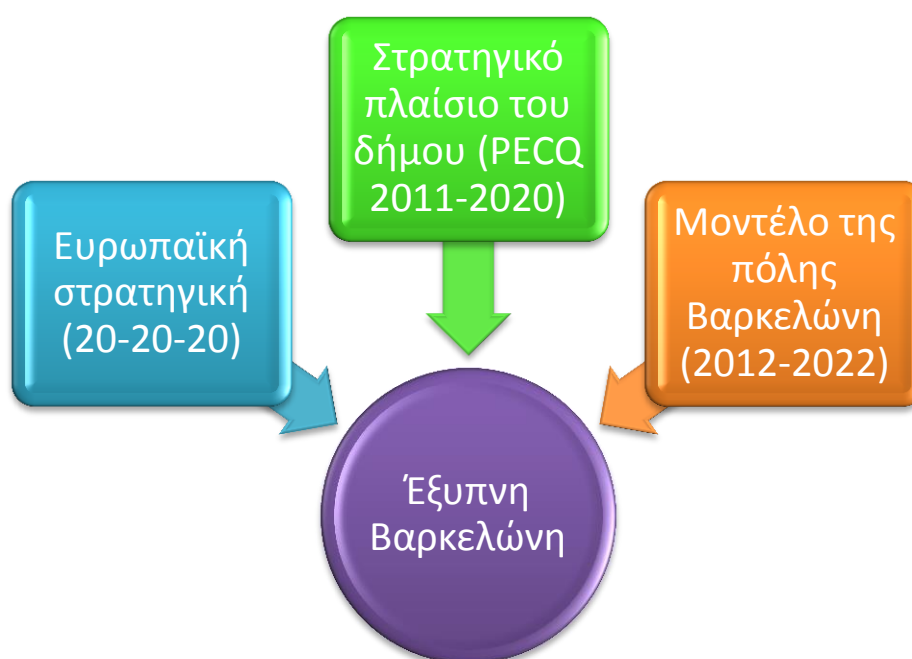
Η εφαρμογή της μεθοδολογίας θα γίνει ανά πόλη και στο τέλος θα ακολουθήσει η συγκριτική ανάλυση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από κάθε εφαρμογή. Αρχικά θα δίνεται το γενικότερο προφίλ της κάθε πόλης και στην πορεία η ανάλυση θα προχωρά ανά άξονα και δείκτες.



## 4.2 Η περίπτωση της Βαρκελώνης

Με στόχο να αποτελέσει ένα παγκόσμιο σημείο αναφοράς για τις έξυπνες πόλεις, η Βαρκελώνη εργάζεται εντατικά για να συγχωνεύσει τον αστικό σχεδιασμό, την οικολογία και τις Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών και να δασφαλίσει ότι τα οφέλη της τεχνολογίας θα φτάσουν σε κάθε συνοικία και θα βελτιώσουν την ποιότητα ζωής των κατοίκων. Ο μετασχηματισμός αυτός της Βαρκελώνης σε έξυπνη πόλη είναι μια μακροχρόνια διαδικασία και στοχεύει στην δημιουργία παραγωγικών και ανθρώπινων χώρων διαβίωσης εντός μιας διασυνδεδεμένης, υψηλής ταχύτητας, παγκοσμιοποιημένης και μηδενικών εκπομπών μητρόπολη. Ο μετασχηματισμός της Βαρκελώνης λαμβάνει χώρα εντός τριών στρατηγικών πλαισίων:

1. Ευρωπαϊκό στρατηγικό πλαίσιο (ΕΕ 2020 στρατηγική)
2. Στρατηγικό πλαίσιο του δημοτικού συμβουλίου της Βαρκελώνης (PECQ 2011-2020)
3. Μοντέλο της πόλης Βαρκελώνη (Οι πολίτες αγκαλιάζουν την βιωσιμότητα 2012-2022)



Σχήμα 4.2-1 Πλαίσια ανάπτυξης της έξυπνης Βαρκελώνης.<sup>9</sup>

### 4.2.1 Το προφίλ της πόλης

Η Βαρκελώνη είναι η πρωτεύουσα της αυτόνομης περιοχής της Καταλονίας και η δεύτερη μεγαλύτερη πόλη της Ισπανίας με πληθυσμό 1,688,270 για το 2014. Παρότι η ευρύτερη μητροπολιτική περιοχή της Βαρκελώνης ξεπερνά κατά πολύ τα όρια του δήμου και φτάνει σε πληθυσμό περίπου τα 4.5 εκ. κατοίκους, στην ανάλυση μας θα

<sup>9</sup> Πηγή: <http://cityclimateleadershipawards.com/barcelona-barcelona-smart-city/>

περιοριστούμε αυστηρά εντός μόνο της γεωγραφικής περιοχής του δήμου της Βαρκελώνης (Barcelona district), μια επιφάνεια 101 km<sup>2</sup>.

Το 17% του πληθυσμού της πόλης προέρχεται από μετανάστευση από αναπτυσσόμενες χώρες, μια διαδικασία η οποία έχει ανασχεθεί τα τελευταία χρόνια. Ο παράγοντας της πολυπολιτισμικότητας θα πρέπει να ληφθεί υπόψη όταν αναλύουμε την ενεργειακή κατανάλωση στην πόλη καθώς οι κοινωνικές συμπεριφορές απέναντι στον τομέα ενέργεια συνδέονται με την ένταση της κατανάλωσης ως κοινωνία και συχνά κάθε κουλτούρα ερμηνεύει διαφορετικά την χρήση ενέργειας.

Η δομημένη περιοχή της πόλης ανέρχεται συνολικά στα 121.35 εκ.μ<sup>2</sup>, εκ των οποίων το 52% είναι κατοικίες, το 16% καταλαμβάνουν κτίρια του τομέα εμπορίου και υπηρεσιών, το 9% είναι κοινόχρηστοι χώροι εντός κτιρίων, το 8% θέσεις στάθμευσης οχημάτων, 6% είναι αποθηκευτικοί χώροι, 5% βιομηχανικά κτίρια και μόλις 1% τα δημοτικά κτίρια (Σχήμα 4.2-2).

Η Βαρκελώνη υπήρξε πρωτοπόρος στην διαδικασία αποβιομηχανοποίησης της Καταλανικής οικονομίας. Το ΑΕΠ της πόλης αναμένεται να αγγίξει το 64,236 εκ.€ το 2015 ενώ προβλέπεται να αυξηθεί κατά 2.3% μεταξύ 2016-2020. Κατά 40.2% συνεισφέρουν στο ΑΕΠ οι εταιρικές και δημόσιες υπηρεσίες, κατά 10.6% το εμπόριο, 10% οι μεταφορές και επικοινωνίες, 8% οι χρηματοοικονομικές υπηρεσίες και 7.8% οι υπηρεσίες τουρισμού (Σχήμα 4.2-3). Παρότι η πόλη έχει έναν υψηλό δείκτη ανεργίας (περίπου 15%) έχει αξία να επισημανθεί ότι οι περισσότερες θέσεις απασχόλησης στον βιομηχανικό και τον τομέα υπηρεσιών έχουν υψηλή ή μέτρια ως υψηλή τεχνολογική συνιστώσα. Στον Πίνακα 4.2-1 συνοψίζονται κάποια από τα βασικότερα ποσοτικά μεγέθη που συνιστούν το προφίλ της Βαρκελώνης.

**Πίνακας 4.2-1 Τα βασικά δεδομένα για την πόλη της Βαρκελώνης.<sup>10</sup>**

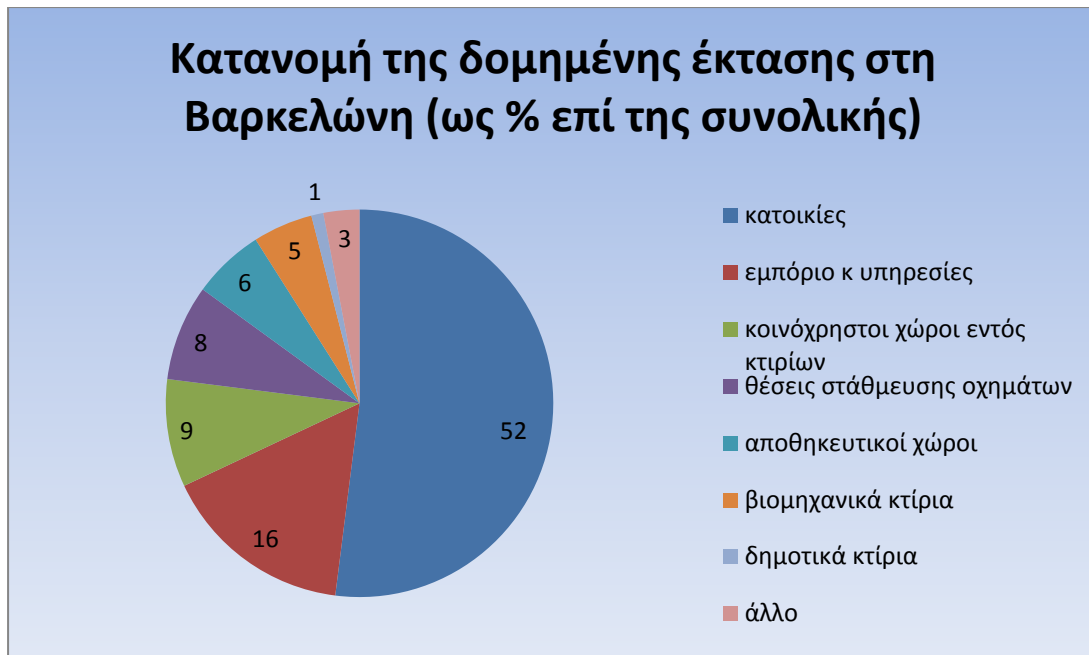
<i>Πληθυσμός</i>	<i>1,688,270</i>
<i>Πληθυσμιακή πρόβλεψη για 2020</i>	<i>1,740,000</i>
<i>Γεωγραφική έκταση</i>	<i>101 km<sup>2</sup></i>
<i>Κατά κεφαλήν ΑΕΠ</i>	<i>38,048€</i>
<i>Κατά κεφαλήν εκπομπές αερίων θερμοκηπίου ανά έτος</i>	<i>2.51 τόνοι</i>
<i>Κατά κεφαλήν ενεργειακή κατανάλωση ανά έτος</i>	<i>10.52 MWh</i>
<i>Ποσοστό ΑΠΕ στην τελική ενεργειακή κατανάλωση</i>	<i>0.57%</i>
<i>Κατά κεφαλήν παραγωγή απορριμάτων ανά έτος</i>	<i>547.5 kg</i>
<i>Ενεργειακή κατανάλωση ανά μονάδα ΑΕΠ</i>	<i>269 Wh/€</i>

<sup>10</sup>Πηγή:

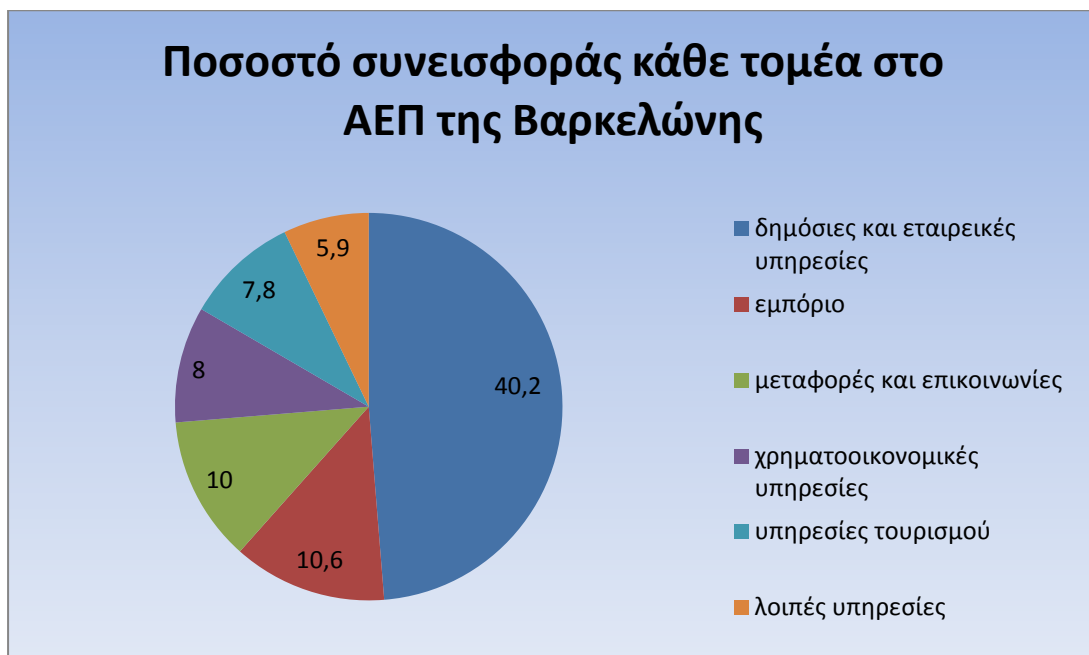
[https://w110.bcn.cat/MediAmbient/Continguts/Vectors\\_Ambientals/Energia\\_i\\_qualitat\\_ambiental/Documents/Traduccions/PECQ\\_english\\_def01.pdf](https://w110.bcn.cat/MediAmbient/Continguts/Vectors_Ambientals/Energia_i_qualitat_ambiental/Documents/Traduccions/PECQ_english_def01.pdf)

*Δίκτυο μέσων μαζικής μεταφοράς*  
*Μήκος ποδηλατοδρόμων*

*101km*  
*1.38 km/km<sup>2</sup>*



Σχήμα 4.2-2 Κατανομή της δομημένης έκτασης στην Βαρκελώνη.<sup>11</sup>



Σχήμα 4.2-3 Κατανομή του ΑΕΠ της Βαρκελώνης ανά τομέα.<sup>12</sup>

## 4.2.2 Στρατηγική

### 4.2.2.1 Βαθμός φιλοδοξίας

<sup>11</sup>Πηγή:

[https://w110.bcn.cat/MediAmbient/Continguts/Vectors\\_Ambientals/Energia\\_i\\_qualitat\\_ambiental/Documents/Traduccions/PECQ\\_english\\_def01.pdf](https://w110.bcn.cat/MediAmbient/Continguts/Vectors_Ambientals/Energia_i_qualitat_ambiental/Documents/Traduccions/PECQ_english_def01.pdf)

<sup>12</sup>Πηγή:

[https://w110.bcn.cat/MediAmbient/Continguts/Vectors\\_Ambientals/Energia\\_i\\_qualitat\\_ambiental/Documents/Traduccions/PECQ\\_english\\_def01.pdf](https://w110.bcn.cat/MediAmbient/Continguts/Vectors_Ambientals/Energia_i_qualitat_ambiental/Documents/Traduccions/PECQ_english_def01.pdf)

Ως ένας από τους υπογράφοντες του Συμφώνου των Δημάρχων<sup>13</sup>, το δημοτικό συμβούλιο της Βαρκελώνης δεσμεύτηκε να μειώσει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (συμπεριλαμβανομένου και του CO<sub>2</sub>) κατά 20% στις υπηρεσίες που διαχειρίζεται άμεσα. Ως έτος βάσης έχει χρησιμοποιηθεί το 2008, κατά το οποίο οι εκπομπές CO<sub>2</sub> ανήλθαν στους 4,053.77[τόνοι×1000] εκ των οποίων το 50% προήλθε από τα κτίρια. Με βάση την ενεργειακή κατανάλωση, ο ηλεκτρισμός συνεισέφερε το 60% των εκπομπών ενώ το φυσικό αέριο και το πετρέλαιο ντίζελ το 20%. Οι εκπομπές του δημόσιου τομέα της πόλης αποτελούν το 2.09% των συνολικών εκπομπών.

Το δημοτικό συμβούλιο της Βαρκελώνης έχει καταστρώσει ένα δεκαετές πρόγραμμα, το λεγόμενο Σχέδιο Ενέργειας, Κλιματικής Αλλαγής και Ποιότητας Ατμοσφαιρικού Αέρα (PECQ), το οποίο εκτείνεται από το 2011 ως το 2020. Αποτελείται από 7 προγράμματα και 108 έργα συνολικά. Οι εκτιμήσεις των αρχών της πόλης είναι ότι με την επιτυχή ολοκλήρωση όλων των έργων του σχεδίου θα έχει επιτευχθεί μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> ως το 2020 κατά 23.5%, το οποίο υπερκαλύπτει τον στόχο που έχει τεθεί.

Το 2008 η Βαρκελώνη συνολικά ως πόλη κατανάλωσε 17,001.78 GWh τελικής ενέργειας. Το 29.9% της ενέργειας αυτής κατανάλωθηκε στον τριτογενή τομέα, το 27.9% στον οικιακό τομέα, το 24.1 στις μεταφορές και το 17.2% στον βιομηχανικό τομέα (Σχήμα 4.2-4). Ο στόχος που έχει τεθεί από την πόλη είναι ως το 2020 να μειωθεί η συνολικά καταναλισκόμενη ενέργεια κατά 9.90%. Οι υπηρεσίες του δήμου μόνο, κατανάλωσαν το 2008 472,250.98 MWh, μόλις το 2.78% της συνολικής κατανάλωσης της πόλης. Στόχος είναι με την υλοποίηση του PECQ η κατανάλωση του δήμου να μειωθεί κατά 18.50% σε σχέση με το 2008.

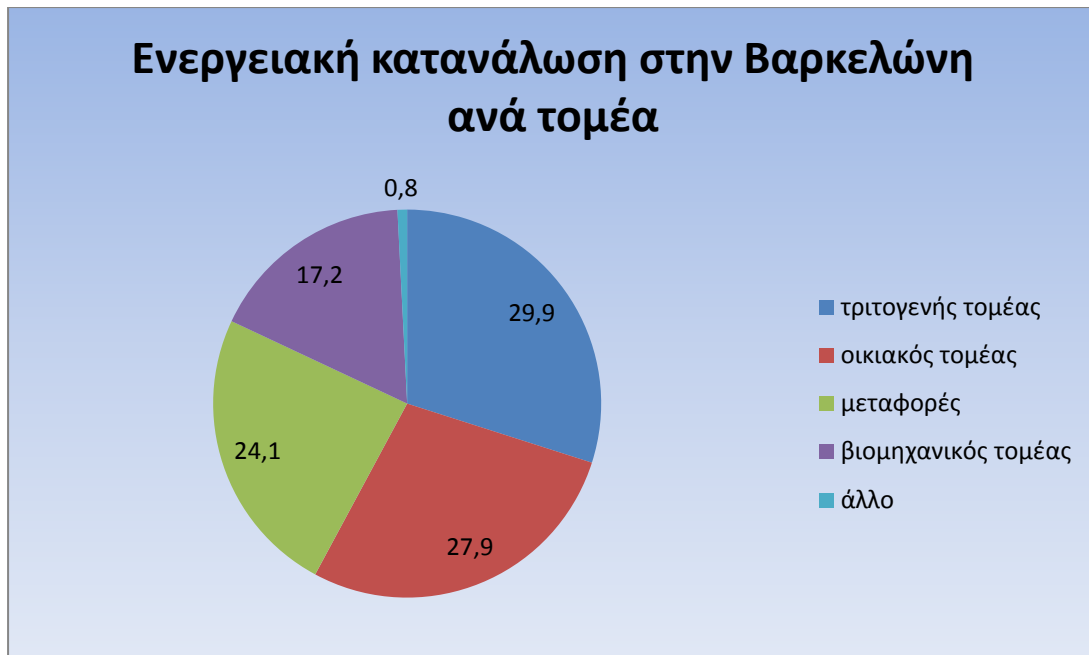
Άξιο σχολιασμού είναι το γεγονός ότι αν δεν ληφθούν τα μέτρα που προβλέπονται στο PECQ, οι αρχές της πόλης υπολογίζουν πως η κατανάλωση ενέργειας θα έχει αυξηθεί στις 21,826.93 GWh, δηλαδή κατά 28% ως το 2020. Αντίστοιχα οι εκπομπές CO<sub>2</sub> θα έχουν αυξηθεί στις 5,119.28 [τόνοι×1000], δηλαδή κατά 20.8% (Σχήμα 4.2-6).

Η παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ εντός της πόλης ανήλθε το 2008 στις 96.53 GWh (0.57% της συνολικά καταναλισκόμενης ενέργειας) και στόχος του δήμου είναι το ποσοστό αυτό να έχει αυξηθεί κατά 38% ως το 2020.

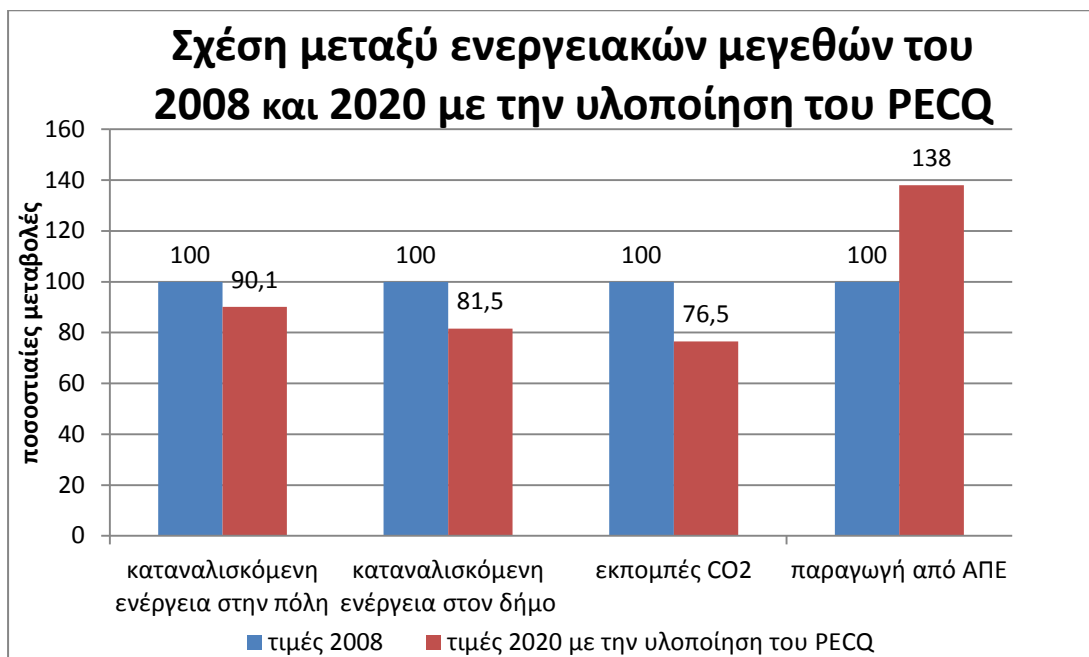
Στο Σχήμα 4.2-5 παρουσιάζονται οι τιμές των παραπάνω μεγεθών με έτος βάσης το 2008 και οι αναμενόμενες ποσοστιαίες μεταβολές τους ως το 2020.

---

<sup>13</sup>Τον Μάρτιο του 2007, η ΕΕ υιοθέτησε ένα πακέτο μέτρων το οποίο ονομάστηκε «Ενέργεια για έναν κόσμο που αλλάζει» το οποίο εμπειρεύει την δέσμευση από όλες τις πλευρές να μειώσουν τις εκπομπές CO<sub>2</sub> κατά 20% ως το 2020, να αυξήσουν την ενεργειακή απόδοση κατά 20% και να διασφαλίσουν ότι το 20% της τροφοδοτούμενης ενέργειας θα προέρχεται από ΑΠΕ.



Σχήμα 4.2-4 Ενεργειακή κατανάλωση στην Βαρκελώνη ανά τομέα<sup>14</sup>



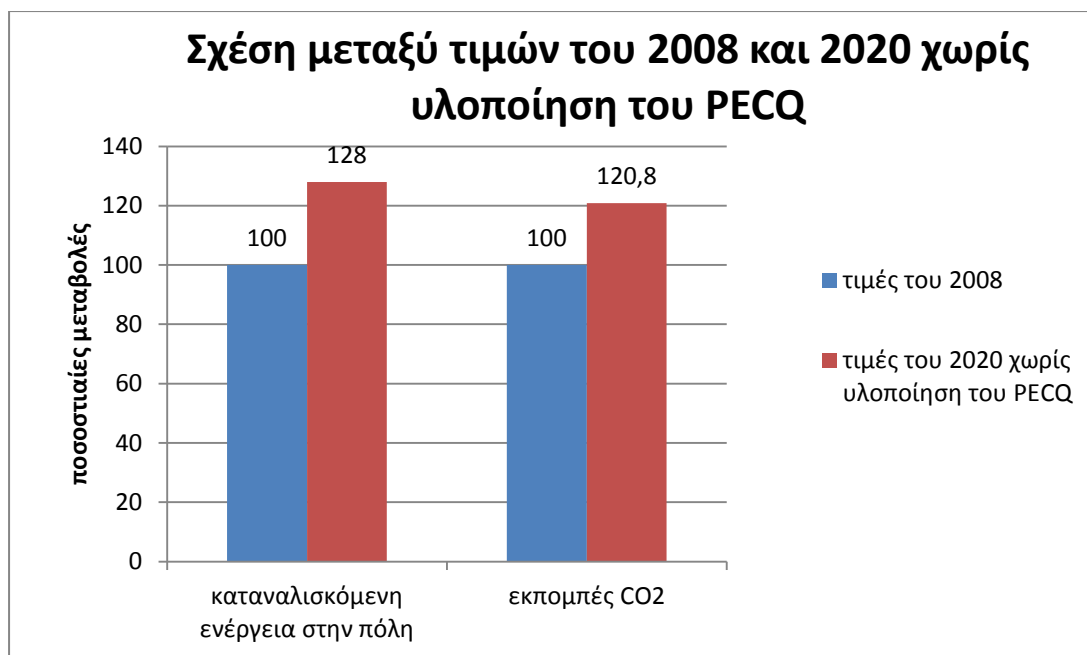
Σχήμα 4.2-5 Σχέση μεταξύ των ενεργειακών μεγεθών του 2008 και των στόχων του 2020.<sup>15</sup>

<sup>14</sup>Πηγή:

[https://w110.bcn.cat/MediAmbient/Continguts/Vectors\\_Ambientals/Energia\\_i\\_qualitat\\_ambiental/Documents/Traduccions/PECQ\\_english\\_def01.pdf](https://w110.bcn.cat/MediAmbient/Continguts/Vectors_Ambientals/Energia_i_qualitat_ambiental/Documents/Traduccions/PECQ_english_def01.pdf)

<sup>15</sup>Πηγή:

[https://w110.bcn.cat/MediAmbient/Continguts/Vectors\\_Ambientals/Energia\\_i\\_qualitat\\_ambiental/Documents/Traduccions/PECQ\\_english\\_def01.pdf](https://w110.bcn.cat/MediAmbient/Continguts/Vectors_Ambientals/Energia_i_qualitat_ambiental/Documents/Traduccions/PECQ_english_def01.pdf)



Σχήμα 4.2-6 Οι αναμενόμενες ποσοστιαίες μεταβολές της κατανάλωσης ενέργειας και των εκπομπών CO<sub>2</sub> το 2020 αν δεν υλοποιηθεί το PECQ.<sup>16</sup>

#### 4.2.2.2 Ενεργειακή οικονομία και προγραμματισμός

Τα δημόσια κτίρια στην Βαρκελώνη δαπανούν το ποσό των 8,855 κ€/έτος για ηλεκτρική ενέργεια και 3,083 €/έτος για φυσικό αέριο.<sup>17</sup> Δεδομένα για την ιδιωτική κατανάλωση της πόλης δεν υπάρχουν διαθέσιμα.

Η Βαρκελώνη τροφοδοτείται ηλεκτρικά μέσω δικτύου 400kV από τέσσερις υποσταθμούς παραγωγής; το Sentmenat, το Rubí, την Pierola και το Begues. Το δίκτυο υψηλών τάσεων της πόλης έχει συνολικό μήκος 188 km και αποτελείται κατά 64% από γραμμές 220kV και κατά 36% από γραμμές 120kV. Το δίκτυο μέσης τάσης της πόλης αποτελείται από γραμμές 25 και 11kV. Η συνύπαρξη των δύο αυτών τύπων γραμμών μεταφοράς είναι αποτέλεσμα των τριών εταιρειών διανομής ηλεκτρικής ενέργειας που δρουν στην Βαρκελώνη με διαφορετικά κριτήρια λειτουργίας και συντήρησης. Σταδιακά οι γραμμές των 11kV θα αντικατασταθούν από τις 22kV. Τέλος, το δίκτυο χαμηλής τάσης, μήκους 3,084km, συνδέει τους υποσταθμούς μετασχηματισμού με τους τελικούς καταναλωτές. Και εδώ συνυπάρχουν διαφορετικά επίπεδα τάσης: 220/127V και 380/220V, αν και τα πρώτα θα αντικατασταθούν σταδιακά από τα δεύτερα.

Προκειμένου να αντιμετωπιστεί η όλο και αυξανόμενη ζήτηση για ηλεκτρική ενέργεια η Βαρκελώνη σχεδιάζει την υλοποίηση άλλων τριών υποσταθμών

<sup>16</sup>Πηγή:

[https://w110.bcn.cat/MediAmbient/Continguts/Vectors\\_Ambientals/Energia\\_i\\_qualitat\\_ambiental/Documents/Traduccions/PECQ\\_english\\_def01.pdf](https://w110.bcn.cat/MediAmbient/Continguts/Vectors_Ambientals/Energia_i_qualitat_ambiental/Documents/Traduccions/PECQ_english_def01.pdf)

<sup>17</sup>Πηγή:

[https://w110.bcn.cat/MediAmbient/Continguts/Vectors\\_Ambientals/Energia\\_i\\_qualitat\\_ambiental/Documents/Traduccions/PECQ\\_english\\_def01.pdf](https://w110.bcn.cat/MediAmbient/Continguts/Vectors_Ambientals/Energia_i_qualitat_ambiental/Documents/Traduccions/PECQ_english_def01.pdf)



παραγωγής 400kV στις περιοχές Viladecans, Santa Coloma de Gramenet και Sant Just Desvern (εντός μητροπολιτικής περιοχής της Βαρκελώνης). Επιπλέον, οκτώ νέοι υποσταθμοί των 220kV σχεδιάζονται να εγκατασταθούν πιο κοντά στους τελικούς καταναλωτές για να βελτιωθεί η αξιοπιστία και η ποιότητα της τροφοδοσίας.

Η έκταση του δικτύου παροχής φυσικού αερίου της Βαρκελώνης είναι συνολικά 1,553km με το 80% να είναι χαμηλής πίεσης και μόλις το 6% υψηλής. Το φυσικό αέριο μεταφέρεται και διανέμεται συμπιεσμένο μέσω αγωγών που λειτουργούν σε διαφορετικές κλίμακες πίεσης. Το δίκτυο διανομής της πόλης τροφοδοτείται από το δίκτυο μεταφοράς το οποίο αποτελείται από έξι σταθμούς μετρήσης και ρύθμισης που βρίσκονται σε στρατηγικές περιοχές ( Zona Besos, Zona Llobregat). Εκτός από αυτούς τους σταθμούς, στο λιμάνι της Βαρκελώνης υπάρχει μονάδα αποθήκευσης υγροποιημένου φυσικού αερίου (συνολικής χωρητικότητας 540,000 m<sup>3</sup>) το οποίο λαμβάνει από δεξαμενόπλοι και το διοχετεύει στο δίκτυο μεταφοράς. Η πόλη σχεδιάζει την κατασκευή δυο νέων αγωγών φυσικού αερίου, το ένα στην περιοχή Martorell-Figueres και το άλλο στο Besos το οποίο σχεδιάζεται να συνδεθεί με την μονάδα συμπαραγωγής που ήδη λειτουργεί στην περιοχή.

Το σχέδιο δράσης PECQ της Βαρκελώνης για την επίτευξη των στόχων που έχει θέσει ως το 2020 περιλαμβάνει 108 έργα συνολικά εκ των οποίων τα 20 αφορούν τον τομέα των ανανεώσιμων πηγών και 25 το τομέα ενεργειακή απόδοση. Στον Πίνακα 4.2-2 έχουμε καταγράψει το κόστος των κυριότερων επενδύσεων που σχεδιάζονται να πραγματοποιηθούν από την πόλη σε αυτούς τους τομείς.

**Πίνακας 4.2-2 Κόστος κυριότερων σχεδιαζόμενων επενδύσεων σε έργα ΑΠΕ και ενεργειακής απόδοσης στην Βαρκελώνη.<sup>18</sup>**

<i>Πρόγραμμα</i>	<i>Κόστος επένδυσης [10<sup>6</sup> €]</i>
<i>ΑΠΕ</i>	<i>33.50</i>
<i>Βελτίωση και εκσυγχρονισμός του δημοσίου δικτύου μεταφορών με σκοπό την αύξηση της ενεργειακής του απόδοσης (Infrastructure Master Plan 2009-2018)</i>	<i>25.242</i>
<i>Έργα βελτίωσης ενεργειακής απόδοσης στα δημοτικά κτίρια (13 συνολικά)</i>	<i>135.98</i>
<i>Συνολικό κόστος</i>	<i>194.722</i>

### 4.2.3 Ενεργειακό προφίλ

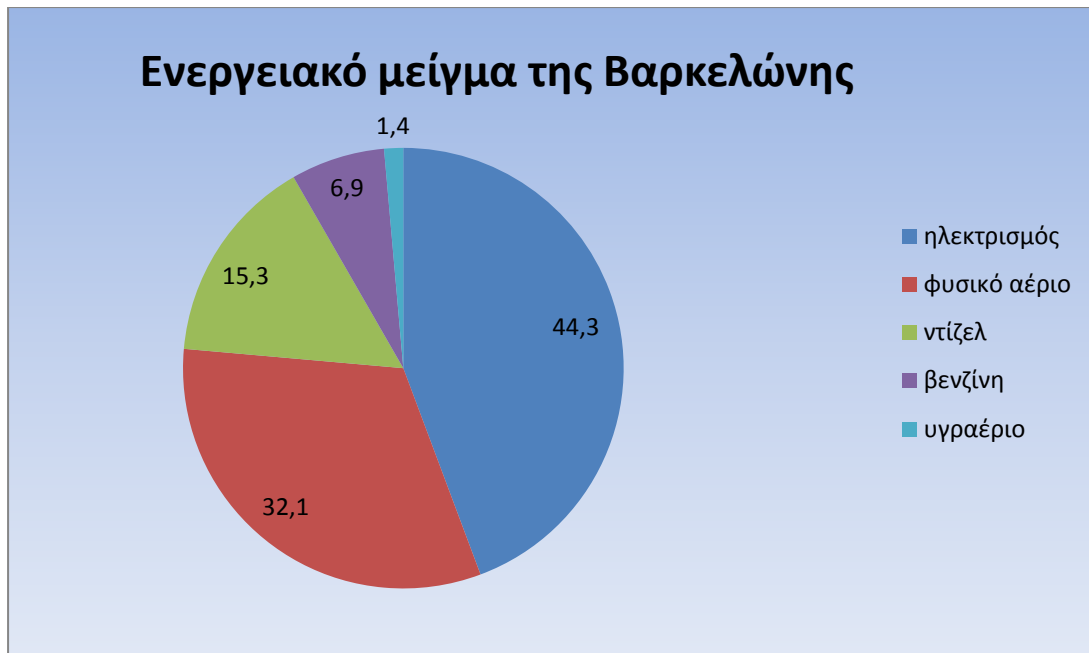
#### 4.2.3.1 Ένταση ενεργειακής κατανάλωσης

Το έτος βάσης 2008 η συνολική ενεργειακή κατανάλωση στην Βαρκελώνη ήταν 17,001.78 GWh ή 10.52 MWh/κάτοικο. Το μέγεθος αυτό αντιστοιχεί μόλις στο

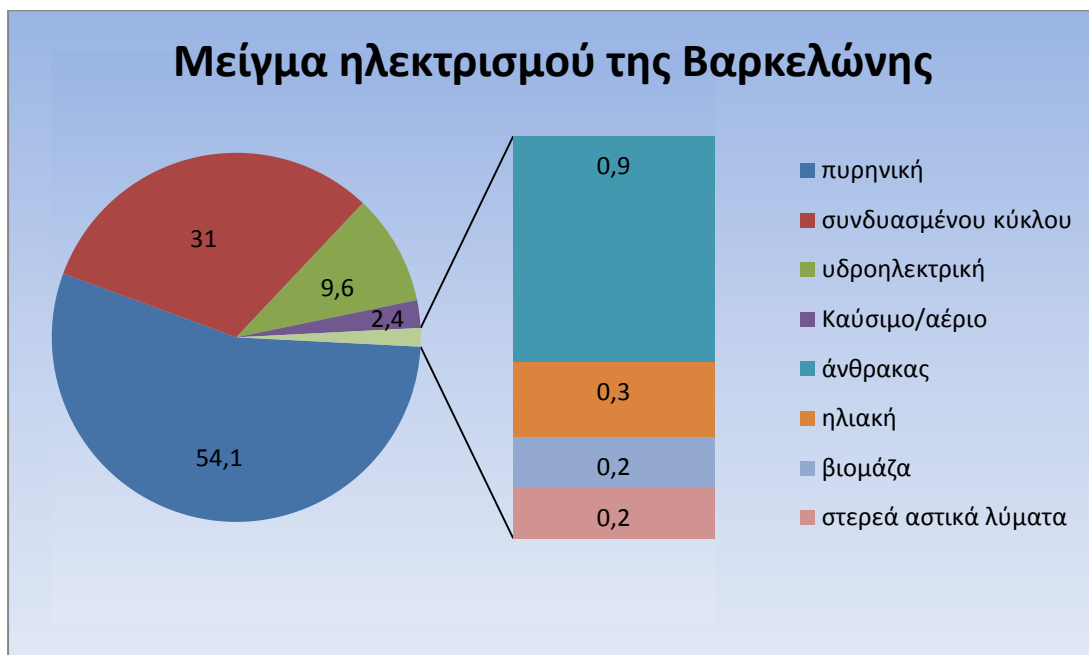
<sup>18</sup>Πηγή:

[https://w110.bcn.cat/MediAmbient/Continguts/Vectors\\_Ambientals/Energia\\_i\\_qualitat\\_ambiental/Documents/Traduccions/PECQ\\_english\\_def01.pdf](https://w110.bcn.cat/MediAmbient/Continguts/Vectors_Ambientals/Energia_i_qualitat_ambiental/Documents/Traduccions/PECQ_english_def01.pdf)

1.38% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης της Ισπανίας. Το 44.3% αυτής της ενέργειας ήταν ηλεκτρισμός, το 32.1% φυσικό αέριο, το 15.3% ντίζελ, 6.9% βενζίνη και 1.4% υγραέριο (Σχήμα 4.2-7). Η ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνεται στην Βαρκελώνη προέρχεται κυρίως από πυρηνικά εργοστάσια (54.1%) και από μονάδες συνδυασμένου κύκλου (31.1%). Η διείσδυση των ΑΠΕ στην παραγωγή ηλεκτρισμού είναι συνολικά στο 11.4% όπως βλέπουμε και από το Σχήμα 4.2-8.



Σχήμα 4.2-7 Το ενεργειακό μείγμα της Βαρκελώνης για το έτος βάσης 2008.<sup>19</sup>



Σχήμα 4.2-8 Το ηλεκτρικό μείγμα της Βαρκελώνης.<sup>20</sup>

#### 4.2.3.2 Ένταξη παραγωγής από ΑΠΕ

Το 2008 η παραγωγή από ΑΠΕ στην Βαρκελώνη στις 96.53GWh. Η ενέργεια αυτή προήλθε από εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών, ηλιακών συλλεκτών, μικρής κλίμακας

<sup>19</sup>Πηγή:

[https://w110.bcn.cat/MediAmbient/Continguts/Vectors\\_Ambientals/Energia\\_i\\_qualitat\\_ambiental/Documents/Traduccions/PECQ\\_english\\_def01.pdf](https://w110.bcn.cat/MediAmbient/Continguts/Vectors_Ambientals/Energia_i_qualitat_ambiental/Documents/Traduccions/PECQ_english_def01.pdf)

<sup>20</sup>Πηγή:

[https://w110.bcn.cat/MediAmbient/Continguts/Vectors\\_Ambientals/Energia\\_i\\_qualitat\\_ambiental/Documents/Traduccions/PECQ\\_english\\_def01.pdf](https://w110.bcn.cat/MediAmbient/Continguts/Vectors_Ambientals/Energia_i_qualitat_ambiental/Documents/Traduccions/PECQ_english_def01.pdf)

υδροηλεκτρικά (μονάδα στο Trinitat) και από βιοαέριο το οποίο προέρχεται από την επεξεργασία λυμάτων της πόλης στις μονάδες Garraf και Ecopark (Σχήμα 4.2-9).

Η ηλιακή ενέργεια είναι η κύρια ανανεώσιμη πηγή στην πόλη, και ιδιαίτερα η ηλιακή θερμική ενέργεια η οποία αντιστοιχεί στο 52% της συνολικής κατανάλωσης από ΑΠΕ. Αυτό οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στην λεγόμενη Διάταξη Ηλιακής Θερμότητας (Solar Thermal Ordinance-OST) που εισήχθη στην πόλη το 1999 και η οποία καθιστούσε πλέον υποχρεωτική την παρουσία ηλιακών συλλεκτών για την κάλυψη αναγκών σε ζεστό νερό σε όλα τα καινούργια κτίρια αλλά και αυτά υπό ανακαίνιση. Σε αυτό το σημείο πρέπει να τονιστεί ότι η υιοθέτηση ηλιακών συλλεκτών για την κάλυψη αναγκών για ζεστό νερό ανήκει στην κατηγορία της εξοικονομησης ενέργειας και όχι παραγωγής από ΑΠΕ. Ωστόσο λόγω του ότι είναι τόσο πολύ διαδεδομένη στην πόλη και έχει σημαντική συνεισφορά (52%) με εξοικονομηση της τάξης των 50,255 MWh/έτος την συμπεριλάβαμε στο διάγραμμα που ακολουθεί θεωρώντας ότι «παράγει» όση ενέργεια εξοικονομεί, τακτική που ακολουθούν και στα επίσημα δημοσιοποιημένα δεδομένα τους και οι αρχές της πόλης.



Σχήμα 4.2-9 Η κατανομή της παραγωγής από ΑΠΕ στην Βαρκελώνη ανάλογα με την πηγή προέλευσης.<sup>21</sup>

Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς από φωτοβολταϊκές μονάδες στην Βαρκελώνη ανήλθε το 2008 στα 6,116.5 KWp, το 27% της οποίας προέρχεται από εγκαταστάσεις του δήμου και το υπόλοιπο 73% από ιδιωτικές επενδύσεις. Πρόκειται για εντυπωσιακή αύξηση αν λάβει κανείς υπόψη ότι το αντίστοιχο ποσό το 2007 ήταν 1,360.6 KWp. Η αύξηση αυτή οφείλεται στην πολιτική που ακολούθησε ο δήμος προσφέροντας οικονομικά κίνητρα σε όσους ήθελαν να επενδύσουν σε ΑΠΕ. Η ενέργεια που παρήχθη από αυτές τις εγκαταστάσεις το 2008 ήταν 7.62 GWh. Μια

<sup>21</sup>Πηγή:

[https://w110.bcn.cat/MediAmbient/Continguts/Vectors\\_Ambientals/Energia\\_i\\_qualitat\\_ambiental/Documents/Traduccions/PECQ\\_english\\_def01.pdf](https://w110.bcn.cat/MediAmbient/Continguts/Vectors_Ambientals/Energia_i_qualitat_ambiental/Documents/Traduccions/PECQ_english_def01.pdf)

από τις πιο εμβληματικές εγκαταστάσεις ηλιακής ενέργειας στην Βαρκελώνη είναι η πέργκολα φωτοβολταϊκών πάνελ που είναι τοποθετημένη στην οροφή του κυρίου κτιρίου του δημοτικού συμβουλίου της πόλης. Η ισχύς του είναι 85 kWp, οι συλλέκτες του καταλαμβάνουν επιφάνεια 650 m<sup>2</sup> και παράγουν 93,000 KWh το χρόνο το οποίο σημαίνει ότι αποφεύγονται εκπομπές περίπου 10 μετρικών τόνων CO<sub>2</sub>.

Η Βαρκελώνη διαθέτει ένα σύγχρονο δίκτυο από οικολογικά πάρκα διαχείρισης των αστικών λυμάτων ( Eco park-1 στη Βαρκελώνη, Eco park-2 στην Montcada i Reixac και το Eco park-3 στην Sant Adria) τα οποία παράγουν βιοαέριο για ενεργειακή χρήση. Το έτος βάσης 2008 η συνολική παραγωγή ηλεκτρισμού από τις μονάδες αυτές έφτασε τις 35.04 GWh.

Τέλος, η ενέργεια που παρήχθη από τον υδροηλεκτρικό σταθμό στο Trinitat το 2008 ήταν 1.47 GWh, σημαντικά μικρότερη σε σχέση με τις δύο χρονιές με την μεγαλύτερη παραγωγή το 2002 και 2003 όπου η συνολική ενέργεια άγγιξε τις 6.30 GWh και τις 6.13 GWh αντίστοιχα. Το γεγονός αυτό οφείλεται στην εξαιρετικά χαμηλή βροχόπτωση το 2008 η οποία τροφοδοτεί τις δεξαμενές του υδροηλεκτρικού σταθμού.

Κατά την περίοδο 2011-2020, η Βαρκελώνη σχεδιάζει να υλοποιήσει πληθώρα έργων (14 στο σύνολο) για την προώθηση των ΑΠΕ στην πόλη. Τα σημαντικότερα από αυτά καταγράφονται στον Πίνακα 4.2-3.

**Πίνακας 4.2-3 Καταγραφή ορισμένων εκ των έργων ΑΠΕ που σχεδιάζει να υλοποιήσει η Βαρκελώνη ως το 2020.<sup>22</sup>**

<b>Τίτλος Έργου</b>	<b>Στόχος</b>	<b>Περιγραφή</b>
<b>Ρυθμιστικό πλαίσιο για την ενσωμάτωση PV συστημάτων στη πόλη (ER01)</b>	Τα νέα εμπορικά κτίρια και παροχής δημοσίων υπηρεσιών να εξαρτώνται λιγότερο από εξωτερικές πηγές και να εκπέμπουν λιγότερο CO <sub>2</sub> .	Υλοποίηση διατάγματος από τις αρχές της πόλης που θα καθιστά υποχρεωτική την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών σε συγκεκριμένες κατηγορίες κτιρίων για παραγωγή ηλεκτρισμού τόσο για ίδια κατανάλωση όσο και για πώληση του στο δίκτυο.
<b>Έλεγχος της σωστής συντήρησης και λειτουργίας των ηλιακών συλλεκτών</b>	Να διασφαλίσει ότι όλες οι σχετιζόμενες εγκαταστάσεις με την OST θα έχουν βέλτιστη απόδοση κατά την διάρκεια ζωής τους.	Οι αρχές της πόλης έχουν διαπιστώσει από τότε που τέθηκε σε ισχύ η OST ότι πολλές εγκαταστάσεις ηλιακών συλλεκτών δεν λειτουργούν στη μέγιστη

<sup>22</sup>Πηγή:

[https://w110.bcn.cat/MediAmbient/Continguts/Vectors\\_Ambientals/Energia\\_i\\_qualitat\\_ambiental/Documents/Traduccions/PECQ\\_english\\_def01.pdf](https://w110.bcn.cat/MediAmbient/Continguts/Vectors_Ambientals/Energia_i_qualitat_ambiental/Documents/Traduccions/PECQ_english_def01.pdf)

		<p>απόδοση τους. Πολλές από αυτές της δυσλειτουργίες οφείλονται στην άγνοια των χρηστών για το πώς να αξιοποιούν αυτές τις εγκαταστάσεις. Το σχέδιο θα αποτελείται από δυο στάδια; στο πρώτο ο δήμος θα εκπαιδεύσει τους χρήστες ως προς την προληπτική συντήρηση και τα οικονομικά οφέλη των ηλιακών συλλεκτών και στο δεύτερο στάδιο θα αποδίδει πρόστιμα σε ιδιοκτήτες που αποδεδειγμένα κάνουν κακή χρήση των ηλιακών συστημάτων.</p>
<p><b>Πρόταση απλοποίησης των διαδικασιών σύνδεσης μικρών παραγωγικών μονάδων ΑΠΕ με το δίκτυο (ER03)</b></p>	<p>Να διευκολυνθεί η σύνδεση των PV εγκαταστάσεων με το ηλεκτρικό δίκτυο της Καταλονίας.</p>	<p>Μείωση της γραφειοκρατίας και του χρόνου που χρειάζεται από τις τοπικές αρχές για την εγκατάσταση μικρών μονάδων παραγωγής &lt;5kWp.</p>
<p><b>Προώθηση της εγκατάστασης PV μονάδων σε στέγες δημοσίων κτιρίων (ER04)</b></p>	<p>Να ενθαρρυνθεί η υλοποίηση φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων σε όλα τα κτίρια της κοινότητας.</p>	<p>Ίδρυση ενός website το οποίο θα παρέχει σε όλους τους ενδιαφερόμενους επενδυτές, εκτός από πληροφορίες, συμβουλευτικές υπηρεσίες με προϋπολογισμό της δυνατότητας παραγωγής της εγκατάστασης μαζί με απλούς οικονομικούς υπολογισμούς (κόστος, απόδοση κτλ.).</p>
<p><b>Ανοιχτή πλατφόρμα εποπτείας των ηλιακών θερμικών εγκαταστάσεων (STI) (ER10)</b></p>	<p>Στόχος αποτελεί η απόκτηση δεδομένων για την παραγόμενη ενέργεια, η αξιοποίηση των δεδομένων για μελλοντικές βελτιώσεις και παραχώρηση πρόσβασης των χρηστών σε αυτά για εξοικείωση τους με την λειτουργία τους και την εξοικονόμηση που προσφέρουν.</p>	<p>Εγκατάσταση του συστήματος εποπτείας των STI και λήψη δεδομένων για το STI ενδιαφέροντος, παραχώρηση δικαιώματος συνδεδεμένων χρηστών να έχουν πρόσβαση στα δεδομένα, συμμόρφωση με το νομοσχέδιο προστασίας δεδομένων και τέλος η πλατφόρμα πρέπει να μπορεί να είναι επεκτάσιμη από τους συντηρητές της.</p>

<p><b>Πιλοτικό σχέδιο για την κατασκευή μικρής κλίμακας πάρκου ανεμογεννητριών σε βιομηχανικές περιοχές (ER14).</b></p>	<p>Ενθάρρυνση ανάλογων πρωτοβουλιών σε περισσότερες βιομηχανικές και όχι μόνο εγκαταστάσεις.</p>	<p>Εγκαθίδρυση μιας διαδικασίας η οποία θα επιλύει πιθανές περιπλοκές μεταξύ των διαφόρων εμπλεκόμενων παραγόντων στην υλοποίηση τέτοιων έργων, κατάρριψη όλων των εμποδίων (κυρίως λόγω του πλαισίου δασμών) που αποθαρρύνουν μελλοντικούς επενδυτές και δοκιμή της τελικής διαδικασίας σε 5 κτίρια που έχουν δεχτεί να συμμετάσχουν εθελοντικά.</p>
---	--	---

Στον Πίνακα 4.2-4 που ακολουθεί καταγράφεται η συνολική αποτίμηση της υλοποίησης των έργων ΑΠΕ που έχουν προγραμματιστεί ως το 2020 από τις αρχές της πόλης.

**Πίνακας 4.2-4 Στοιχεία για το πρόγραμμα έργων ΑΠΕ που σχεδιάζει να υλοποιήσει η Βαρκελώνη ως το 2020.**

Αριθμός έργων	Πρόγραμμα	Κόστος [Μ€]	Παραγωγή ηλεκτρισμού [MWh/έτος]	Μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> [kg/έτος]	Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης <sup>23</sup>
14	Παραγωγή ΑΠΕ	33.50	8,545.55	3,753,831.23	7.4%

### 4.2.3.3 Βιωσιμότητα

Η Βαρκελώνη διαθέτει αρκετές εγκαταστάσεις συμπαραγωγής (αποδοτική και ταυτόχρονη παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας) οι οποίες χρησιμοποιούν κυρίως φυσικό αέριο ως καύσιμο. Οι εγκαταστάσεις αυτές παρήγαγαν 325 GWh για το έτος βάσης 2008. Η θερμότητα που παράγεται από τους σταθμούς συμπαραγωγής μπορεί να μεταφερθεί σε έναν μόνο καταναλωτή-για να καλύψει τις απαιτήσεις για θέρμανση ή ψύξη (πχ. βιομηχανικός καταναλωτής)- ή να διανεμηθεί μέσω του δικτύου θέρμανσης/ψύξης σε όλα τα τελικά σημεία της πόλης που είναι συνδεδεμένα σε αυτό (πχ. οικιακοί καταναλωτές).

Η Βαρκελώνη έχει αναπτύξει εδώ και χρόνια ένα υπόγειο δίκτυο κεντρικού κλιματικού ελέγχου για την αποδοτική παροχή θερμότητας και ψύξης στους

<sup>23</sup>Ο Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (EBA) ορίζεται ως το επιτόκιο που μηδενίζει την Καθαρά Παρούσα Αξία (ΚΠΑ). Στην πραγματικότητα ο EBA βοηθάει στην σύγκριση των αναμενόμενων μελλοντικών εσόδων από επενδύσεις, συμπεριλαμβανομένων και της επένδυσης της κατάθεσης σε τράπεζα ή σε αμοιβαία κεφάλαια με προσυμφωνημένο επιτόκιο. Η πιο επικερδής οικονομικά επένδυση θα είναι αυτή με τον μεγαλύτερο EBA.



συνδεδεμένους καταναλωτές. Για την ακρίβεια, ένα τέτοιο δίκτυο συναντάται στην συνοικία Forum και στο District 22@ το οποίο αξιοποιεί την υπολειπόμενη θερμότητα από την μονάδα επεξεργασίας λυμάτων στο Besos. Επιπλέον ένα ακόμη δίκτυο είναι υπό κατασκευή στην περιοχή Zona Franca και στην La Marina del Prat Vermell που θα αξιοποιεί τον υπολειπόμενο ψυχρό αέρα που θα προκύπτει από την μονάδα επαναεριοποίησης στο λιμάνι της Βαρκελώνης. Οι περισσότεροι χρήστες που είναι συνδεδεμένοι στο δίκτυο αυτό ανήκουν στον τομέα των υπηρεσιών ωστόσο όλο και περισσότερα δημόσια κτίρια γίνονται πελάτες του. Η αξιοποίηση της ενέργειας από τους σταθμούς συμπαραγωγής οδήγησε στην εξοικονόμηση 39,403 MWh/έτος και σε μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> κατά 7,076 τόνους/έτος. Στον Πίνακα 4.2-5 φαίνονται τα κύρια χαρακτηριστικά του δικτύου θέρμανσης/ψύξης της Βαρκελώνης.

Πίνακας 4.2-5 Τα χαρακτηριστικά του δικτύου θέρμανσης και ψύξης της Βαρκελώνης.<sup>24</sup>

<i>Χαρακτηριστικά του δικτύου θέρμανσης &amp; ψύξης της Βαρκελώνης</i>		
	<b>Forum</b>	<b>District 22@</b>
<i>Έκταση δικτύου(km)</i>	<b>4.3</b>	<b>7.7</b>
<i>Αριθμός πελατών</i>	<b>22</b>	<b>28</b>
<i>Λαμβανόμενη ισχύς θέρμανσης (kW)</i>	<b>22,415</b>	<b>14,793</b>
<i>Λαμβανόμενη ισχύς ψύξης (kW)</i>	<b>31,842</b>	<b>25,925</b>
<i>Ζητούμενη ισχύς θέρμανσης (kW)</i>	<b>14,482</b>	<b>6,685</b>
<i>Ζητούμενη ισχύς ψύξης (kW)</i>	<b>20,499</b>	<b>20,364</b>

Στον Πίνακα 4.2-6 έχουμε καταγράψει τα κύρια χαρακτηριστικά του υπό κατασκευή από το 2010 δικτύου στη Zona Franca και στο Vermell (περιοχή Ponent) το οποίο μόλις ολοκληρωθεί θα συνεισφέρει 67,060 MWh/έτος σε εξοικονόμηση ενέργειας και μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> κατά 13,412 τόνους/έτος.

Πίνακας 4.2-6 Τα κύρια χαρακτηριστικά του υπό κατασκευή δικτύου παροχής υπηρεσιών κλιματισμού στην περιοχή Ponent της Βαρκελώνης.<sup>25</sup>

<i>Χαρακτηριστικά του υπό κατασκευή δικτύου στο Ponent</i>	
<i>Σχεδιαζόμενο μήκος δικτύου [km]</i>	<b>8-10</b>
<i>Αναμενόμενη λαμβανόμενη ενέργεια θέρμανσης [kW]</i>	<b>90,000</b>
<i>Αναμενόμενη λαμβανόμενη ενέργεια ψύξη [kW]</i>	<b>94,000</b>
<i>Αναμενόμενη ζητούμενη ενέργεια θέρμανσης [MWh/έτος]</i>	<b>57,500</b>

<sup>24</sup>Πηγή:

[https://w110.bcn.cat/MediAmbient/Continguts/Vectors\\_Ambientals/Energia\\_i\\_qualitat\\_ambiental/Documents/Traduccions/PECQ\\_english\\_def01.pdf](https://w110.bcn.cat/MediAmbient/Continguts/Vectors_Ambientals/Energia_i_qualitat_ambiental/Documents/Traduccions/PECQ_english_def01.pdf)

<sup>25</sup>Πηγή:

[https://w110.bcn.cat/MediAmbient/Continguts/Vectors\\_Ambientals/Energia\\_i\\_qualitat\\_ambiental/Documents/Traduccions/PECQ\\_english\\_def01.pdf](https://w110.bcn.cat/MediAmbient/Continguts/Vectors_Ambientals/Energia_i_qualitat_ambiental/Documents/Traduccions/PECQ_english_def01.pdf)

Η Βαρκελώνη έχει επενδύσει πολλά στην αξιοποίηση των καιρικών συνθηκών στην στρατηγική της προσπάθεια της για εξοικονόμηση ενέργειας. Η ηλιακή ενέργεια είναι η κύρια ανανεώσιμη πηγή στην πόλη, και ιδιαίτερα η ηλιακή θερμική ενέργεια η οποία αντιστοιχεί στο 52% της συνολικής κατανάλωσης από ΑΠΕ. Αυτό οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στην λεγόμενη Διάταξη Ηλιακής Θερμότητας (Solar Thermal Ordinance-OST) που εισήχθη στην πόλη το 1999 και η οποία καθιστούσε πλέον υποχρεωτική την παρουσία ηλιακών συλλεκτών για την κάλυψη αναγκών σε ζεστό νερό σε όλα τα καινούργια κτίρια αλλά και αυτά υπό ανακαίνιση. Επιπλέον, το 2002, το διοικητικό συμβούλιο της πόλης ενέκρινε το Σχέδιο Ενεργειακής Βελτίωσης της Βαρκελώνης (PMEB) το οποίο έθετε ως στόχο η συνολική εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών στην πόλη να φτάσει τα 96,300 m<sup>2</sup> ως το 2010. Ως αποτέλεσμα της υλοποίησης του OST, ως τις 31 Δεκεμβρίου του 2008, 1,226 κτίρια είχαν εγκαταστήσει ηλιακούς συλλέκτες με συνολική επιφάνεια 65,506 m<sup>2</sup>. Τα αποτελέσματα των PMEΒ και PECQ δεν έχουν ακόμη δημοσιοποιηθεί.

Παράλληλα με την προώθηση όλο και περισσότερο της OST, στην περιοχή της Vallbona, βρίσκεται υπό εξέλιξη ένα σχέδιο αστικής μεταμόρφωσης της περιοχής με την κατασκευή 2,120 κατοικιών. Στόχος είναι η ενεργειακή ζήτηση της πόλης να ελαχιστοποιηθεί με όσο το δυνατόν περισσότερους τρόπους αλλά κυρίως με την επίτευξη πολύ υψηλού δείκτη ηλιακής δυναμικότητας<sup>26</sup> στις περισσότερες κατευθύνσεις, με μέση τιμή 84% κατά τους θερινούς μήνες και 65% κατά τους χειμερινούς. Οι ανάγκες για ζεστό νερό θα καλύπτονται από την εγκατάσταση 10,570 m<sup>2</sup> θερμικών ηλιακών πάνελ κενού. Αυτά τα πάνελ θα καλύπτουν το 36% της συνολικής επιφάνειας των στεγών των κτιρίων και θα συνδέονται στο δίκτυο κεντρικής ψύξης/θέρμανσης της πόλης. Συνολικά, η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας και η σύνδεση στο δίκτυο θα καλύψει το 72% των συνολικών αναγκών για θέρμανση και ψύξη των κτιρίων οδηγώντας σε εξοικονόμηση πρωταρχικής μορφής ενέργειας κατά 58%. Αυτό το σύστημα που θα υλοποιηθεί στην Vallbona θα βοηθήσει στην επίτευξη του στόχου όλα τα νέα κτίρια στην συνοικία να έχουν σε ποσοστό 90% πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης επιγραφής «B» και το υπόλοιπο 10% επιγραφής «A».

Στον Πίνακα 4.2-7 έχουν συγκεντρωθεί κάποια από τα έργα που σχεδιάζει να υλοποιήσει η Βαρκελώνη ως το 2020.

**Πίνακας 4.2-7 Έργα που σχεδιάζει να υλοποιήσει ο δήμος της Βαρκελώνης ως το 2020 για την επίτευξη ενός βιώσιμου μοντέλου ανάπτυξης.**

<b>Τίτλος Έργου</b>	<b>Στόχος</b>	<b>Περιγραφή</b>
<b>Προώθηση της</b>	<b>Βελτίωση της ενεργειακής</b>	<b>Εγκατάσταση μονάδων</b>

<sup>26</sup> Ο δείκτης ηλιακής δυναμικότητας (Solar Capacity Index, SCI) είναι ένας δείκτης ο οποίος μετράει τις ώρες της απευθείας ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει στο κτίριο σε σύγκριση με το ιδεατό μέγιστο που θα μπορούσε να προσπίπτει (χωρίς την επισκίαση από το ίδιο ή από τα περιβάλλοντα κτίρια).

<p><b>συμπαραγωγής στον βιομηχανικό κλάδο (IND 5)</b></p>	<p>απόδοσης στον βιομηχανικό τομέα και αύξηση της κατανεμημένης ενεργειακής παραγωγής.</p>	<p>συμπαραγωγής που θα αποδίδουν χρήσιμη θερμική ενέργεια στις διάφορες βιομηχανικές διαδικασίες. Αυτά τα σχέδια είναι τεχνικά και οικονομικά βιώσιμα και αποτελούν εταιρικές επενδύσεις.</p>
<p><b>Εγκατάσταση ενός συστήματος τριπλής παραγωγής (θερμότητα, ψύξη, ηλεκτρισμός) σε μεγάλα ξενοδοχεία αντί της ανακαίνισης υπάρχοντος απαρχαιωμένου εξοπλισμού (COM2).</b></p>	<p>Να προωθήσει το σύστημα τριπλής παραγωγής (CCHP) στα μεγάλα ξενοδοχεία για βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, μείωση των εκπομπών CO2 και αύξηση της εξοικονομησης ενέργειας.</p>	<p>Το σχέδιο θα αφορά τα υπό κατασκευή ξενοδοχεία και υπό λειτουργία. Η επένδυση μπορεί να καλυφθεί από τον ιδιοκτήτη ή από εξωτερικές εταιρείες παροχής ενεργειακών υπηρεσιών.</p>
<p><b>Δημιουργία ενός ενιαίου ρυθμιστικού πλαισίου για το δίκτυο θέρμανσης/ψύξης για τον εμπορικό και τον τομέα των υπηρεσιών (COM1).</b></p>	<p>Να αποφευχθεί η σπατάλη ενέργειας, να μειωθούν οι εκπομπές CO2 και να ευαισθητοποιηθεί περαιτέρω το κοινό.</p>	<p>Θα επηρεάσει την λειτουργία του ανοιγοκλεισιματος θυρών των καταστημάτων.<sup>27</sup> Το έργο θα συνοδευτεί και από καμπάνια ενημέρωσης του κοινού και των ιδιοκτητών καταστημάτων για την αντιμετώπιση του δικτύου ψύξης/θέρμανσης της πόλης.</p>

#### 4.2.3.4 Σχετικές υποδομές- Ενέργεια & ICT

Στην προσπάθεια της να μετατραπεί σε έξυπνη πόλη, η Βαρκελώνη προσπαθεί να αξιοποιήσει στο μέγιστο τις δυνατότητες που της προσφέρουν οι ΤΠΕ. Στην ενότητα αυτή παρατίθενται μερικές από τις σημαντικότερες δράσεις και εφαρμογές αξιοποίησης των ΤΠΕ στην πόλη οι οποίες καταδεικνύουν την διεύρυνση τους σε πληθώρα διαφορετικών τομέων.

- Στο πλαίσιο επίτευξης μεγαλύτερης ενεργειακής απόδοσης η Βαρκελώνη ανέπτυξε ένα πρόγραμμα για την εγκατάσταση έξυπνων μετρητών σε διάφορες περιοχές της. Μέχρι στιγμής πάνω από 19,500 έξυπνοι μετρητές αξιοποιούνται στο ολυμπιακό χωριό για μέτρηση ενεργειακής κατανάλωσης και περίπου άλλοι 50 αισθητήρες έχουν τοποθετηθεί σε διάφορα σημεία της συνοικίας Eixample για την μέτρηση του χρόνου μετακινήσεων εντός της πόλης.

<sup>27</sup>Σε πολλές περιπτώσεις έχει παρατηρηθεί ότι τις διατηρούν ανοιχτές ενώ ταυτόχρονα χρησιμοποιούν το δίκτυο θέρμανσης/ψύξης της πόλης για τον κλιματισμό των χώρων.

- Η Βαρκελώνη ανέπτυξε ένα σχέδιο το 2012 το οποίο περιλαμβάνει ένα σύνολο από δράσεις για τον τηλεχειρισμό του φωτισμού των δρόμων της πόλης. Σήμερα το 50% του δημόσιου φωτισμού είναι τηλεδιαχειριζόμενο και συνολικά 1,228 ηλεκτρικοί πίνακες Παράλληλα ο δήμος πέτυχε την μετατροπή 50 οδών και συνολικά 1,155 λαμπτήρων σε τεχνολογία LED.
- Το δίκτυο οπτικών ινών της πόλης έφτασε πλέον τα 375km προσφέροντας 100% κάλυψη οπτικής ίνας μέχρι την κατοικία (Fiber To The Home-FTTH).
- Η Βαρκελώνη διαθέτει 374 σύνολα ελεύθερης πρόσβασης σε δεδομένα και 721 σημεία πρόσβασης στο ασύρματο δίκτυο.
- Αυτή τη στιγμή λειτουργούν συστήματα BEMS σε 27 δημόσια κτίρια και άλλα 28 είναι υποψήφια για υιοθέτηση συστημάτων ενεργειακής εποπτείας.
- 70 διακοσμητικά συντριβάνια ελέγχονται εξ αποστάσεως καθώς και 35 κυλιόμενες σκάλες και 34 ανελευστήρες. Το 40% των πάρκων της πόλης διαθέτουν αυτόματο σύστημα πότισης.
- Η πόλη έχει υιοθετήσει πολιτική ανοιχτής διακυβέρνησης (open government) για να κάνει πιο διαφανείς τις δραστηριότητες της στους πολίτες αρχίζοντας από την αξιοποίηση 44 ψηφιακών περιπτέρων που θα παρέχουν πληροφορίες στους πολίτες και την ίδρυση ενός πόρταλ ανοιχτών δεδομένων για όλους το 2010.

Επιπλέον, τα τελευταία χρόνια η Βαρκελώνη έχει αναπτύξει πληθώρα εφαρμογών για έξυπνα κινητά και ταμπλέτες τα οποία παρέχουν διάφορες υπηρεσίες στους πολίτες. Πολλές από τις εφαρμογές αυτές αναπτύχθηκαν από τους ίδιους τους κατοίκους της πόλης με προκύρηξη διαγωνισμού και χρηματικό έπαλθο στους νικητές. Στο Σχήμα 4.2-10 που ακολουθεί δεν παρατίθενται παρά μόνο ένας πολύ μικρός αριθμός από τα πιο διαδεδομένα από αυτά:



Στο Grec μπορεί να βρει κανείς πληροφορίες σχετικά με το φεστιβάλ της Βαρκελώνης. Η αναζήτηση μπορεί να γίνει ανάλογα με το event (θέατρο, μουσική, χορός) ή με τη μέρα και την ώρα. Παρέχει πρόσβαση σε online εισιτήρια και σε χάρτες για τον εντοπισμό της τοποθεσίας και του κοντινότερου μέσου μεταφοράς.



Η TMBapp είναι μια νέα εφαρμογή που επιτρέπει στον χρήστη πρόσβαση σε όλες τις πληροφορίες για την λειτουργία του μετρό και των λεοφωρείων της Βαρκελώνης από το κινητό του.



Η Farmaguia είναι μια εφαρμογή αναζήτησης των κοντινότερων φαρμακείων από την τοποθεσία του χρήστη στην περιοχή της Βαρκελώνης. Η εφαρμογή διαθέτει επιπλέον έναν μεταφραστή συμπτωμάτων σε 18 γλώσσες.



Η εφαρμογή Transit παρέχει ενημέρωση για τις συνθήκες οδικής κυκλοφορίας της πόλης διαθέτοντας και εικόνες που έχουν ληφθεί από κάμερες ελέγχου της κυκλοφορίας.



Με την εφαρμογή Bus Turistic μπορείς να εντοπίσεις τα πιο εμβληματικά μνημεία της πόλης επιλέγοντας την στάση που είναι κοντινότερα στον χρήστη και στο σημείο ενδιαφέροντος.

**Σχήμα 4.2-10** Ορισμένες από τις πιο διαδεδομένες εφαρμογές για έξυπνα κινητά που παρέχει η Βαρκελώνη στους πολίτες και στους επισκέπτες.<sup>28</sup>

Τέλος, στον Πίνακα 4.2-8 έχουμε καταγράψει μερικά από τα σχέδια που πρόκειται να υλοποιήσει η πόλη για την περαιτέρω διεύρυνση των ΤΠΕ στις διάφορες υπηρεσίες της ως το 2020.

<sup>28</sup>Πηγή: [www.bcn.cat/mobilephoneservices](http://www.bcn.cat/mobilephoneservices)

Πίνακας 4.2-8 Καταγραφή ορισμένων από τα προς υλοποίηση σχέδια του δήμου της Βαρκελώνης ως το 2020.<sup>29</sup>

Τίτλος έργου	Στόχος	Περιγραφή
<b>Μονάδες καταγραφής ενεργειακής κατανάλωσης εντός των κατοικιών (RES1)</b>	<i>Η εκπαίδευση των κατοίκων στην ενεργειακή κατανάλωση και προώθηση των καλύτερων πρακτικών για την μείωση της ηλεκτρικής κατανάλωσης στα σπίτια.</i>	<i>Επιδιώκεται η προώθηση των ηλεκτρονικών συσκευών που απεικονίζουν την ενεργειακή κατανάλωση του σπιτιού. Το GooglePowerMeter είναι ένα τέτοιο παράδειγμα το οποίο διατίθεται σε ανταγωνιστική τιμή και επιπλέον επιτρέπει τη σύνδεση σε βάσεις δεδομένων. Ο δήμος θα εγκαταστήσει τέτοιες συσκευές σε επιλεγμένα σπίτια για μια περίοδο 2-4 εβδομάδων. Τα δεδομένα που θα είναι προσβάσιμα από υπολογιστή και ένοικοι θα μπορούν να παρακολουθούν τα πρότυπα κατανάλωσης τους. Μετά την πάροδο της καθορισμένης περιόδου, ένας ειδικός σύμβουλος σε θέματα ενεργειακής απόδοσης θα επισκεφτεί την κατοικία, θα αναλύσει τις μετρήσεις και θα δώσει συμβουλές εξοικονομησης ενέργειας στον ένοικο.</i>
<b>Πλήρες σύστημα εποπτείας κτιρίων του οικιακού τομέα για την ενεργειακή τους απόδοση.</b>	<i>Να ενσωματωθεί σε ένα ενιαίο πρωτόκολλο η εποπτεία του οικιακού τομέα για την σωστή υλοποίηση μέτρων ενεργειακής απόδοσης και ΑΠΕ.</i>	<i>Δημιουργία ενός ενιαίου, κεντρικού, δημόσιου συστήματος εποπτείας και επίβλεψης των κτιρίων ανεξαρτήτως αν πρόκειται για νεόκτιστα κτίρια ή για ήδη υπάρχοντα. Αρχικά το σύστημα θα επιβλέπει: την σωστή υλοποίηση και λειτουργία του OST, την σωστή επίδοση των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων, την σωστή</i>

<sup>29</sup>Πηγή:

[https://w110.bcn.cat/MediAmbient/Continguts/Vectors\\_Ambientals/Energia\\_i\\_qualitat\\_ambiental/Documents/Traduccions/PECQ\\_english\\_def01.pdf](https://w110.bcn.cat/MediAmbient/Continguts/Vectors_Ambientals/Energia_i_qualitat_ambiental/Documents/Traduccions/PECQ_english_def01.pdf)



**Ενημέρωση σε πραγματικό χρόνο για την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα και διεξαγωγή προβλέψεων (GE03)**

Η δημιουργία μιας πλατφόρμας η οποία θα προβλέπει τις μέρες, τις ώρες καθώς τα σημεία της πόλης όπου θα υπάρχει υψηλή συγκέντρωση ρύπων και θα ενημερώνει τις ομάδες υψηλού κινδύνου όπως οι πάσχοντες από άσθμα ή οι άνθρωποι που αντιμετωπίζουν αναπνευστικά προβλήματα.

αντικατάσταση/εγκατάσταση μέτρων ενεργειακής απόδοσης σε σπίτια (κουφώματα, μόνωση, συσκευές) τα οποία έχουν λάβει οικονομικές διευκολύνσεις από τον δήμο.

Σήμερα πολλές πόλεις (Λονδίνο, Κοπεγχάγη, Πεκίνο, Βιέννη, κτλ.) διαθέτουν ήδη μοντέλα πρόβλεψης της ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα βασισμένα σε μοντέλα διασποράς ρύπων, πρόβλεψης καιρού και άλλων ρύπων όπως O<sub>3</sub> αλλά και λαμβάνοντας υπόψη την καταγραφή των εκπομπών CO<sub>2</sub>. Αυτά τα μοντέλα επιτρέπουν την ενημέρωση των πολιτών μέσω του διαδικτύου ή SMS ή οθωνών στους δρόμους για τα σημεία της πόλης όπου ο κίνδυνος είναι υψηλός για άτομα με αναπνευστικά προβλήματα. Το έργο θα υλοποιήσει έναν διαδικτυακό τόπο το οποίο θα μπορούν να συμβουλευθούν όλοι οι πολίτες και ο οποίος θα παράγει προβλέψεις για διαστήματα έως τριών ημερών.

**Εισαγωγή συστήματος εποπτείας των δημοτικών εγκαταστάσεων-Σύστημα ενεργειακής διαχείρισης (PU05)**

Να εισαχθεί ένα σύστημα το οποίο βελτιώνει την απόδοση και θα επιτρέπει την εξοικονόμηση ενέργειας στο σύστημα φωτισμού των δημοτικών κτιρίων.

Αυτό το σύστημα θα ανήκει στην κατηγορία BEMS, καθώς θα παρουσιάζει την ενεργειακή κατανάλωση στα κτίρια σε πραγματικό χρόνο, θα ανιχνεύει αποκλίσεις και θα λαμβάνει διορθωτικές δράσεις. Η εποπτεία επιτρέπει να γίνονται ανά πάσα στιγμή διαθέσιμες οι τιμές της ενεργειακής κατανάλωσης όλων των κτιρίων και σε



άλλους φορείς όπως το Πρακτορείο Ενέργειας της Βαρκελώνης, το οποίο θα μπορεί να εντοπίζει διαρροές και να προτείνει επενδύσεις για βελτίωση. Εξετάζεται η υποχρεωτική σύνδεση όλων των καινούριων δημοτικών κτιρίων στο σύστημα.

### 4.3 Αξιολόγηση της Βαρκελώνης

Στην προηγούμενη ενότητα παρατέθηκαν κάποια από τα βασικά στοιχεία και πληροφορίες για την έξυπνη πόλη της Βαρκελώνης. Στον Πίνακα 4.3-1 που ακολουθεί έχουμε καταγράψει την συνολική εικόνα της πόλης μαζί με την βαθμολόγηση των επιδόσεων της σε κάθε άξονα της μεθοδολογίας που παρουσιάστηκε στο κεφάλαιο 3. Πρέπει να τονιστεί σε αυτό το σημείο ότι η αξιολόγηση κάθε πόλης γίνεται με βάση στοιχεία και δεδομένων που υπάρχουν διαθέσιμα στο διαδίκτυο και είναι προσβάσιμα από κάθε χρήστη.

Πίνακας 4.3-1 Η συνολική επίδοση της Βαρκελώνης ως έξυπνη πόλη.

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΠΙΔΟΣΗ ΤΗΣ ΒΑΡΚΕΛΩΝΗΣ			
Πυλώνας	Άξονας	Δείκτης	Επίδοση
Στρατηγική	Βαθμός φιλοδοξίας	Στόχος μείωσης εκπομπών CO <sub>2</sub> ως το 2020	20%
		Στόχος μείωσης ενεργειακής κατανάλωσης ως το 2020	18.50%
		Ποσοστό ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ως το 2020	0.87%
	Αποδοτικότητα στην επίτευξη στόχων	Μεσοπρόθεσμα αποτελέσματα για την μείωση των εκπομπών CO <sub>2</sub>	-
		Μεσοπρόθεσμα αποτελέσματα για την μείωση της κατανάλωσης ενέργειας	-
		Μεσοπρόθεσμα αποτελέσματα για το ποσοστό ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση	-

<b>Ενεργειακό Προφίλ</b>	<b>Ενεργειακή οικονομία &amp; προγραμματισμός</b>	Συνολικές χρηματικές δαπάνες για ενέργεια Βαθμός εναλλαγής μεταξύ παρόχων ενέργειας Συνολικό κεφάλαιο που διατείνεται για ΑΠΕ και ενεργειακή απόδοση	11,938,000 €/έτος «υψηλός» 194,722,000 €	
	<b>Ένταση ενεργειακής κατανάλωσης</b>	Κατά κεφαλήν ενεργειακή κατανάλωση Ποσοστό αερίου/πετρελαίου στο ενεργειακό μείγμα Ποσοστό ηλεκτρισμού στο ενεργειακό μείγμα	10.52 MWh/έτος 32.1/22.2 44.3	
	<b>Παραγωγή ενέργειας μέσω ΑΠΕ</b>	Ένταση παραγωγής μέσω ΑΠΕ	0.57%	
	<b>Βιωσιμότητα</b>	Ικανότητα αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας (θερμική, ηλεκτρική) Συμπαράγωγή θερμότητας/ηλεκτρισμού Αξιοποίηση καιρικών συνθηκών για βελτιστοποίηση της ενεργειακής επίδοσης	«χαμηλή» 325GWh/έτος «υψηλή»	
	<b>Ενέργεια &amp; ΤΠΕ</b>	<b>Βαθμός ενσωμάτωσης αυτοματισμών, έξυπνων μετρητών &amp; ΤΠΕ</b>	Συστήματα εποπτείας και BEMS	«υψηλός»
		<b>Συστήματα πρόβλεψης</b>	Συστήματα πρόβλεψης	«χαμηλός»
<b>Αξιοποίηση των μέσων κοινωνικής δικτύωσης</b>		Αξιοποίηση των μέσων κοινωνικής δικτύωσης	«χαμηλή»	

Βάση του παραπάνω πίνακα:

- Για τον άξονα *αποδοτικότητα στην επίτευξη στόχων* δίπλα στους δείκτες τα κελιά του πίνακα έχουν συμπληρωθεί με «-». Αυτό οφείλεται στην δυσκολία εύρεσης δεδομένων το οποία να καταγράφουν τα αποτελέσματα από την πορεία ολοκλήρωσης του προγράμματος PECQ που έχει εκπονήσει ο δήμος της Βαρκελώνης για να πετύχει τους στόχους του. Τα στοιχεία αυτά από την μέχρι τώρα έρευνα δεν φαίνεται να υπάρχουν διαθέσιμα στις προσβάσιμες βάσεις δεδομένων της πόλης.
- Στον δείκτη *βαθμός εναλλαγής μεταξύ παρόχων ενέργειας* η Βαρκελώνη έχει λάβει υψηλή βαθμολογία και ο λόγος είναι γιατί η πόλη διαθέτει τρεις παρόχους ηλεκτρικής ενέργειας αριθμός ικανός να εξασφαλίσει σημαντική αξιοπιστία στο σύστημα. Επιπλέον, εκτός του δικτύου αγωγών για την παροχή φυσικού αερίου διαθέτει και σταθμό αποθήκευσης υγροποιημένου φυσικού αερίου γεγονός που αυξάνει περαιτέρω την ασφάλεια της τροφοδοσίας της.
- Στον άξονα *βιωσιμότητα* η Βαρκελώνη έλαβε χαμηλή βαθμολογία στον πρώτο δείκτη γιατί δεν έχει αναπτύξει σε ικανοποιητικό βαθμό εγκαταστάσεις αποθήκευσης ενέργειας με εξαίρεση κάποια σποραδικά έργα εγκατάστασης υδροηλεκτρικών και τελευταίως την τοποθέτηση ηλιακών συλλεκτών τα οποία θα αποθηκεύουν θερμότητα και θα παράγουν ηλεκτρική ενέργεια όταν θα χρειάζεται. Ωστόσο η Βαρκελώνη έχει ένα εκπληκτικά ανεπτυγμένο υπόγειο δίκτυο (το οποίο σχεδιάζει να επεκτείνει περαιτέρω) θέρμανσης/ψύξης το οποίο τροφοδοτείται από πλείστες μονάδες συμπαραγωγής, τον αριθμό των οποίων σχεδιάζει να υπερδιπλασιάσει ως το 2020. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο έλαβε υψηλή βαθμολογία στον δεύτερο δείκτη ενώ η υψηλή βαθμολογία στον τρίτο δείκτη οφείλεται στην μεγάλη διάδοση του OST γεγονός που έχει συνεισφέρει σε τεράστια εξοικονόμηση ενέργειας στην πόλη.
- Τέλος στον πυλώνα Ενέργεια και ΤΠΕ, η Βαρκελώνη έχει αξιοποιήσει επαρκώς τις εφαρμογές ΤΠΕ για την ενεργειακή βελτιστοποίηση των δημοτικών εγκαταστάσεων, ειδικά στον τομέα των BEMS, στον δημόσιο φωτισμό στις εφαρμογές έξυπνων κινητών που διευκολύνουν τη ζωή των κατοίκων στη πόλη και της ηλεκτρονικής διακυβέρνησης. Ωστόσο, με εξαίρεση το σύστημα πρόβλεψης συγκεντρώσεων ρύπων στην πόλη για την διευκόλυνση των ευαίσθητων πληθυσμιακών ομάδων, τα συστήματα πρόβλεψης δεν έχουν διεισδύσει επαρκώς ούτε έχουν αξιοποιηθεί ιδιαίτερα τα δεδομένα από τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης για τον βέλτιστο ενεργειακό προγραμματισμό των αστικών εγκαταστάσεων. Για αυτούς τους λόγους η βαθμολογία της πόλης σε αυτούς τους δείκτες είναι στην χαμηλή βαθμίδα.

#### 4.4 Η περίπτωση του Άμστερνταμ

Το σχέδιο του Άμστερνταμ να μετασχηματιστεί σε έξυπνη πόλη ξεκίνησε ως πρωτοβουλία του οικονομικού συμβουλίου της πόλης, των δημοτικών αρχών, της

Liander<sup>30</sup> και της KPN<sup>31</sup>. Η έξυπνη πόλη του Άμστερνταμ (Amsterdam Smart City-ASC) σήμερα αποτελεί μια μοναδική συνεργασία 70 φορέων μεταξύ των οποίων ερευνητικά κέντρα, πανεπιστήμια, επιχειρήσεις, κυβερνητικές αρχές αλλά και οι ίδιοι οι κάτοικοι της πόλης. Στόχος όλων αυτών των φορέων είναι η δημιουργία μιας πόλης η οποία επενδύοντας στο ανθρώπινο κεφάλαιο και στις υποδομές της μπορεί να πυροδοτήσει μια βιώσιμη οικονομική ανάπτυξη σε συνδυασμό με υψηλό επίπεδο διαβίωσης και αποδοτική χρήση των φυσικών πόρων. Τα τελευταία τρία χρόνια, η μητροπολιτική περιοχή του Άμστερνταμ έχει κάνει πολλά πετυχημένα βήματα προς την μετατροπή της σε έξυπνη πόλη.

Το ASC σχεδιάστηκε για να επιταχύνει τις προσπάθειες που βρίσκονταν ήδη σε εξέλιξη στην πόλη στο πλαίσιο των προγραμμάτων δράσης στους τομείς της ενέργειας και της κλιματικής αλλαγής. Το ASC βασίζεται σε τρεις θεμελιώδεις αρχές:

- *Συλλογική προσπάθεια:* η επιτυχία του σχεδίου εναπόκειται στην αρμονική συνεργασία των ιδιωτών εταίρων, των δημοσίων εταίρων, της κυβέρνησης και του κάθε πολίτη ξεχωριστά.
- *Οικονομική βιωσιμότητα:* μόνο οι οικονομικά βιώσιμες (για όλους τους ενδιαφερόμενους) πρωτοβουλίες θα εφαρμοστούν σε μεγάλα κλίμακα στην πόλη και επομένως θα έχουν αντίκτυπο στην μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub>. Τα οικονομικά μη βιώσιμα έργα δεν θα υιοθετηθούν ευρέως.
- *«Η τεχνολογία ωθεί/η ζήτηση έλκει»:* οι αλλαγές στην συμπεριφορά των πολιτών δημιουργούν ζήτηση για περισσότερη βιώσιμη τεχνολογία, ενώ η εφαρμογή περισσότερης καινοτόμας τεχνολογίας δημιουργεί ώθηση προς μια πιο βιώσιμη συμπεριφορά [37].

---

<sup>30</sup> Η Liander είναι ο μεγαλύτερος προμηθευτής ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου στην Ολλανδία και διαχειριστής του μεγαλύτερου μέρους του ηλεκτρικού δικτύου της χώρας. Διανέμει ηλεκτρική ενέργεια και φυσικό αέριο σε συνολικά 2.9 εκ. και 2.3 εκ. πελάτες αντίστοιχα εντός περιοχής που ξεπερνά το ένα τρίτο της χώρας.

<sup>31</sup> Η KPN είναι η κορυφαία εταιρεία παροχής υπηρεσιών τηλεπικοινωνίας και πληροφοριών στην Ολλανδία προσφέροντας ασύρματη τηλεφωνία, διαδίκτυο και τηλεόραση στους πελάτες της.



Σχήμα 4.4-1 Παράγοντες δημιουργίας του έξυπνου Άμστερνταμ.<sup>32</sup>

#### 4.4.1 Το προφίλ της πόλης

Το Άμστερνταμ είναι η πρωτεύουσα της Ολλανδίας με πληθυσμό 810,909 και 1,571,234 συνολικά στην ευρύτερη μητροπολιτική περιοχή. Ο δήμος του Άμστερνταμ είναι μια περιοχή με έκταση 210.32 km<sup>2</sup>. Πρόκειται για μια πόλη παγκόσμιο κόμβο σε αγαθά, πληροφορίες και ανθρώπινο δυναμικό. Ταυτόχρονα έχει ανακηρυχθεί τέταρτη στην λίστα με τις ευρωπαϊκές πρωτεύουσες που αποτελούν τα καλύτερα κέντρα εμπορικών συναλλαγών και δέκατη παγκοσμίως [38].

Πάνω από 1,800 πολυεθνικές εταιρείες είναι εγκατεστημένες στο Άμστερνταμ όπως οι Hitachi, LG, General Electric, Mattel, Tesla Motors, HP, και πολλές άλλες καθώς η πόλη αυτή προσφέρει ένα δίκτυο επαγγελματικών υπηρεσιών σχεδιασμένο να παρέχει βοήθεια σε παγκοσμίας εμβέλειας επιχειρήσεις ως προς την Ευρωπαϊκή τους στρατηγική. Ο εξωστρεφής και διεθνής προσανατολισμός της πόλης την έχουν μετατρέψει σε ελκυστικό προορισμό εταιρειών διεθνώς χάρης και στο ευέλικτο, πολύγλωσσο και υψηλά καταρτισμένο και εκπαιδευμένο εργασιακό δυναμικό της. Το 35% του εργατικού δυναμικού του Άμστερνταμ απασχολείται σε ξένες εταιρείες [39].

Στον πίνακα 4.4-1 που ακολουθεί παρατίθενται ορισμένα από τα βασικά στοιχεία της πόλης του Άμστερνταμ.

Πίνακας 4.4-1 Καταγραφή των κυριότερων δεδομένων για την πόλη του Άμστερνταμ.<sup>33</sup>

Πληθυσμός	810,909
-----------	---------

<sup>32</sup>Πηγή: [www.amsterdamsmartcity.com](http://www.amsterdamsmartcity.com)

<sup>33</sup>Πηγή: [http://www.siemens.com/press/pool/de/events/corporate/2009-12/Cop15/European\\_Green\\_City\\_Index.pdf](http://www.siemens.com/press/pool/de/events/corporate/2009-12/Cop15/European_Green_City_Index.pdf)

Γεωγραφική έκταση	210.32 km <sup>2</sup>
Κατά κεφαλήν εκπομπές CO <sub>2</sub>	6.66 τόνοι/έτος
Κατά κεφαλήν ενεργειακή κατανάλωση	20.7 MWh/έτος
Ποσοστό ΑΠΕ στην τελική ενεργειακή κατανάλωση	5.8%
Συνολικό ποσοστό κατοίκων που μετακινούνται με τα ΜΜΜ, το ποδήλατο ή τα πόδια	62%
Κατά κεφαλήν ετήσια κατανάλωση νερού	53.47 m <sup>3</sup>
Ποσοστό απορριμάτων που ανακυκλώνεται	43%
Εκπομπές CO <sub>2</sub> ανά μονάδα ΑΕΠ	150.48 g/€
Ενεργειακή κατανάλωση ανά μονάδα ΑΕΠ	1.68 MJ/€
Ενεργειακή κατανάλωση από τον οικιακό τομέα	720.34 MJ/m <sup>2</sup>
Μήκος ποδηλατοδρόμων	2.75 km/km <sup>2</sup>
Μήκος δικτύου μαζικής μεταφοράς	3.24 km/km <sup>2</sup>
Κατά κεφαλήν παραγωγή απορριμάτων ανά έτος	487.07 kg
Σημεία φόρτισης ηλεκτρικών αυτοκινήτων	650 (και αυξάνεται)

## 4.4.2 Στρατηγική

### 4.4.2.1 Βαθμός φιλοδοξίας

Το Άμστερνταμ έχει μια από τις χειρότερες επιδόσεις σε εκπομπές CO<sub>2</sub>/κάτοικο, 6.66 τόνοι όπως καταγράφεται και στον Πίνακα 4.4-1, που είναι αρκετά πάνω από τον ευρωπαϊκό μέσο όρο (περίπου 5 τόνοι/κάτοικο) [34], ενώ σε σύγκριση με την Βαρκελώνη έχει υπερδιπλάσιες εκπομπές (μόλις 2.51 τόνοι/κάτοικο). Για τον λόγο αυτόν, το Άμστερνταμ έχει εκπονήσει την υλοποίηση ενός στρατηγικού σχεδίου που στοχεύει σε μια επιθετική μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> στην πόλη κατά 40% ως το 2025 ή κατά 34.29% ως το 2020 επιλέγοντας ως έτος βάσης το 1990. Ο στόχος αυτός είναι κατά πολύ μεγαλύτερος από τον στόχο για μείωση κατά 20% που έχει θέσει η Ευρωπαϊκή στρατηγική «20-20-20». Το Άμστερνταμ όμως δεν σχεδιάζει να σταματήσει εκεί, αλλά ανεβάζει ακόμη περαιτέρω τον πήχη για μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> κατά 75% (σε σχέση με το 1990) ως το 2040 [40]. Στο Σχήμα 4.4-2 βλέπουμε τους στόχους που έχουν τεθεί για την μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> στην πόλη του Άμστερνταμ.

Στις συνολικές εκπομπές της πόλης το 2012, οι δημόσιες υπηρεσίες συνεισέφεραν περίπου το 1.5% ή 68,000 τόνους συνολικά. Το 2013, το Δημοτικό Γραφείο Στέγασης, η Υπηρεσία ΤΠΕ, η Υπηρεσία Μεταφορών και Οδικής Κυκλοφορίας και το Γραφείο Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής δημιούργησαν από κοινού ένα σχέδιο δράσης για να μειώσουν τις εκπομπές CO<sub>2</sub> του δημοσίου τομέα στους 37,000 τόνους ως το 2025 (Σχήμα 4.4-3). Για να επιτευχθεί ο στόχος αυτός το σχέδιο δράσης έχει καταρτιστεί γύρω από πέντε πυλώνες:

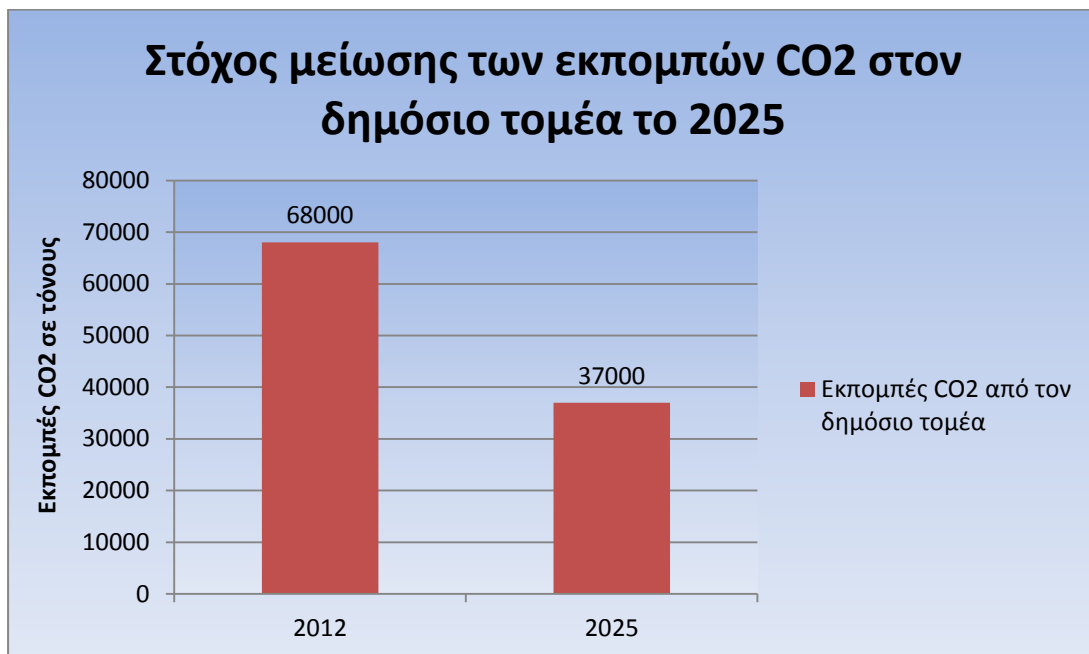
- Γραφεία: μειώνοντας τον χώρο όπου θα διεξάγεται η εργασία στις υπηρεσίες των δήμων μέσω ευέλικτης μετακίνησης των υπαλλήλων εντός των κτιρίων υπολογίζεται πως μπορούν να εκοινομηθούν 5,325 τόνοι CO<sub>2</sub> ετησίως. Επιπλέον μέσω της εισαγωγής συστημάτων ενεργειακής εποπτείας, διαχείρισης και συντήρησης και ανακαίνισης του δημαρχείου της πόλης αναμένεται να εξοικονομηθούν επιπλέον 2,080, 540 και 1950 τόνοι αντίστοιχα.
- Δημόσιος φωτισμός: μέσω της εισαγωγής τεχνολογίας LED σε κτίρια και δρόμους ο δήμος υπολογίζει μείωση των εκπομπών κατά 13,000 τόνους ετησίως.
- Δημοτικός στόλος οχημάτων: ο δήμος σχεδιάζει την αγορά ηλεκτρικών αυτοκινήτων και την αντικατάσταση παλαιάς τεχνολογίας οχημάτων με νέα αποδοτικότερης αξιοποίησης των καυσίμων.
- ΤΠΕ και
- ΑΠΕ

Στο Σχήμα 4.4-4 παρουσιάζεται η κατανομή εκπομπών CO<sub>2</sub> ανά τομέα της πόλης για το έτος 2013.





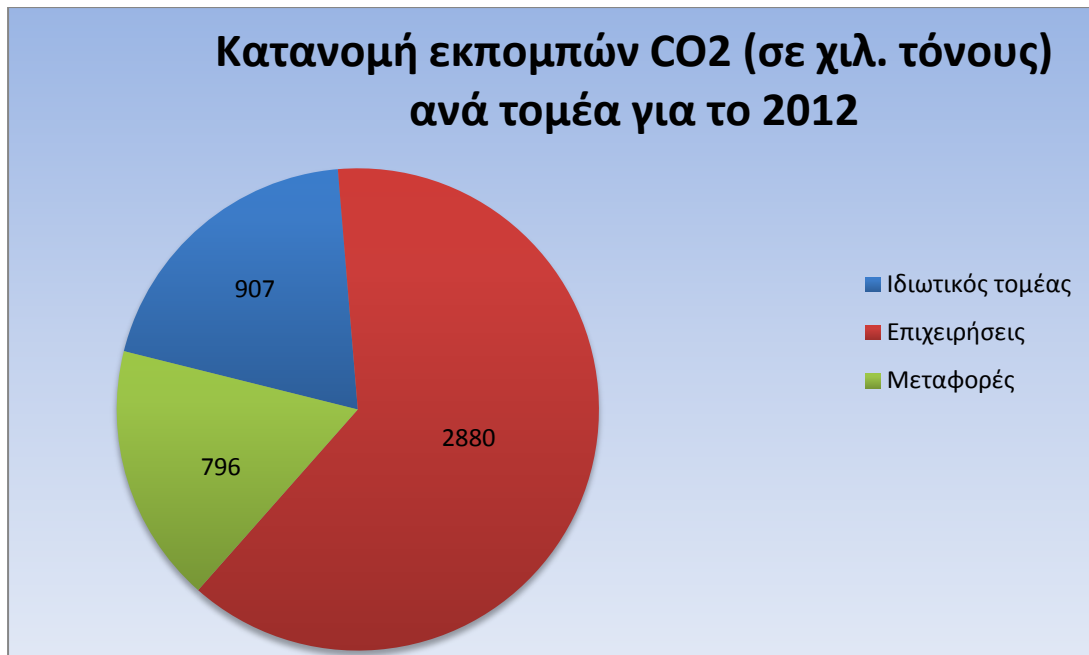
Σχήμα 4.4-2 Στόχοι μείωσης των εκπομπών CO2 για την πόλη του Άμστερνταμ σε σύγκριση με τις τιμές του 1990 και 2012.<sup>34</sup>



Σχήμα 4.4-3 Στόχος μείωσης των εκπομπών CO2 στον δημόσιο τομέα της πόλης του Άμστερνταμ για το 2025.<sup>35</sup>

<sup>34</sup> Πηγή: [http://amsterdamsmartcity.com/data/file/ke\\_jaarverslag\\_2013.pdf](http://amsterdamsmartcity.com/data/file/ke_jaarverslag_2013.pdf)

<sup>35</sup> Πηγή: [http://amsterdamsmartcity.com/data/file/ke\\_jaarverslag\\_2013.pdf](http://amsterdamsmartcity.com/data/file/ke_jaarverslag_2013.pdf)



Σχήμα 4.4-4 Κατανομή των εκπομπών CO<sub>2</sub> της πόλης του Άμστερνταμ ανά τομέα για το έτος 2012.<sup>36</sup>

Τέλος στον Πίνακα 4.4-2 παρουσιάζονται οι δυνατότητες συνεισφοράς κάθε τομέα της πόλης στην μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> για τα έτη 2020, 2025, 2040 σε σύγκριση με τις εκπομπές του έτους 2012.

Πίνακας 4.4-2 Προβλέψεις για τις πιθανές μειώσεις των εκπομπών CO<sub>2</sub> από κάθε τομέα στο Άμστερνταμ.<sup>37</sup>

Δυνατότητα μείωσης εκπομπών CO <sub>2</sub> σε σύγκριση με το 2012 (σε χιλ. τόνους)	2020	2025	2040
Οικιακά κτίρια επιγραφής «B» <sup>38</sup>	95	120	225
Κλιματικά-ουδέτερα κτίρια <sup>39</sup>	15	35	75
ΔΕΚΟ <sup>40</sup> επιγραφής «B»	360	445	850

<sup>36</sup>Πηγή: [http://amsterdamsmartcity.com/data/file/ke\\_jaarverslag\\_2013.pdf](http://amsterdamsmartcity.com/data/file/ke_jaarverslag_2013.pdf)

<sup>37</sup>Πηγή: Πηγή: [http://amsterdamsmartcity.com/data/file/ke\\_jaarverslag\\_2013.pdf](http://amsterdamsmartcity.com/data/file/ke_jaarverslag_2013.pdf)

<sup>38</sup> Με τον όρο κτίρια επιγραφής «B» εννοούμε την βαθμολογία που έλαβε το κτίριο ύστερα από ενεργειακή επιθεώρηση του και έκδοση του λεγόμενου Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης. Κατά την διαδικασία της επιθεώρησης το κτίριο εξετάζεται από ειδικούς ως προς την μόνωση του, τα συστήματα θέρμανσης χώρου και νερού, τα κουφώματα του κ.α. εκδίδοντας στο τέλος μια συνολική βαθμολογία για την ενεργειακή επίδοση του κτιρίου σε μια κλίμακα από το «A» ως το «G», με το πρώτο να υπηδελώνει πολύ υψηλή ενεργειακή απόδοση και το δεύτερο να αντιστοιχίζεται σε μηδενική ενεργειακή απόδοση και υψηλό κόστος λειτουργίας του κτιρίου.

<sup>39</sup> Κλιματικά ουδέτερα κτίρια είναι εκείνα τα οποία δεν χρησιμοποιούν καθόλου καύσιμα για θέρμανση και αξιοποιούν δική τους παραγωγή (από ΑΠΕ συνήθως) για να καλύψουν τις ανάγκες τους σε ηλεκτρική ενέργεια.

<b>Κλιματικά-ουδέτερα οικιακά κτίρια</b>	<b>35</b>	<b>55</b>	<b>120</b>
<b>Υπόγειο δίκτυο θέρμανσης/ψύξης</b>	<b>95</b>	<b>150</b>	<b>325</b>
<b>Μεταφορές</b>	<b>200</b>	<b>415</b>	<b>615</b>
<b>ΑΠΕ</b>	<b>500</b>	<b>750</b>	<b>1,515</b>
<b>Σύνολο</b>	<b>1,300</b>	<b>1,970</b>	<b>3,725</b>

Από τα στοιχεία του ανωτέρω πίνακα φαίνεται ότι οι μεγαλύτερες μειώσεις στις εκπομπές CO<sub>2</sub> θα επέλθουν από την ενεργειακή αναβάθμιση των κτιρίων των ΔΕΚΟ, από τις καθαρότερες μεταφορές και από διείσδυση περισσότερης πράσινης ενέργειας στην παραγωγή ηλεκτρισμού της πόλης. Τέλος επισημαίνεται ότι δεν έχουν συμπεριληφθεί οι συνεισφορές από αλλαγή συμπεριφοράς των καταναλωτών προς μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας αλλά ούτε από την αγορά ενεργειακά αποδοτικότερων συσκευών καθώς οι επιπτώσεις τους είναι πολύ δύσκολο να εκτιμηθούν. Σε κάθε περίπτωση, το κέρδος είναι πολύ πιθανό να είναι ακόμη μεγαλύτερο από τα καταγραφόμενα δεδομένα στον Πίνακα 4.4.-2.

Το Άμστερνταμ έχει θέσει εξίσου φιλόδοξους στόχους στην μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης, με έμφαση στον τομέα των κτιρίων καθώς περίπου το 70% της καταναλισκόμενης ενέργειας της πόλης χρησιμοποιείται από τα κτίρια, κυρίως για θέρμανση και ηλεκτρισμό. Για τον λόγο αυτό, ο δήμος έχει αποφασίσει πως όλα τα καινούργια δημόσια κτίρια που θα κατασκευάζονται από την 1 Ιανουαρίου του 2019 θα είναι σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης όπως και τα ιδιωτικά κτίρια που θα κατασκευάζονται από την 1 Ιανουαρίου του 2021. Ως ένας από τους υπογράφοντες του Συμφώνου των Δημάρχων, το Άμστερνταμ έχει θέσει ως στόχο την μείωση της ενεργειακής του κατανάλωσης κατά 20% στα πλαίσια της ευρωπαϊκής στρατηγικής «20-20-20» (βλέπε Σχήμα 4.4-5). Χαρακτηριστικά τον Νοέμβριο του 2013, ο δήμος αποφάσισε την μείωση της ηλεκτρικής κατανάλωσης μέσω της λήψης μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας κατά 68,000 MWh (αντιστοιχεί στο 1.5% της συνολικής κατανάλωσης της πόλης) αριθμός που ισοδυναμεί με την κατανάλωση 27,500 κατοικιών.

Ο στόχος της πόλης είναι ως το 2020 το 14% της τελικής ενεργειακής κατανάλωσης να προέλθει από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ποσοστό που επιδιώκει να ανεβάσει στο 20% ως το 2025. Στον πίνακα 4.4-3 έχουμε καταγράψει τις προβλέψεις για την παραγωγή ηλεκτρισμού από ΑΠΕ στην πόλη του Άμστερνταμ για τις χρονολογίες 2020, 2025 και 2040.

**Πίνακας 4.4-3 Προβλέψεις συνεισφοράς των ΑΠΕ στην παραγωγή ηλεκτρισμού του Άμστερνταμ.<sup>41</sup>**

<b>Παραγωγή ηλεκτρικής</b>	<b>2020</b>	<b>2025</b>	<b>2040</b>
----------------------------	-------------	-------------	-------------

<sup>40</sup> Δημόσιες Επιχειρήσεις Και Οργανισμοί

<sup>41</sup> Πηγή: [http://amsterdamsmartcity.com/data/file/ke\\_jaarverslag\\_2013.pdf](http://amsterdamsmartcity.com/data/file/ke_jaarverslag_2013.pdf)

ενέργειας από ΑΠΕ [GWh/έτος]			
Ηλιακή ενέργεια	160	300	1,000
Αιολική ενέργεια	380	540	740
Διαχείριση απορριμμάτων	560	560	560
Σύνολο	1,100	1,400	2,300
Ποσοστό ιδιωτικής κατανάλωσης	23%	29%	47%

**ΕΕ (2020):** 1. Μείωση εκπομπών CO<sub>2</sub> κατά 20% σε σύγκριση με το 1990  
2. 20% μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης  
3. 20% ΑΠΕ

**Ολλανδία (2020):** 1. 30% μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> σε σύγκριση με το 1990  
2. Μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης κατά 2% κάθε χρόνο  
3. 20% ΑΠΕ

**Άμστερνταμ (2025):** 1. 40% μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> σε σύγκριση με το 1990  
2. Κλιματικά-ουδέτερος δημόσιος οργανισμός πριν το 2015  
3. 20% ΑΠΕ

Σχήμα 4.4-5 Αντιπαραβολή των στρατηγικών ΕΕ, Ολλανδίας και Άμστερνταμ.

Από το παραπάνω σχήμα γίνεται αντιληπτό ότι το Άμστερνταμ εναρμονίζεται πλήρως με την ευρωπαϊκή ενεργειακή πολιτική.

#### 4.4.2.2 Αποδοτικότητα στην επίτευξη στόχων

Η πρώτη δέσμη πιλοτικών εφαρμογών για το ASC περιελάμβανε τα ακόλουθα:

- Δοκιμή εφαρμογής έξυπνων τεχνολογιών σε 500 κατοικίες στην περιοχή Geuzenveld στα δυτικά προάστια του Άμστερνταμ για την ευαισθητοποίηση και αύξηση της επίγνωσης των ενοίκων ως προς την ενεργειακή τους κατανάλωση. Οι τεχνολογίες περιλαμβάνουν έξυπνους μετρητές οι οποίοι θα μετρούν την οικιακή κατανάλωση και θα μπορούν να συνδέονται με συσκευές ενεργειακής εξοικονόμησης. Τα δεδομένα που θα καταγράφουν και θα παρουσιάζουν οι μετρητές θα αφορούν την κατανάλωση της οικίας μαζί με συμβουλές δράσης για την μείωση της.

- Δοκιμή εφαρμογής έξυπνων τεχνολογιών σε 500 κατοικίες στην περιοχή West Orange, οι οποίες θα μπορούν να συνδέονται ασύρματα στους ψηφιακούς μετρητές ηλεκτρισμού και αερίου, θα μπορούν να παρέχουν ενημερώσεις στον ιδιοκτήτη μέσω του κινητού του τηλεφώνου και θα δίνουν τη δυνατότητα διακοπής λειτουργίας όλων των συσκευών μονομιάς αλλά και εξ αποστάσεως ρύθμιση του θερμοστάτη.
- Εγκατάσταση αισθητήρων στον πύργο ΙΤΟ. Ο πύργος ΙΤΟ στο Άμστερνταμ αποτελεί πλέον υπόδειγμα έξυπνου κτιρίου ύστερα από την εγκατάσταση αισθητήρων που εγγυώνται την βέλτιστη και αποδοτικότερη λειτουργία του φωτισμού, της θέρμανσης και του κλιματισμού του χώρου ελαχιστοποιώντας την ενεργειακή κατανάλωση χωρίς καμία αρνητική επίπτωση στις λειτουργικές και συνθήκες άνεσης για τους εργαζόμενους το κτιρίου.
- Εγκατάσταση συνδέσεων στο δίκτυο ισχύος στο λιμάνι του Άμστερνταμ ώστε τα πλοία να μπορούν να λαμβάνουν πράσινη ενέργεια παραγόμενη εντός της πόλης αντί να χρησιμοποιούν τις ενεργοβόρες μονάδες diesel που διαθέτουν. Συνολικά 73 σταθμοί παραγωγής ηλεκτρισμού από ΑΠΕ εγκαταστάθηκαν στο λιμάνι με 174 σημεία πρόσβασης/τροφοδότησης.
- Μετατροπή ενός από τους δημοφιλέστερους εμπορικούς δρόμους της πόλης του Άμστερνταμ προς πιο βιώσιμο μοντέλο μέσω της συλλογής απορριμάτων από ηλεκτρικά αυτοκίνητα, παροχή έξυπνων μετρητών και βυσμάτων στους ιδιοκτήτες καταστημάτων, δημόσιος φωτισμός με ενεργειακά αποδοτικότερους λαμπτήρες, ενεργειακά αποδοτικότερες στάσεις του τραμ και κάδοι απορριμάτων τροφοδοτούμενοι από ηλιακή ενέργεια.

Τα αποτελέσματα της υλοποίησης της πρώτης δέσμης των πιλοτικών εφαρμογών είναι τα εξής:

Πίνακας 4.4-4 Αποτελέσματα από την υλοποίηση της πρώτης δέσμης πιλοτικών εφαρμογών του ASC.<sup>42</sup>

<i>Πιλοτική εφαρμογή</i>		<i>Αποτελέσματα</i>		
<i>Geuzenveld</i>	<i>CO2 %</i>	<i>Ηλεκτρισμός %</i>		<i>Αέριο %</i>
	↓8.9	↓7.4		↓9.9
<i>West Orange</i>	<i>Ενέργεια %</i>		<i>CO2 %</i>	
	↓14		↓13	
<i>Πύργος ΙΤΟ</i>	<i>Ηλεκτρισμός</i>	<i>CO2</i>	<i>Περίοδος αποπληρωμής</i>	<i>Μείωση κόστους συντήρησης</i>
	↓850-950 KWh	↓300-500 τόνους/έτος	1.5-2 χρόνια	5-10%

<sup>42</sup>Πηγή: [www.top-expo.cz](http://www.top-expo.cz)

<b>Λιμάνι του Άμστερνταμ</b>	<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>NO<sub>x</sub><sup>43</sup></b>	<b>PM<sub>10</sub><sup>44</sup></b>	<b>SO<sub>2</sub><sup>45</sup></b>
	↓9.7 τόνους/έτος	↓160 τόνους/έτος	↓10 τόνους/έτος	↓35 τόνους/έτος
<b>Κλιματικός δρόμος</b>	<b>Συμμετοχή στην υιοθέτηση έξυπνων μετρητών</b>		<b>Ηλεκτρική συλλογή απορριμμάτων</b>	
	80%		90%	

#### 4.4.2.3 Ενεργειακή οικονομία & προγραμματισμός

Η Ολλανδική αγορά ενέργειας ιδιωτικοποιήθηκε πριν από χρόνια με αποτέλεσμα σήμερα να υπάρχουν διαφορετικοί πάροχοι ενέργειας. Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι τόσο η ηλεκτρική ενέργεια όσο και το αέριο τροφοδοτούνται από τον ίδιο πάροχο. Συγκεκριμένα, οι πιο σημαντικοί από αυτούς που δραστηριοποιούνται στο Άμστερνταμ είναι: η Eneco Energie, η Oxxio, η EnergieDirect, η Nuon, η Essent, η Eon και η Nederlandse Energie Maatschappij, το σύνολο δηλαδή επτά πάροχοι.<sup>46</sup> Συνεπώς το Άμστερνταμ παρέχει μεγάλη δυνατότητα εναλλαγής ενεργειακών παρόχων για τους καταναλωτές.

Η πόλη του Άμστερνταμ έχει καταστρώσει μια μακροχρόνια ενεργειακή στρατηγική που ολοκληρώνεται το 2040. Για την χρηματοδότηση της δημιουργήθηκε το Επενδυτικό Κεφάλαιο του Άμστερνταμ (Amsterdam Investment Fund) στο οποίο ανατέθηκε το συνολικό ποσό των 75 εκ.€ με στόχο να υποστηρίζει οικονομικά έργα στους τομείς της κλιματικής αλλαγής, της αειφόρου ανάπτυξης και της ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα.<sup>47</sup> Ο κύριος σκοπός αυτών των επενδύσεων είναι η επίτευξη των στόχων που έχουν τεθεί για μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub>, η μείωση των ενεργειακών λογαριασμών για τους πολίτες και τις επιχειρήσεις και η δημιουργία ενός υγιούς αστικού περιβάλλοντος. Το 2011 το AIF είχε βοηθήσει το Άμστερνταμ να πετύχει μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> κατά 20% σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990. Με λίγα λόγια το χρηματοδοτικό αυτό εργαλείο δημιουργήθηκε για να επιταχύνει την ενεργειακή μεταμόρφωση της πόλης του Άμστερνταμ (Πίνακας 4.4-5).

Πίνακας 4.4-5 Τα βασικά στοιχεία του AIF.<sup>48</sup>

<b>Ημερομηνία δημιουργίας AIF</b>	<b>2011</b>
-----------------------------------	-------------

<sup>43</sup> Τα οξείδια του αζώτου (NO<sub>x</sub>) είναι χημικές ενώσεις που παράγονται κατά την κάυση όταν υπάρχει παρουσία αζώτου, όπως στα οχήματα. Βρίσκονται σε υψηλή συγκέντρωση στις πόλεις, συνιστούν στην ατμοσφαιρική ρύπανση και αποτελούν ένα από τα αέρια του θερμοκηπίου.

<sup>44</sup> Τα PM<sub>10</sub> (Particulate Matter) αποτελούν πολύ μικρά σωματίδια, στερεά ή υγρά, τα οποία παράγονται από τα καύσιμα, από τους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρισμού κ.α. και έχουν βλαβερές επιπτώσεις στην υγεία των κατοίκων των πόλεων.

<sup>45</sup> Το διοξείδιο του θείου παράγεται στην πλειοψηφία του από τους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρισμού και τις βιομηχανικές διεργασίες και ανήκει στις χημικές ενώσεις που συνεισφέρουν στην ατμοσφαιρική ρύπανση.

<sup>46</sup> Πηγή: <http://www.iamsterdam.com/en-GB/living/housing/utilities-and-maintenance/water-gas-electricity>

<sup>47</sup> Πηγή: [www.energy-cities.eu](http://www.energy-cities.eu)

<sup>48</sup> Πηγή: [www.energy-cities.eu/infinite\\_solutions\\_amsterdam](http://www.energy-cities.eu/infinite_solutions_amsterdam)

<b>Μέγεθος κεφαλαίου</b>	<i>Αρχικό κεφάλαιο: 75εκ.€ (δεσμευμένο) 15 εκ.€ (20%) για κοινωνικά έργα 60 εκ.€ (80%) για εμπορικά βιώσιμα έργα</i>
<b>Πηγές χρηματοδότησης</b>	<i>Η πόλη του Άμστερνταμ: έσοδα από την πώληση των μετοχών της “N.V. Nuon Energy”, εταιρεία παροχής ηλεκτρισμού, αερίου και θέρμανσης στην Ολλανδία</i>
<b>Χαρακτήρας AIF</b>	<i>Ανακυκλούμενος: όλα τα κέρδη θα επαναεπενδύονται εντός των επόμενων 15 ετών</i>
<b>Λειτουργικά κόστη</b>	<i>Γενικά: Προσωπικό: 2 υπάλληλοι πλήρους απασχόλησης Επικοινωνία, νομικά έξοδα και λοιπά: 50,000€ Παρεπόμενα: Ευρωπαϊκή απαίτηση για ορισμό ενός διαχειριστή του ταμείου: 150,000€</i>

Στον Πίνακα 4.4-6 που ακολουθεί καταγράφονται τα σημαντικότερα σχέδια υλοποίησης έργων ΑΠΕ και ενεργειακής διαχείρισης καθώς και το συνολικό ποσό που σχεδιάζεται να δαπανηθεί για καθένα από αυτά.

Πίνακας 4.4-6 Καταγραφή σημαντικότερων έργων ΑΠΕ και εξοικονόμησης ενέργειας του Άμστερνταμ.<sup>49</sup>

<b>Τίτλος έργου</b>	<b>Περιγραφή</b>	<b>Κόστος έργου</b>
<b>«Building the City II»</b>	<i>Οι εταιρείες στέγασης του Άμστερνταμ συμφώνησαν ότι μεταξύ 2011-2014 θα λάβουν τουλάχιστον 12,000 δράσεις ανά έτος για να αναβαθμίσουν τα κτίρια στην βαθμίδα της ενεργειακής πιστοποίησης.</i>	<b>33 εκ.€</b>
<b>«Building the City III»</b>	<i>Αποτελεί συνέχεια του πρώτου έργου που ολοκληρώνεται το 2014. Στόχος είναι η συνέχιση των μέτρων για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των ιδιωτικών κατοικιών.</i>	<b>9.5 εκ.€</b>
<b>Δάνεια για ανακαίνιση κατοικιών</b>	<i>Η συνοικία North Holland αποφάσισε να διαθέσει 1 εκ.€ για λήψη χαμηλότοκων δανείων από ιδιοκτήτες κατοικιών που θέλουν να ανακαινίσουν τα</i>	<b>1 εκ.€</b>

<sup>49</sup>Πηγή: [http://amsterdamsmartcity.com/data/file/ke\\_jaarverslag\\_2013.pdf](http://amsterdamsmartcity.com/data/file/ke_jaarverslag_2013.pdf)



<p><b>Βραβείο καλύτερης ιδέας</b></p>	<p>σπίτια τους για την βελτίωση της ενεργειακής τους επίδοσης.          Η συνοικία New West αποφάσισε να επιδοτεί τους κατοίκους με την καλύτερη ιδέα για την μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub>. Η μέγιστη επιδότηση στον νικητή φτάνει τα 5,000€. Το συνολικό διαθέσιμο κεφάλαιο είναι 33,000€</p>	<p>33,000€</p>
<p><b>Εξοικονόμηση ενέργειας</b></p>	<p>Λήψη μέτρων για την εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας της τάξεως των 68,000 KWh από τα δημόσια κτίρια. Στα μέτρα συμπεριλαμβάνονται αγορά αποδοτικότερων ψυκτών, αντικατάσταση λαμπτήρων με LED κ.α.</p>	<p>16.3 εκ.€</p>
<p><b>Αειφόρα έργα στο λιμάνι του Άμστερνταμ</b></p>	<p>Υλοποίηση 26 έργων ΑΠΕ και εξοικονόμησης ενέργειας. Συνολικά επετεύχθη μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> κατά 38,000 τόνους το οποίο κ αντιστοιχεί στο 30% το στόχου μείωσης της περιοχής του λιμανιού (Westpoort).</p>	<p>4 εκ.€</p>
<p><b>Εγκατάσταση ηλιακών πάνελ στο Amsterdam Arena</b></p>	<p>4,200 ηλιακοί συλλέκτες θα τοποθετηθούν στις οροφές του Amsterdam Arena, μια περιοχή 7,200m<sup>2</sup>. Εμπνευστές του σχεδίου είναι η Nuon, η BAM και η Arcadis.</p>	<p>1.6 εκ.€</p>
<p><b>Δάνεια για την εξοικονόμηση ενέργειας</b></p>	<p>Χρηματοδότηση ιδιοκτητών ακινήτων για την ανακαίνιση των κατοικιών τους λαμβάνοντας χαμηλότοκα δάνεια από 2,500 ως 25,000€ με επιτόκιο 2%.</p>	<p>350,000€</p>
<p><b>OrangeGas</b></p>	<p>Εγκατάσταση δεξαμενών πράσινου αερίου στο Άμστερνταμ (7 μόνο για το 2014). Το πράσινο αέριο είναι ένα είδος φυσικού</p>	<p>3.75 εκ.€</p>

<b>Σύνολο</b>	<i>αερίου το οποίο είναι φθηνότερο και καθαρότερο από το πετρέλαιο και το diesel. Το αέριο αυτό παράγεται από επεξεργασία οργανικών λυμάτων και από λυματολάσπη στην Ολλανδία. Επιπλέον το αέριο αυτό είναι ουδέτερο ως προς τις εκπομπές CO2 αζώτου.</i>	<b>69,533,000€</b>
---------------	---	--------------------

### 4.4.3 Ενεργειακό προφίλ

#### 4.4.3.1 Ένταση ενεργειακής κατανάλωσης

Ο δήμος του Άμστερνταμ (όχι η ευρύτερη μητροπολιτική περιοχή) παρουσιάζει ετήσια κατανάλωση ενέργειας της τάξεως 16,785.816 GWh (χρησιμοποιείται ως μονάδα μέτρησης οι GWh για να διατηρηθεί η ίδια σύμβαση με την ενεργειακή κατανάλωση της Βαρκελώνης). Από το ποσό αυτό, τα 4,595.566 GWh αντιστοιχούν σε κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (ποσοστό 27.4%) ενώ 8,326.244 GWh (ποσοστό 49.6%). αντιστοιχούν σε συνολική κατανάλωση φυσικού αερίου.<sup>50</sup>

#### 4.4.3.2 Ένταση παραγωγής από ΑΠΕ

- **Ηλιακή:** η ηλιακή ενέργεια είναι μια από τις πιο ελκυστικές επενδύσεις στο Άμστερνταμ και στην ενεργειακή στρατηγική της η πόλη στοχεύει σε συμμετοχή της κατά 20% στην συνολική κατανάλωση. Σήμερα η συνολική εγκατεστημένη ισχύς που προέρχεται από PV μονάδες παραγωγής αγγίζει τα 16,178KWp.<sup>51</sup> Σε εθνικό επίπεδο η παραγωγή από ηλιακή ενέργεια εποπτεύεται από το PIR (ινστιτούτο καταγραφής παραγωγής) και σύμφωνα με τα στοιχεία που δημοσιοποίησε για το 2013<sup>52</sup>, το Άμστερνταμ είναι μέσα στις δέκα πόλεις της χώρας με την υψηλότερη εγκατεστημένη ισχύ ηλιακών συστημάτων ενέργειας. Ορισμένες από τις πιο σημαντικές δράσεις του δήμου σε αυτόν τον τομέα περιγράφονται παρακάτω:

1. Το καλοκαίρι του 2007 το Γραφείο Έργων (ARC) σε συνεργασία με την συνοικία North Holland οργάνωσαν μια εκστρατεία με στόχο να προωθήσουν την ηλιακή ενέργεια ανάμεσα στους κατοίκους/ιδιοκτήτες ακινήτων της πόλης. Οι ιδιώτες μπορούσαν να λάβουν επιδοτήσεις για την αρχική αγορά του συστήματος ηλιακής ενέργειας. Εξαιτίας της εκστρατείας 152 φωτοβολταϊκά συστήματα και 20 ηλιακοί λέβητες εγκαταστάθηκαν συνολικά. Η μείωση των εκπομπών CO2 ανέρχεται στα 49,000 κιλά/έτος. Υπολογίζεται

<sup>50</sup>Πηγή: <http://www.amsterdamopendata.nl/web/guest/data?state=getPagedCategoryDatasets>

<sup>51</sup>Πηγή: [http://amsterdamsmartcity.com/data/file/ke\\_jaarverslag\\_2013.pdf](http://amsterdamsmartcity.com/data/file/ke_jaarverslag_2013.pdf)

<sup>52</sup>Πηγή: [http://amsterdamsmartcity.com/data/file/ke\\_jaarverslag\\_2013.pdf](http://amsterdamsmartcity.com/data/file/ke_jaarverslag_2013.pdf)

ότι στο σύνολο της διάρκειας ζωής των συστημάτων η μείωση των εκπομπών θα φτάσει ως τους 1,000 τόνους CO<sub>2</sub>.

2. Το φθινόπωρο του 2013, 35 διαμερίσματα στις οδούς Zoutkeetsgracht και Louise de Coligny καλύφθηκαν με ηλιακά πάνελ. Το έργο σχεδιάζεται να επεκταθεί σε 1,000 οροφές συνολικά φτάνοντας τα 7,500 πάνελ συνεισφέροντας πάνω από 1.8 MWp. Τον Ιανουάριο του 2014 τοποθέτηθηκε το πρώτο σύστημα στο New West λαμβάνοντας δάνειο 199,000€ από το AIF.
  3. Στην αίθουσα 8 του Άμστερνταμ RAI (ένα από τα μεγαλύτερα εκθεσιακά κέντρα της Ολλανδίας) τον Ιανουάριο του 2014 δημιουργήθηκε η μεγαλύτερη ηλιακή οροφή της πόλης με πάνω από 1,600 ηλιακά πάνελ με παραγωγή 360,000 KWh/έτος. Η αναμενόμενη μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> θα ανέλθει στους 200 τόνους/έτος. Συναίτεροι σε αυτό το έργο είναι η Nuon, η Triodos Bank, η Deutsche Bank και η Rabobank Amsterdam. Η συνολική επένδυση θα είναι της τάξεως των 536,000€.
- **Αιολική:** Η εγκατάσταση των ανεμογεννητριών προχωράει με επιτυχία στο Άμστερνταμ. Σχεδόν το 70% των πιθανών τοποθεσιών έχουν ήδη αξιοποιηθεί ειδικά εκείνες στην περιοχή του λιμανιού του Άμστερνταμ όπου νέες και μεγαλύτερες ανεμογεννήτριες αντικαθιστούν σταδιακά τις παλαιές. Το 2025 προβλέπεται ότι το 25% των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια της πόλης θα καλύπτονται από βιώσιμη παραγωγή εντός της πόλης ποσοστό που εκτιμάται ότι θα φτάσει στο 50% ως το 2040.
  - **Βιομάζα:** Το Άμστερνταμ χρησιμοποιεί ήδη βιομάζα από την διαχείριση απορριμάτων της πόλης για την παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού. Τα τραμ και το μετρό της πόλης αξιοποιούν αυτήν την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια. Η παραγωγή ηλεκτρισμού λαμβάνει χώρα στο Επιχείρηση Ενέργειας και Διαχείρισης Απορριμάτων (AEB) η οποία έχει αναλάβει και την διαχείριση του δικτύου θέρμανσης/ψύξης της πόλης. Αυτή τη στιγμή από την καύση βιομάζας από την AEB έχουν αποφευχθεί εκπομπές 350 κιλτοτόνων/έτος και εκτιμάται ότι από την επέκταση του δικτύου θέρμανσης/ψύξης μπορεί να ανέλθει στους 550 κιλτοτόνους/έτος. Η AEB (της οποίας ο δήμος του Άμστερνταμ είναι ο κάτοχος του 100% των μετοχών της) παράγει ετησίως 560,000MWh ηλεκτρικής ενέργειας, 584,000GJoules θερμότητας από απορρίματα και 11εκ. m<sup>3</sup> βιοαερίου από λυματολάσπη, εκ των οποίων τα 10εκ. m<sup>3</sup> χρησιμοποιούνται για παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού ενώ το υπόλοιπο 1εκ. m<sup>3</sup> αναβαθμίζεται σε πράσινο αέριο. Στο λιμάνι του Άμστερνταμ υπάρχουν εγκατεστημένες και άλλες εταιρείες οι οποίες παράγουν βιοκαύσιμα και ανανεώσιμη ενέργεια από βιομάζα. Συγκεκριμένα η Vesta Biofuels και η Greenmills παράγουν ετησίως πάνω από 300 εκ. λίτρα βιοντίζελ από οργανικά απορρίματα και απόβλητα ορυκτέλαια ενώ η Orgaworld παράγει ετησίως 25εκ. m<sup>3</sup> βιοαερίου από την ζύμωση αποβλήτων από τις μεγάλες αλυσίδες σουπερμάρκετ.

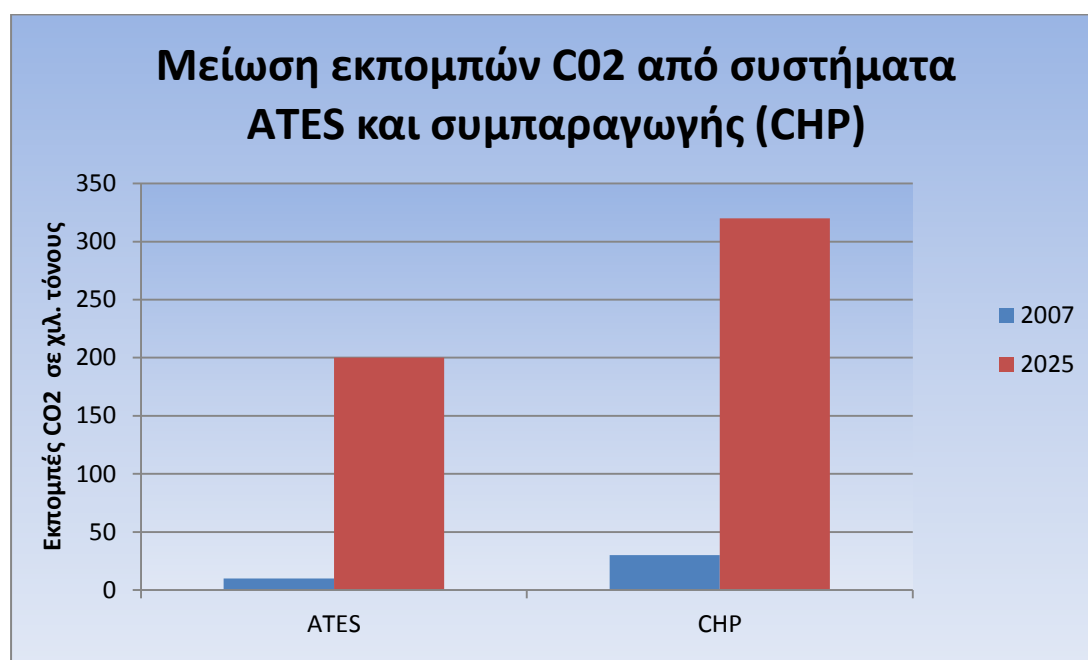
### 4.4.3.3 Βιωσιμότητα

Το Άμστερνταμ παράγει τεράστιες ποσότητες περίσσειας θερμότητας η οποία κυρίως προέρχεται από τους δύο σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής της Nuon στο Diemen και από την Επιχείρηση Ενέργειας και Διαχείρισης Απορριμάτων (Afval Energie Bedrijf-AEB). Αυτός είναι και ο λόγος που η πόλη διαθέτει ένα από τα πιο αποδοτικά ενεργειακά υπόγεια δίκτυα θέρμανσης στην Ευρώπη. Το Άμστερνταμ μπορεί με την θερμική ενέργεια που παράγει να καλύψει τις ανάγκες για ζεστό νερό και θέρμανση σε όλα τα κτίρια της πόλης. Η αξιοποίηση αυτής της περίσσειας θερμικής ενέργειας που απελευθερώνεται κατά την παραγωγή ηλεκτρισμού ή την ζύμωση των αποβλήτων αντιστοιχεί σε μείωση 50-80% των εκπομπών CO<sub>2</sub> σε σύγκριση με ένα κτίριο το οποίο θερμαίνεται με αέριο. Αυτή τη στιγμή περίπου 45,000 κατοικίες είναι συνδεδεμένες με το δίκτυο ενώ ο αριθμός τους αυξήθηκε κατά ακόμη 4,000 εντός του 2013. Στόχος είναι το δίκτυο να επεκταθεί φτάνοντας τις 230,000 συνδεδεμένων καταναλωτών ως το 2040.

Τον Οκτώβριο του 2013, το δημοτικό συμβούλιο αποφάσισε πως για να πετύχει τον στόχο των 230,000 συνδέσεων θα πρέπει να εστιάσει περισσότερο στην προσέλκυση των ιδιοκτητών των υπάρχοντων κτιρίων και όχι τόσο των νεόκτιστων. Αν ο στόχος του 2040 επιτευχθεί, τότε η μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> που θα προέλθει θα αντιστοιχεί στο 9% του συνολικού στόχου μείωσης των εκπομπών ως το 2040. Εκτός από κατοικίες και εταιρείες μπορούν να συνδεθούν στο δίκτυο. Εξάλλου πολύ συχνά οι εταιρείες μπορεί να παρέχουν (εκτός από το να καταναλώνουν) θερμική ενέργεια στο δίκτυο, όπως για παράδειγμα η Orgaworld η οποία προσφέρει την περίσσεια θερμότητα που απελευθερώνεται από τους θερμικούς σταθμούς στο δίκτυο θέρμανσης της πόλης. Για περαιτέρω ενίσχυση του βιώσιμου χαρακτήρα της πόλης, η AEB σχεδιάζει να κατασκευάσει ένα ξεχωριστό δίκτυο στο οποίο θα διέρχεται ατμός σε πολύ υψηλή θερμοκρασία. Αρχικά το νέο δίκτυο υπολογίζεται πως θα συνεισφέρει σε μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> κατά 70,000 τόνους.

Εκτός από τις μονάδες συμπαραγωγής που αναφέρθηκαν παραπάνω η πόλη του Άμστερνταμ διαθέτει επιπλέον δύο ξεχωριστά δίκτυα για παροχή ενέργειας ψύξης. Η ενέργεια αυτή εξορύσσεται από τις βαθιές λίμνες που περιστοιχίζουν την πόλη: την NewLake, την Stoterplas και την Ouderkerkerplas. Κυρίως η ενέργεια αυτή αξιοποιείται για κλιματισμό γραφείων και επιχειρήσεων. Κτίρια τα οποία συνδέθηκαν στο δίκτυο το 2013 περιλαμβάνουν το Dutch Opera Atelier, το Nachtwachtlaan, το Klus Flat Kleiburg, το Zuidas Gershwin Cluster 1, το O2 κτίριο του πανεπιστημίου του Άμστερνταμ, το Πάρκο Επιστήμης και το Houthaven/Minervahaven τα οποία εγκατέστησαν και σύστημα θερμικής αποθήκευσης ενέργειας. Επιπλέον το 2013 έγινε η ανακαίνιση της Westerkerk και της σύνδεσης της στο δίκτυο ψύξης συμπεριλαμβανομένου και της τοποθέτησης συστήματος αποθήκευσης θερμικής ενέργειας. Το νέο σύστημα θα κάνει το εκκλησιαστικό κτίριο πιο αποδοτικό ενεργειακά και εκτιμάται ότι θα μειώσει κατά 30% τους ενεργειακούς λογαριασμούς.

Μια ενδιαφέρουσα τεχνολογία που έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως στην πόλη είναι τα λεγόμενα υδροφόρα συστήματα θερμικής αποθήκευσης (ATES). Η αρχή λειτουργίας βασίζεται στην αποθήκευση περίσσειας θερμικής ενέργειας κατά τους καλοκαιρινούς μήνες σε υπόγειες δεξαμενές και αξιοποίηση της κατά τους χειμερινούς μήνες και αντιστρόφως αποθήκευση της ψύξης κατά τους χειμερινούς μήνες και αξιοποίηση του για κλιματισμό το καλοκαίρι. Αυτή τη στιγμή στο Άμστερνταμ λειτουργούν 83 τέτοια συστήματα [41]. Οι μειώσεις εκπομπών CO<sub>2</sub> που προήλθαν από την αξιοποίηση αυτής της τεχνολογίας ανήλθαν το 2007 στους 30-40 κιλοτόνους ενώ προβλέπεται ως το 2025 να έχουν ξεπεράσει τους 300 κιλοτόνους ενώ για τις μονάδες συμπαραγωγής αναμένεται συνεισφορά στις μειώσεις εκπομπών κατά 200 κιλοτόνους ως το 2025 (σχήμα 4.4-6).



Σχήμα 4.4-6 Προβλεπόμενη συνεισφορά συστημάτων θερμικής αποθήκευσης και συμπαραγωγής στην μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> στο Άμστερνταμ.<sup>53</sup>

Στον πίνακα 4.4-7 καταγράφονται ορισμένα από τα σημαντικότερα έργα και εγχειρήματα του δήμου του Άμστερνταμ στον τομέα της αποθήκευσης θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας.

Πίνακας 4.4-7 Τα σημαντικότερα έργα του δήμου του Άμστερνταμ στην αποθήκευση ενέργειας.<sup>54</sup>

Τίτλος έργου	Περιγραφή
Αποθήκευση θερμικής ενέργειας	Στην ανατολική πλευρά του λιμανιού του Άμστερνταμ (Oosterdoks) βρίσκεται υπό υλοποίηση ένα σύστημα μακροπρόθεσμης ενεργειακής αποθήκευσης το οποίο θα τροφοδοτεί με θέρμανση/ψύξη τα τοπικά

<sup>53</sup>Πηγή:

[http://www.citg.tudelft.nl/fileadmin/Faculteit/CiTG/Over\\_de\\_faculteit/Afdelingen/Afdeling\\_watermanagement/Secties/waterhuishouding/Leerstoelen/Hydrologie/Education/MSc/Past/doc/Calje\\_2010.pdf](http://www.citg.tudelft.nl/fileadmin/Faculteit/CiTG/Over_de_faculteit/Afdelingen/Afdeling_watermanagement/Secties/waterhuishouding/Leerstoelen/Hydrologie/Education/MSc/Past/doc/Calje_2010.pdf)

<sup>54</sup>Πηγή: <http://amsterdamsmartcity.com/projects>

## *Nieuw-West Vehicle2Grid*

### *Nieuw-West: αποθήκευση ενέργειας για τις κατοικίες*

εμπορικά κτίρια αξιοποιώντας ενέργεια που αποθηκεύεται στα υπόγεια ύδατα. Τα κτίρια θα μπορούν να εφοδιάζονται τη ζέστη ή το κρύο ανάλογα με τις ανάγκες τους ενώ επιπλέον θα μπορούν να ανταλλάσουν ενέργεια με τα υπόλοιπα συνδεδεμένα κτίρια. Το σύστημα έχει αμελητέες περιβαλλοντικές επιπτώσεις ενώ εκτιμάται ότι θα συνεισφέρει σε μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> κατά 3,200 τόνους ετησίως. Το περίφημο μουσείο τέχνης του Άμστερνταμ (Rijksmuseum) είναι από τα πρώτα κτίρια που συνδέθηκαν στο δίκτυο.

Πιλοτικό πρόγραμμα με στόχο να δώσει τη δυνατότητα στους κατοίκους της πόλης να αποθηκεύουν την ηλεκτρική ενέργεια που οι ίδιοι παράγουν στις μπαταρίες των ηλεκτρικών τους αυτοκινήτων. Έτσι οι ίδιοι οι κάτοικοι θα αποφασίζουν τι θα κάνουν την ενέργεια που παράγουν (π.χ. από ηλιακά πάνελ); Θα μπορούν να την πωλούν το δίκτυο, να την καταναλώνουν άμεσα, να την αποθηκεύουν στο αυτοκίνητο τους για τις μετακινήσεις τους ή να φορτίζουν τις οικιακές συσκευές τους με αυτή. Συνέταιροι σε αυτό το πρόγραμμα είναι οι: ABB, Alliander, Mitsubishi, Cofely, ASC, το πανεπιστήμιο του Άμστερνταμ και η συνοικία του Nieuw-West. Η συνολική επένδυση είναι του μεγέθους των 1.6εκ.€.

Το έργο επιδιώκει να αναπτύξει την τεχνολογία που θα επιτρέπει την αποθήκευση σε μικρή κλίμακα της παραγόμενης ενέργειας από ΑΠΕ και την διεξαγωγή έρευνας για τον καθορισμό ενός επιχειρηματικού μοντέλου το οποίο θα επιτυγχάνει υψηλό επίπεδο ROI (Return On Investment)<sup>55</sup> καθιστώντας το ελκυστικότερο για μελλοντικούς επενδυτές. Οι πρώτες μπαταρίες θα τοποθετηθούν επιλεκτικά σε ορισμένες κατοικίες ενώ αξιοποίηση τους σε ευρεία κλίμακα θα γίνει ύστερα από την παροδο λίγων ετών.

<sup>55</sup> Return on Investment: είναι ένας χρηματοοικονομικός δείκτης ο οποίος χρησιμοποιείται για να μετρήσει την επίδοση μιας επένδυσης ή να την συγκρίνει με άλλες επενδύσεις. Για τον υπολογισμό του δείκτη ROI το όφελος μιας επένδυσης (έσοδα από την επένδυση – το αρχικό κόστος της επένδυσης) διαιρείται με το αρχικό κόστος της επένδυσης. Το αποτέλεσμα εκφράζεται ως λόγος ή ως ποσοστό.



#### 4.4.4 Σχετικές υποδομές- Ενέργεια & ΤΠΕ

Το Άμστερνταμ δίνει μεγάλη έμφαση στην αξιοποίηση των ΤΠΕ για τον μετασχηματισμό του σε έξυπνη πόλη. Ένα από τα σημαντικότερα πιλοτικά έργα που υλοποιήθηκαν κατά την πρώτο στάδιο του σχεδίου ASC είναι η «Βιώσιμη γειτονιά του Geuzenveld». Συνολικά 541 έξυπνοι μετρητές τοποθετήθηκαν σε διαφορετικές κατοικίες της περιοχής New West και 60 συσκευές απεικόνισης των προτύπων ενεργειακής κατανάλωσης των ενοίκων. Στόχος του έργου ήταν η παροχή δυνατότητας στους κατοίκους να παρακολουθούν την ενεργειακή τους συμπεριφορά ώστε να τους ευαισθητοποιήσει και να τους προτείνει εν συνεχεία τρόπους βελτίωσης της για την επίτευξη εξοικονόμησης ενέργειας. Ο διαχειριστής του δικτύου Liander είχε την ευθύνη της οργάνωσης και εγκατάστασης των μονάδων στα σπίτια της συνοικίας. Στο έργο αυτό αξιοποιήθηκαν και τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης, καθώς οι οργανωτές δημιούργησαν σελίδα στο Facebook για να ενημερώνουν τους κατοίκους σχετικά με εξελίξεις και διοργανώσεις που αφορούν το έργο ενώ οι κάτοικοι ίδρυσαν και το δικό τους blog για να ανταλλάσσουν ιδέες και τρόπους μείωσης της ενεργειακής τους κατανάλωσης. Συνολικά 50 συσκευές εξοικονόμησης ενέργειας (energy saving box) διανεμήθηκαν στους κατοίκους. Αντίστοιχη πρωτοβουλία ελήφθη και στην συνοικία West Orange όπου τοποθετήθηκαν 500 έξυπνοι μετρητές για να δοκιμάσουν καινοτόμες οθόνες παρουσίασης ενεργειακών μετρήσεων (500 το σύνολο) οι οποίες συνδέθηκαν με αυτές. Οι νέες αυτές συσκευές είναι πολύ φιλικές προς τον χρήστη και έχουν το μέγεθος μιας μικρής κορνίζας. Συνδέονται ασύρματα σε έναν ψηφιακό μετρητή κατανάλωσης αερίου και ηλεκτρισμού και μπορούν να ενημερώνουν σε πραγματικό χρόνο τον χρήστη για την ενεργειακή του κατανάλωση. Επιπλέον δίνουν τη δυνατότητα εισαγωγής σε αυτές των στόχων που έχει θέσει ο χρήστης για ενεργειακή εξοικονόμηση και να τον κρατούν διαρκώς ενήμερο για το κατά πόσο τους επιτυγχάνει ή όχι. Από το σύστημα αυτό ενεργειακής εποπτείας προέκυψε μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και μείωσης των εκπομπών CO<sub>2</sub> κατά 14% σε σχέση με την κατάσταση πριν την τοποθέτηση του.

Στην συνοικία Harleem ανατέθηκε σε 250 κατοικίες να δοκιμάσουν ένα σύστημα ενεργειακής διαχείρισης για διάστημα τεσσάρων μηνών για να αποκτήσουν οι ένοικοι διαίσθηση των προτύπων ενεργειακής κατανάλωσης των ηλεκτρικών οικιακών τους συσκευών. Η Liander προμήθευσε τους καταναλωτές με την έξυπνη τεχνολογία Plugwise η οποία συμπεριλαμβάνει την εγκατάσταση έξυπνων βυσμάτων στα σημεία τροφοδότησης οικιακών ηλεκτρικών συσκευών όπως ο υπολογιστής, η τηλεόραση, οι μηχανές πλύσης, τα φωτιστικά κ.α. Κάθε βύσμα μετράει την κατανάλωση της αντίστοιχης συσκευής στην οποία έχει συνδεθεί. Όλα τα βύσματα επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω ασύρματου δικτύου ενώ τα αποτελέσματα θα μπορούν να είναι ορατά και προσβάσιμα μέσω διαδικτύου σε πραγματικό χρόνο. Κατά την υλοποίηση του έργου 1269 έξυπνα βύσματα εγκαταστάθηκαν συνολικά. Τα δύο τρίτα των καταναλωτών πέτυχαν μείωση της κατανάλωσης τους από 0-10% ενώ το υπόλοιπο ένα τρίτο πέτυχε εξοικονόμηση ενέργειας έως 30%. Η χαμηλή επίδοση



του μεγαλύτερου μέρους των συμμετεχόντων οφείλεται στην χαμηλή τους ενεργή δραστηριοποίηση και αξιοποίηση πλήρως των δυνατοτήτων που τους παρέιχε το σύστημα.

Σε επίπεδο δημοτικών κτιρίων, από το 2009 το Άμστερνταμ έχει διευρύνει την χρήση συστημάτων ζωντανής εποπτείας ενεργειακής κατανάλωσης σχεδόν σε όλα τα κτίρια που ελέγχει άμεσα. Αυτή τη στιγμή πάνω από 600 κτίρια γραφείων, σχολικές εγκαταστάσεις και αθλητικοί χώροι διαθέτουν συστήματα εποπτείας σε πραγματικό χρόνο. Η συνολική εξοικονόμηση ενέργειας που έχει προκύψει από την τεχνολογία αυτή κυμαίνεται μεταξύ 5-10% ενώ ο δήμος στοχεύει σε μείωση των λογαριασμών ενέργειας κατά 600,000€ το έτος. Ένα από τα εμβληματικότερα παραδείγματα αποτελεί το ίδιο το κτίριο όπου στεγάζεται το δημαρχείο της πόλης του Άμστερνταμ. Το κτίριο έχει εφοδιαστεί με σύστημα ATES (για αποθήκευση θερμικής ενέργειας) και έχει εξοπλιστεί με ένα εφυές σύστημα ενεργειακής διαχείρισης κτιρίων (BEMS). Το σύστημα αυτό εποπτεύει την λειτουργία των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων του δημαρχείου, προσαρμόζει την κατανάλωση των συσκευών τις ημέρες που αποτελούν αργίες σε σχέση με τις εργάσιμες, απαγορεύει την ταυτόχρονη λειτουργία του συστήματος θέρμανσης με το σύστημα κλιματισμού κ.α. Μαζί με την αντικατάσταση του φωτισμού του δημαρχείου με ενεργειακά αποδοτικότερους λαμπτήρες, η συνολικά συνεισφορά αυτών των ενεργειακών δράσεων στο δημοτικό κτίριο ήταν να επιτευχθεί μια αξιοσημείωτη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης της τάξεως του 45%. Στον πίνακα 4.4-8 που ακολουθεί καταγράφονται κάποια από τα σημαντικότερα έργα που σχεδιάζει να υλοποιήσει το Άμστερνταμ τα επόμενα χρόνια ή που βρίσκονται ήδη σε εξέλιξη.

**Πίνακας 4.4-8 Ενδεικτικά σχέδια δράσης του δήμου του Άμστερνταμ στον τομέα των ΤΠΕ.<sup>56</sup>**

<i>Τίτλος έργου</i>	<i>Περιγραφή</i>
<i>Amsterdam free wi-fi</i>	<i>Τα καταστήματα εστίασης του λιμανιού του IJbourg αποφάσισαν να κάνουν πραγματικότητα την ελεύθερη πρόσβαση στο διαδίκτυο για όλους. Το εγχείρημα αξιοποιεί το δίκτυο οπτικών ινών της πόλης και εκμεταλλεύεται τις ήδη εγκατεστημένες κεραιές από την υλοποίηση του ASC. Από τον Απρίλιο του 2013 όλο το λιμάνι του IJbourg παρέχει δωρεάν πρόσβαση στο διαδίκτυο για όλους. Στόχος είναι η ελεύθερη πρόσβαση να επεκταθεί σε όλες τις συνοικίες της πόλης.</i>
<i>Amsterdamopent.nl</i>	<i>Ο δήμος του Άμστερνταμ πειραματίζεται με την απόκτηση πληροφορίας και δεδομένων από την πλατφόρμα amsterdamopent.nl (crowdsourcing platform) για να διδαχτεί πως οι αλληλεπιδράσεις με τους κατοίκους</i>

<sup>56</sup>Πηγή: <http://amsterdamsmartcity.com/projects>

### *Smart Citizen kit*

μπορούν να υποστηρίξουν τοπικές πολιτικές. Εκτός από την ανωτέρω πλατφόρμα άντλησης εντυπώσεων από τους κατοίκους, θέτοντας τους διάφορα ερωτήματα προς συζήτηση, έχει δημιουργηθεί και μια εφαρμογή για χρήστες του Facebook στην οποία οι πολίτες μπορούν να προτείνουν απευθείας ιδέες προς υλοποίηση στην πόλη.

Το Smart Citizen kit δημιουργήθηκε λόγω της αυξανόμενης ανησυχίας των κατοίκων του Άμστερνταμ για την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα της πόλης. Πρόκειται για μια συσκευή που διεξάγει μετρήσεις με την διαφορά ότι έδω συμμετέχουν ενεργά και οι ίδιοι οι πολίτες. Ένα δίκτυο από αισθητήρες θα εγκατασταθεί σε ολόκληρη την πόλη οι οποίοι θα μετρούν τα επίπεδα υγρασίας, θορύβου, θερμοκρασίας, CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> και ένταση φωτεινότητας. Η συσκευή λαμβάνει μετρήσεις και τις μεταδίδει στον χρήστη μέσω διαδικτύου. Τον Μάρτιο του 2014 διανεμήθηκαν οι πρώτες 100 συσκευές. Όλα τα δεδομένα των μετρήσεων διαμοιράζονται μεταξύ όλων των συμμετεχόντων και έτσι οι κάτοικοι μπορούν να συγκρίνουν τις δικές τους μετρήσεις με των υπολοίπων.

### *Smart Traffic Management*

Το Άμστερνταμ είναι μια από τις πιο πολυσύχναστες περιοχές της Ολλανδίας. Η πόλη χρησιμοποιεί το σύστημα TrafficLink's που είναι συνδεδεμένο με το εθνικό σύστημα. Και τα δύο κέντρα ελέγχου της κυκλοφορίας εποπτεύουν τους δρόμους μέσω μιας κοινής οθόνης που καταγράφει τα πάντα έτσι να μπορούν συγχρόνως και αυτόματα τα δύο συστήματα να διαχειρίζονται την κυκλοφορία στην περιοχή. Από την υλοποίηση του έξυπνου συστήματος το ποσοστό των χαμένων ωρών στους δρόμους μειώθηκε κατά 10%.

### *Flexible Street Lighting*

Η Liander (ο μεγαλύτερος διαχειριστής του ηλεκτρικού δικτύου της Ολλανδίας) προσφέρει μια «Ανοιχτή Πλατφόρμα Έξυπνου Δικτύου» η οποία επιτρέπει την εποπτεία και την διαχείριση όλων των αντικειμένων που έχουν τοποθετηθεί σε δημόσιους χώρους. Στον τομέα του δημοσίου φωτισμού, ο δήμος θα μπορεί να

ελέγχει εξ αποστάσεως τους διακόπτες και τις συσκευές συσκότισης καθώς αυτές δεν θα εξαρτώνται από έναν συγκεκριμένο προμηθευτή.

## 4.5 Αξιολόγηση του Άμστερνταμ

Στις προηγούμενες ενότητες παρατέθηκαν και αναλύθηκαν τα βασικά χαρακτηριστικά της πόλης του Άμστερνταμ στους επιμέρους άξονες που αποτελούν την μεθοδολογία αξιολόγησης που παρουσιάστηκε στο τρίτο κεφάλαιο. Ο πίνακας 4.5-1 που παρατίθεται παρακάτω παρουσιάζει την συνολική εικόνα του Άμστερνταμ. Ακολουθήθηκε την ίδια δομή με τον πίνακα 4.3-1 για την παρουσίαση της αξιολόγησης της Βαρκελώνης ώστε να διευκολυνθεί η σύγκριση μεταξύ των δύο πόλεων. Πρέπει να τονιστεί ότι η αξιολόγηση των πόλεων γίνεται με βάση διαθέσιμα δεδομένα στο διαδίκτυο τα οποία είναι προσβάσιμα από όλους.

Πίνακας 4.5-1 Συνολική επίδοση της πόλης του Άμστερνταμ.

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΠΙΔΟΣΗ ΤΟΥ ΑΜΣΤΕΡΝΤΑΜ			
Πυλώνας	Άξονας	Δείκτης	Επίδοση
Στρατηγική	Βαθμός φιλοδοξίας	Στόχος μείωσης των εκπομπών CO2 ως το 2020	34.29%
		Στόχος μείωσης της ενεργειακής κατανάλωσης ως το 2020	20%
		Ποσοστό ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ως το 2020	14%
	Αποδοτικότητα στην επίτευξη στόχων	Μεσοπρόθεσμα αποτελέσματα μείωσης των εκπομπών CO2	20% (2011)
		Μεσοπρόθεσμα αποτελέσματα μείωσης της ενεργειακής κατανάλωσης	-
		Μεσοπρόθεσμα αποτελέσματα στο ποσοστό ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση	-
	Ενεργειακή οικονομία & προγραμματισμός	Συνολικές χρηματικές δαπάνες για ενέργεια	-

<b>Ενεργειακό Προφίλ</b>		Βαθμός εναλλαγής μεταξύ παρόχων ενέργειας Συνολικό κεφάλαιο που διατίθεται για ΑΠΕ και ενεργειακή απόδοση	«υψηλός»  >69,533,000€
	<b>Ένταση ενεργειακής κατανάλωσης</b>	Κατά κεφαλήν κατανάλωση ενέργειας	20.7 MWh/έτος
		Ποσοστό αερίου/πετρελαίου στο ενεργειακό μείγμα	49.6%
		Ποσοστό ηλεκτρισμού στο ενεργειακό μείγμα	27.4%
	<b>Παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ</b>	Ένταση παραγωγής από ΑΠΕ	5.8%
	<b>Βιωσιμότητα</b>	Ικανότητα αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας (θερμική/ηλεκτρική) Συμπαραγωγή θερμότητας-ηλεκτρισμού	«υψηλή»  >560GWh/έτος
Αξιοποίηση καιρικών συνθηκών για την βελτιστοποίηση της ενεργειακής κατανάλωσης		«μέτρια»	
<b>Ενέργεια &amp; ΤΠΕ</b>	<b>Βαθμός ενσωμάτωσης των αυτοματισμών, έξυπνων μετρητών και ΤΠΕ στα κτίρια</b>	Συστήματα διαχείρισης και BEMS	«υψηλός»
	<b>Συστήματα πρόβλεψης</b>	Συστήματα πρόβλεψης	«χαμηλός»
	<b>Αξιοποίηση των</b>	Αξιοποίηση των	«υψηλή»

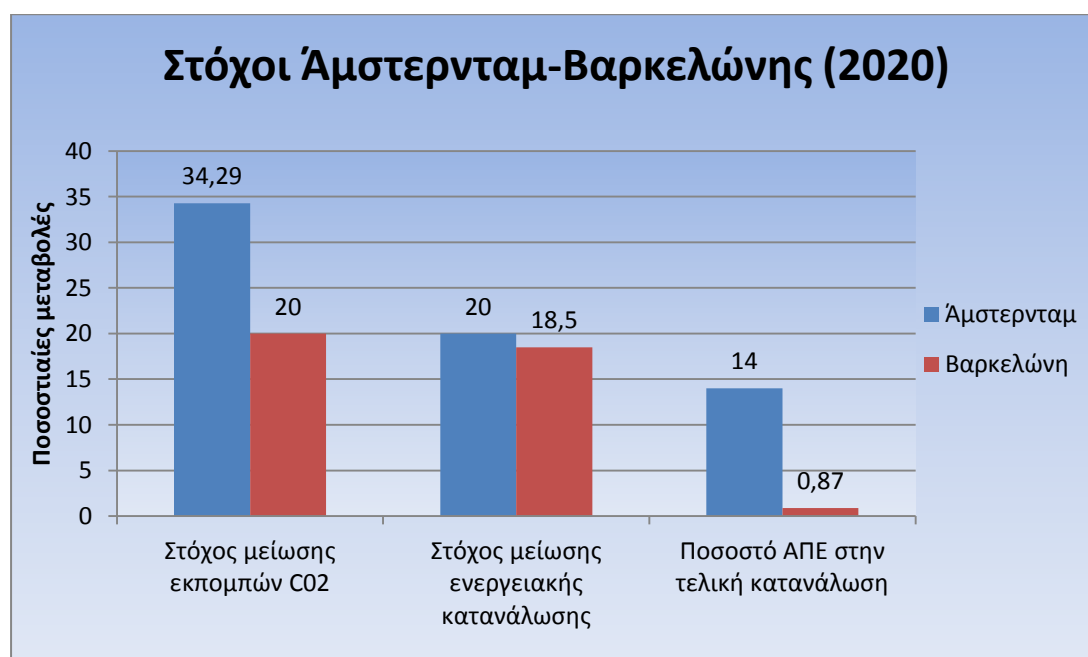
Βάση του παραπάνω πίνακα:

- Τα κελιά του πίνακα δίπλα σε συγκεκριμένους δείκτες που έχουν συμπληρωθεί με «-» υποδηλώνουν έλλειψη επαρκών διαθέσιμων δεδομένων για την απόκτηση μιας συνολικής εκτίμησης για την επίδοση της πόλης ως προς τον συγκεκριμένο δείκτη. Όπως παρατηρούμε, το μεγαλύτερο πρόβλημα και στο Άμστερνταμ και στην Βαρκελώνη εντοπίζεται στον άξονα *αποδοτικότητα στην επίτευξη στόχων* καθώς είναι πολύ δύσκολο να βρεθούν επαρκή, προσβάσιμα και αξιόπιστα στοιχεία για την αποτίμηση της πορείας των σχεδίων της πόλης και του κατά πόσον επιτυγχάνονται οι στόχοι που έχουν τεθεί.
- Στον δείκτη *βαθμός εναλλαγής μεταξύ παρόχων ενέργειας* το Άμστερνταμ λαμβάνει υψηλή βαθμολογία καθώς έχει ιδιωτικοποιήσει εδώ και χρόνια το σύστημα ενεργειακής τροφοδότησης του και σήμερα εξυπηρετείται από επτά διαφορετικούς παρόχους.
- Το Άστερνταμ έχει λάβει επίσης υψηλή βαθμολογία στον δείκτη *ένταση παραγωγής από ΑΠΕ* διότι πριν ακόμη την έναρξη υλοποίησης του σχεδίου ASC είχε ήδη ποσοστό διείσδυσης ΑΠΕ κοντά στο 6% (η Βαρκελώνη μόλις 0.57%), και διότι έχει θέσει έναν πολύ φιλόδοξο στόχο να ανεβάσει το ποσοστό συνεισφοράς των ΑΠΕ στο 14% ως το 2020 (η Βαρκελώνη στο μόλις 0.87%).
- Το Άμστερνταμ λαμβάνει υψηλή βαθμολογία στον δείκτη *ικανότητα αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας* λόγω της πληθώρας των διαφορετικών τεχνολογιών που χρησιμοποιεί, από την αξιοποίηση της γεωθερμίας (μέσω αντλιών θερμότητας αξιοποιεί τα φυσικές λίμνες που περικυκλώνουν την πόλη για να παρέχει ψύξη στα κτίρια) και τα συστήματα ATES ως τις αυτόνομες ηλεκτρικές μπαταρίες και τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα ως μονάδες αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας. Ωστόσο δεν υπάρχει μεγάλη διείσδυση των υδροηλεκτρικών μονάδων παραγωγής και των ηλιακών συλλεκτών. Αντίθετα, με εξαίρεση την καλή διείσδυση των ΑΠΕ, στον δείκτη *αξιοποίηση καιρικών συνθηκών για βελτιστοποίηση ενεργειακής κατανάλωσης στα κτίρια* λαμβάνει μέτρια βαθμολογία χάρις την χαμηλή αξιοποίηση των ηλιακών συλλεκτών (ειδικά σε σύγκριση με την Βαρκελώνη), γεγονός που ενεδεχομένως οφείλεται και στο κλίμα της πόλης.
- Το Άμστερνταμ χαρακτηρίζεται από σημαντική διείσδυση των ΤΠΕ σε πολλές πτυχές της πόλης και παρατηρείται ότι σε όλα τα έργα αυτού του τομέα προχωράει πάντα ένα βήμα πιο μπροστά από ότι τα αντίστοιχα συστήματα που εφαρμόζονται σε άλλες πόλεις αξιοποιώντας ταυτόχρονα και τα κοινωνικά μέσα δικτύωσης. Η επιτυχία αυτή του Άμστερνταμ οφείλεται στην στενή και πετυχημένη συνεργασία του δήμου με ιδιωτικούς κολοσσούς στον τομέα της τεχνολογίας όπως η Liander και η KPN. Τέλος, ως προς τα συστήματα πρόβλεψης που έχει υιοθετήσει η πόλη δεν εντοπίστηκαν επαρκή στοιχεία που να μπορούν αιτιολογήσουν μια υψηλή βαθμολογία σε αυτόν τον δείκτη.

## 4.6 Σύγκριση των δύο πόλεων: Βαρκελώνη-Άμστερνταμ

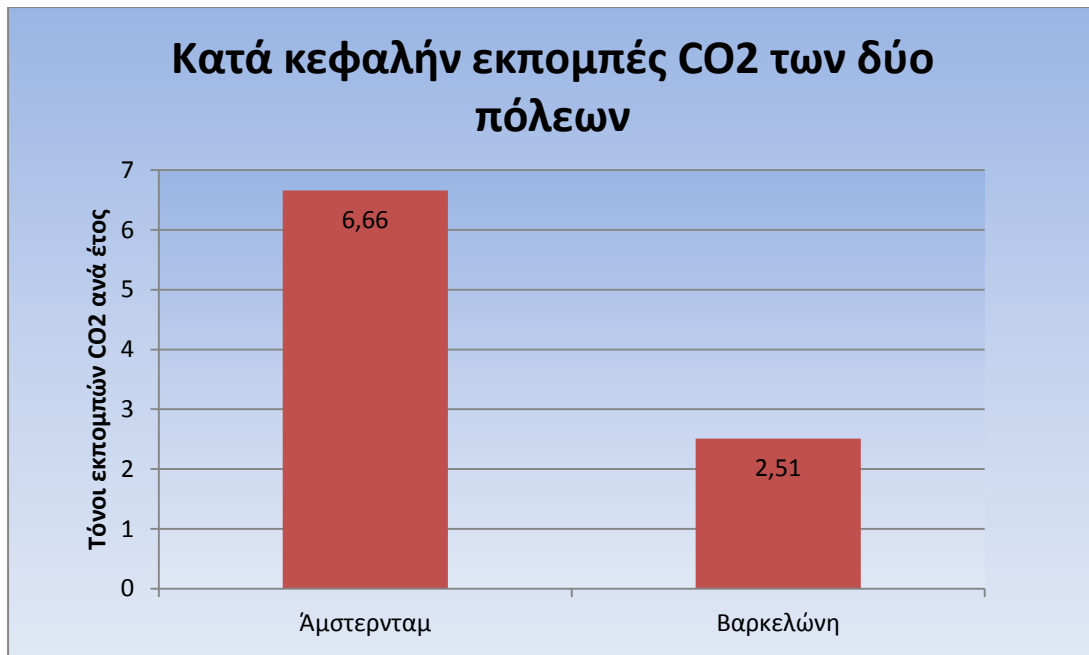
Το Άμστερνταμ και η Βαρκελώνη είναι δύο πόλεις που βρίσκονται κάθε χρόνο στις κορυφαίες θέσεις των κατατάξεων των έξυπνων πόλεων. Ενδεικτικά για το 2014, ο Αμερικανός αναλυτής κλιματικής στρατηγικής Boyd Cohen δημοσίευσε την ετήσια κατάταξη των πιο έξυπνων πόλεων στην Ευρώπη τοποθετώντας το Άμστερνταμ στην δεύτερη θέση και την Βαρκελώνη στην τέταρτη<sup>57</sup>. Σε αυτήν την ενότητα παρατίθενται τα σημαντικότερα στοιχεία του προφίλ των δύο πόλεων μαζί και επιχειρείται μια σύγκριση μεταξύ τους.

Όπως φαίνεται από το σχήμα 4.6-1 το Άμστερνταμ εμφανίζεται πιο φιλόδοξο ιδιαίτερα στον τομέα της μείωσης των εκπομπών CO<sub>2</sub> και της διείσδυσης των ΑΠΕ. Ωστόσο αυτό μπορεί να δικαιολογείται από το γεγονός ότι το Άμστερνταμ έχει σχεδόν τριπλάσιες κατά κεφαλήν εκπομπές CO<sub>2</sub> σε σχέση με την Βαρκελώνη (σχήμα 4.6-2). Επιπλέον το Άμστερνταμ έχει και υψηλότερη κατά κεφαλήν ενεργειακή κατανάλωση (σχήμα 4.6-3). Αυτά τα δύο χαρακτηριστικά του προφίλ της πόλης μπορεί να δικαιολογούν και τους πιο επιθετικούς στόχους που έχει θέσει σε σχέση με την Βαρκελώνη, η οποία χρειάζεται να κάνει περισσότερες προσπάθειες για την ενίσχυση του ποσοστού συμμετοχής των ΑΠΕ στην ενεργειακή κατανάλωση, δείκτης στον οποίο το Άμστερνταμ υπερτερεί (σχήμα 4.6-4).

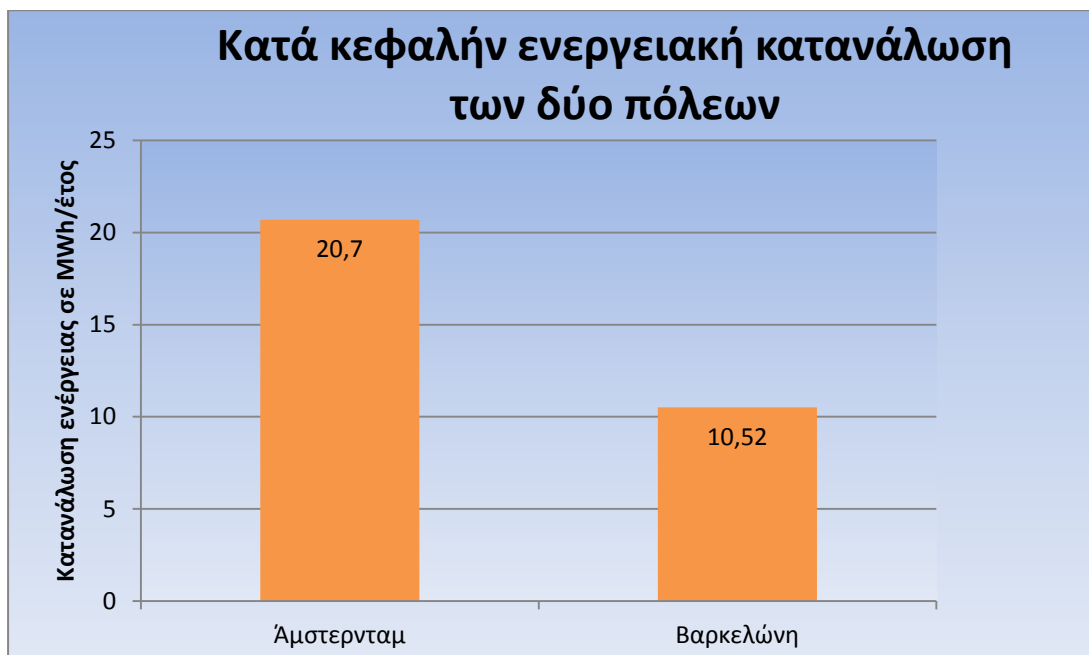


Σχήμα 4.6-1 Επιμέρους στόχοι των δύο πόλεων στους τομείς εκπομπών CO<sub>2</sub>, ενεργειακής κατανάλωσης και ΑΠΕ.

<sup>57</sup> Πηγή: <https://www.fastcoexist.com/3024721/the-10-smartest-cities-in-europe>

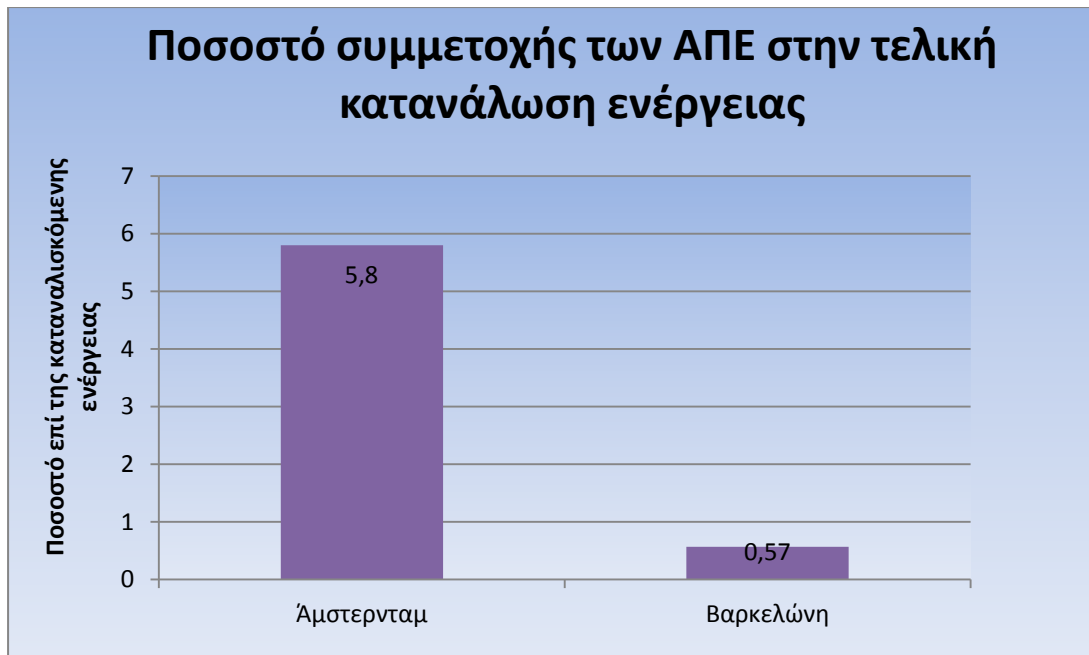


Σχήμα 4.6-2 Κατά κεφαλήν εκπομπές CO2 σε τόνους/έτος για τις δύο πόλεις.



Σχήμα 4.6-3 Ετήσια κατά κεφαλήν ενεργειακή κατανάλωση των δύο πόλεων.





Σχήμα 4.6-4 Ποσοστό συνεισφοράς των ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας των δύο πόλεων.

## 5 Κεφάλαιο: Συμπεράσματα και Προοπτικές

Στο κεφάλαιο αυτό ανακεφαλαιώνονται τα βασικά συμπεράσματα της εργασίας και γίνονται προτάσεις για μελλοντική μελέτη και έρευνα.

Από την βιβλιογραφική έρευνα συμπαιρένεται ότι η πλειοψηφία των διαθέσιμων μεθοδολογιών και τεχνικών που έχουν αναπτυχθεί για την αξιολόγηση των έξυπνων πόλεων εστιάζουν μόνο σε ορισμένες από τις πτυχές της έννοιας αυτής, όπως οι υποδομές ΤΠΕ, το ανθρώπινο δυναμικό, η διακυβέρνηση ή η εκπαίδευση. Πιθανόν αυτό απορρέει από το γεγονός ότι η έννοια της έξυπνης πόλης είναι ακόμη αναδυόμενη και η ανάπτυξη ενός ενιαίου πλαισίου για την αξιολόγηση της είναι υπό εξέλιξη. Επιπλέον, πολλές μελέτες εστιάζουν σε μία συγκεκριμένη εφαρμογή-πόλη με αποτέλεσμα να στερούνται γενικότητας. Η ανάπτυξη ενός ενιαίου και διεθνούς πλαισίου αξιολόγησης της ευφύιας των πόλεων, το οποίο θα είναι εφαρμόσιμο σε κάθε περίπτωση και σκοπό, αποτελεί ακόμη πρόκληση.

Από την εφαρμογή της μεθοδολογίας προκύπτουν τα ακόλουθα:

- Η διαθεσιμότητα των απαιτούμενων δεδομένων καθώς και η ποιότητα αυτών επηρεάζουν καθοριστικά την επιτυχή εφαρμογή της μεθόδου και κατ'επέκταση την εξαγωγή ακριβών και έγκυρων συμπερασμάτων για την ευφύια της πόλης. Σημαντική δυσκολία παρουσιάστηκε κατά την αναζήτηση έγκυρων και επίσημων δεδομένων για την αξιολόγηση της πόλης ως προς τον άξονα *αποδοτικότητα στην επίτευξη στόχων*. Ο πιθανότερος λόγος είναι η μη δημοσιοποίηση από τις επίσημες αρχές της πόλης των μεσοπρόθεσμων αποτελεσμάτων για την πρόοδο των έργων που έχουν σχεδιαστεί για την επίτευξη των μακροπρόθεσμων στόχων τους (το έτος 2020 για τις περιπτώσεις που εξετάστηκαν στην παρούσα εργασία).
- Κατά την εφαρμογή της μεθοδολογίας συχνά αντιμετωπίστηκε πρόβλημα ως προς την ποιότητα και την μορφή των διαθέσιμων δεδομένων. Πολλά στοιχεία είναι συγκεντρωμένα σε μεγάλες κατηγορίες (για παράδειγμα δεδομένα υπό την μορφή *ενεργειακή κατανάλωση του τομέα υπηρεσιών της πόλης* ή *ενεργειακή κατανάλωση στον οικιακό τομέα* κτλ.) ή διαθέσιμα σε εθνικό επίπεδο όπως *ποσοστό συμμετοχής των ΑΠΕ στην παραγωγή ηλεκτρισμού της Ολλανδίας* ή *στόχος μείωσης εκπομπών CO<sub>2</sub> για όλη τη χώρα συνολικά*. Επιπροσθέτως, κατά την συλλογή δεδομένων υπάρχει ο κίνδυνος πρόσκρουσης σε μη συμβατά μεταξύ τους στοιχεία (ή ακόμη χειρότερα και αντικρουόμενα) καθώς διαφοροποιούνται οι πηγές προέλευσης τους. Παράλληλα η έλλειψη επαρκούς επεξήγησης που να συνοδεύει τα διαθέσιμα στοιχεία μπορεί να δυσχαιράνει περαιτέρω την διαδικασία συλλογής τους. Για παράδειγμα ένα στοιχείο το οποίο δίνεται υπό την μορφή *«η κατανάλωση του Άμστερνταμ είναι X MWh/έτος»* ενέχει τις εξής πηγές ασάφειας:
  - Δεν είναι ξεκάθαρο αν ως 'Άμστερνταμ' υπονοείται η ευρύτερη μητρόπολη ή ο δήμος.
  - Δεν διασαφηνίζεται ποιους ακριβώς καταναλωτές αφορά αυτή η κατανάλωση. Θα μπορούσε κανείς να θεωρήσει ότι αφορά αυστηρά μόνο εκείνους που

ελέγχει άμεσα ο δήμος και άλλος να το ερηνεύσει ότι αφορά όλους τους πολίτες συμπεριλαμβανομένου και των ιδιωτικών κτιρίων, κατοικίες, εγκαταστάσεις κτλ.

- Στην αξιολόγηση της πόλης υπεισέρχονται δύο πηγές αβεβαιότητας: ως προς τα δεδομένα εισόδου (για τους λόγους που αναφέρθηκαν ανωτέρω) και ως προς την επιτυχή ολοκλήρωση και αποτελεσματικότητα των δράσεων που σχεδιάζει η πόλη. Για παράδειγμα, ο δήμος της Βαρκελώνης στο πρόγραμμα PECQ που έχει εκπονήσει δίνει και προβλέψεις για τον βαθμό υλοποίησης των δράσεων του προγράμματος για την επίτευξη των στόχων που έχουν τεθεί ως το 2020. Πέρα από την αναγνώριση αυτών των πηγών αβεβαιότητας, η μεθοδολογία που εφαρμόστηκε επιδιώκει να καταγράψει την στιγμιαία εικόνα της πόλης αλλά και να βαθμολογήσει την προσπάθεια και την λήψη δράσεων από αυτήν και όχι μόνο την αποτελεσματικότητά τους.
- Η ανάλυση των πόλεων με βάση τους δείκτες που συνιστούν την μεθοδολογία καταδεικνύει με επιτυχία τα δυνατά και τα αδύναμα σημεία μιας έξυπνης πόλης, ιδιαίτερα όταν αυτή συγκρίνεται με άλλες. Για παράδειγμα στο Άμστερνταμ η αδυναμία εντοπίζεται στον πυλώνα Ενεργειακό Προφίλ όπου καταγράφει υψηλή κατά κεφαλήν ενεργειακή κατανάλωση και εκπομπές CO<sub>2</sub> ενώ στη Βαρκελώνη στον πυλώνα Παραγωγή Ενέργειας από ΑΠΕ. Ενώ η Βαρκελώνη έχει λαβει ευρείες και πετυχημένες δράσεις στον τομέα της εξοικονόμησης ενέργειας μέσω ΑΠΕ, η αξιοποίηση τους στην παραγωγή ενέργειας δεν έχει προχωρήσει όσο θα έπρεπε.
- Η τελική εικόνα που διαμορφώνεται για την πόλη είναι συνεκτική καθώς οι δείκτες είναι αυστηρώς επιλεγμένοι για να αποτυπώσουν πληροφορία που σχετίζεται με τον τομέα της ενέργειας της πόλης χωρίς να παρεκκλίνουν σε δεδομένα άλλου είδους. Με αυτόν τον τρόπο αποφεύγεται σύγχυση των αποτελεσμάτων. Επιπλέον η κατανόηση των αποτελεσμάτων δεν απαιτεί εξειδικευμένες γνώσεις γεγονός που καθιστά το σύνολο των δεικτών ένα εύχρηστο εργαλείο που θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν όλοι οι ενδιαφερόμενοι (δημοτικές αρχές, επενδυτές, πολίτες).
- Οι δείκτες που αποτελούν το μοντέλο αξιολόγησης είναι αρκετά ευέλικτοι, δηλαδή μπορούν να προσαρμοστούν ανάλογα με τις απαιτήσεις και προδιαγραφές της εκάστοτε εφαρμογής. Για παράδειγμα, το Άμστερνταμ έχει θέσει τους στόχους που συνιστούν τον άξονα *βαθμός φιλοδοξίας* με χρονικό ορίζοντα το έτος 2025 και όχι το 2020 που έχει επιλέξει η Βαρκελώνη. Αυτό δεν δημιουργεί κανένα πρόβλημα και καμία σύγχυση στην ανάλυση, καθώς οι δείκτες μπορούν να προσαρμοστούν στην περίπτωση του Άμστερνταμ χωρίς να παραχθούν σφάλματα στην τελική εξαγωγή συμπερασμάτων κατά την αξιολόγηση της πόλης. Ωστόσο απαιτείται εφαρμογή της μεθόδου σε μεγάλο αριθμό πόλεων και ενδεχομένως και διεξαγωγή ανάλυσης ευαισθησίας για να πιστοποιηθεί ότι η ορθότητα των παραγόμενων αποτελεσμάτων του μοντέλου είναι ανεξάρτητη των μεταβολών που εισάγει η εκάστοτε εφαρμογή.

- Μέσα από την παρουσίαση των δύο περιπτώσεων αναδεικνύεται η δυσκολία του εγχειρήματος ριζικού μετασχηματισμού ενός πολύπλοκου συστήματος όπως είναι η πόλη. Η δυσκολία προκύπτει από:
  1. την ανάγκη συνεργασίας και συντονισμού πολλών και διαφορετικών μεταξύ τους φορέων
  2. την έλλειψη ευαισθητοποίησης των πολιτών σχετικά με την κλιματική αλλαγή ή την εξοικονόμηση ενέργειας γεγονός που οδηγεί σε χαμηλή συμμετοχή, το οποίο με τη σειρά του δυσχαιρένει την ευρεία υιοθέτηση δράσεων
  3. την δυσκολία ανεύρεσης χρηματοδότησης του όλου εγχειρήματος.

Το μοντέλο έχει δυνατότητες να βελτιωθεί σε ορισμένα σημεία και να αναπτυχθεί περαιτέρω καθώς και να δοκιμαστεί σε πλήθος εφαρμογών προς καλύτερη τυποποίηση του. Ενδεικτικά προτείνεται ο εμπλουτισμός του πυλώνα Ενεργειακό Προφίλ με περισσότερους δείκτες. Για παράδειγμα ο άξονας *ένταση ενεργειακής κατανάλωσης* θα μπορούσε να περιλαμβάνει δείκτες για την κατανάλωση σε επιμέρους τομείς όπως οι μεταφορές, τα κτίρια, ο δημόσιος φωτισμός κτλ. Οι δείκτες αυτοί θα μπορούσαν να ανατεθούν στους ήδη υπάρχοντες τρεις γενικούς δείκτες που συνιστούν τον άξονα. Με αυτόν τον τρόπο λαμβάνεται ακριβέστερη εικόνα για την ενεργειακή κατανάλωση της πόλης και εντοπίζονται ευκολότερα οι αδυναμίες της και κατ'επέκταση τα σχέδια δράσης που πρέπει να ληφθούν.

Επιπλέον το μοντέλο μπορεί να ενταχθεί ως εργαλείο σε ένα πλαίσιο δράσεων. Συγκεκριμένα η εφαρμογή του μπορεί να παρεμβάλλεται μεταξύ της υλοποίησης διαδοχικών δράσεων στην πόλη. Η αξιοποίηση του εργαλείου για την αξιολόγηση της πόλης πριν και μετά την υλοποίηση μιας δράσης θα αναδεικνύει καλύτερα τις επιπτώσεις της πάνω στην πόλη από ότι η εφαρμογή της μεθόδου μετά την λήψη δέσμης δράσεων.

Τέλος είναι σημαντικό η μεθοδολογία να κοινοποιηθεί και να προωθηθεί μεταξύ των διαμορφωτών πολιτικής και ενδιαφερομένων της έξυπνης πόλης προκειμένου να αντιληφθούν όλοι οι εμπλεκόμενοι φορείς την σημασία των τριών πυλώνων-Στρατηγική, Ενεργειακό Προφίλ, Ενέργεια & ΤΠΕ- στην επίτευξη της έξυπνης πόλης.

## 6 Βιβλιογραφία

- [1] World Health Organization, Urban Health Observatory  
[http://www.who.int/gho/urban\\_health/situation\\_trends/urban\\_population\\_growth\\_text/en/](http://www.who.int/gho/urban_health/situation_trends/urban_population_growth_text/en/)
- [2] Chourabi, H., Gil-Garcia, J., R., Pardo, T., Nam, T., Mellouli, S., Scholl, H., J., Walker, S., and Nahon, K., (2012), Understanding Smart Cities: An Integrative Framework. In International Conference on System Sciences, 2012, Hawaii, DOI 10.1109/HICSS.2012.615
- [3] Sugeeswari, L., Marasinghe, A., (2013), Developing a Smart City Model that Ensures the Optimum Utilization of Existing Resources in Cities of All Sizes. In International Conference on Biometrics and Kansei Engineering, 2013, DOI 10.1109/ICBAKE.2013.40
- [4] Ajutament de Barcelona, The energy, climate change and air quality plan of Barcelona (PECQ 2011-2020). Διαθέσιμο στο διαδίκτυο: [https://w110.bcn.cat/MediAmbient/Continguts/Vectors\\_Ambientals/Energia\\_i\\_qualitat\\_ambiental/Documents/Traduccions/PECQ\\_english\\_def01.pdf](https://w110.bcn.cat/MediAmbient/Continguts/Vectors_Ambientals/Energia_i_qualitat_ambiental/Documents/Traduccions/PECQ_english_def01.pdf)
- [5] Ajutament de Barcelona, The energy, climate change and air quality plan of Barcelona (PECQ 2011-2020). Διαθέσιμο στο διαδίκτυο: [https://w110.bcn.cat/MediAmbient/Continguts/Vectors\\_Ambientals/Energia\\_i\\_qualitat\\_ambiental/Documents/Traduccions/PECQ\\_english\\_def01.pdf](https://w110.bcn.cat/MediAmbient/Continguts/Vectors_Ambientals/Energia_i_qualitat_ambiental/Documents/Traduccions/PECQ_english_def01.pdf)
- [6] Sugeeswari, L., Marasinghe, A., (2013), Developing a Smart City Model that Ensures the Optimum Utilization of Existing Resources in Cities of All Sizes. In International Conference on Biometrics and Kansei Engineering, 2013, DOI 10.1109/ICBAKE.2013.40
- [7] Cohen B., (2012), *What exactly is a smart city?*  
<http://www.fastcoexist.com/1680538/what-exactly-is-a-smart-city>
- [8] *Why we need smart cities?* Διαθέσιμο στο : <http://www.hitachi.com/products/smartcity/vision/index.html>
- [9] Hitachi's vision on smart cities, διαθέσιμο στο: <http://www.hitachi.com/products/smartcity/download/pdf/whitepaper.pdf>
- [10] Bach, B., Wilhelmer, D., Palensky, P., (2010), Smart buildings, smart cities and governing innovation in the new millennium. Διαθέσιμο στο [www.ieeexplore.ieee.org](http://www.ieeexplore.ieee.org)
- [11] Covenant of Mayors  
[http://www.covenantofmayors.eu/about/signatories\\_en.html](http://www.covenantofmayors.eu/about/signatories_en.html)

- [12] Morvaj, B., Lugaric, L., Krajcar, S., (2011) Demonstrating Smart Buildings and Smart Grid features in a Smart Energy City. In proceedings of the 3<sup>rd</sup> International Youth Conference on Energetics, Leiria, IEEE
- [13] Morvaj, B., Lugaric, L., Krajcar, S., (2011) Demonstrating Smart Buildings and Smart Grid features in a Smart Energy City. In proceedings of the 3<sup>rd</sup> International Youth Conference on Energetics, Leiria, IEEE
- [14] International Energy Agency, Technology Roadmap, Smart Grids 2014  
Διαθέσιμο στο: <http://www.iea.org/topics/electricity/subtopics/smartgrids/>
- [15] International Energy Agency, Technology Roadmap, Smart Grids 2014  
Διαθέσιμο στο: <http://www.iea.org/topics/electricity/subtopics/smartgrids/>
- [16] Karnouskos, S., (2011) Demand Side Management via Prosumer Interactions in a Smart City Energy Marketplace. In 2nd International Conference and Exhibition on Innovative Smart Grid Technologies (ISGT Europe), IEEE.
- [17] United Nations Environment Programme, Buildings and climate change  
[http://www.unglobalcompact.org/docs/issues\\_doc/Environment/climate/Buildings\\_and\\_climate\\_change.pdf](http://www.unglobalcompact.org/docs/issues_doc/Environment/climate/Buildings_and_climate_change.pdf)
- [18] Chourabi, H., Gil-Garcia, J., R., Pardo, T., Nam, T., Mellouli, S., Scholl, H., J., Walker, S., and Nahon, K., (2012), Understanding Smart Cities: An Integrative Framework. In International Conference on System Sciences, 2012, Hawaii, DOI 10.1109/HICSS.2012.615
- [19] Giffinger, R., Fertner, C., Kramar, H., Kalasek R., Pichler-Milanovic, N., and Meijers, E., (2007), Smart Cities: Ranking of European Medium-Sized Cities, Vienna, Austria, διαθέσιμο στο: <http://www.smartcities.eu/>.
- [20] Carli, R., Dotoli, M., Pellegrino, R., Ranieri, L., (2013), Measuring and Managing the Smartness of Cities: a Framework for Classifying Performance Indicators, in International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, IEEE. DOI 10.1109/SMC.2013.223
- [21] European Institute for Energy Research, διαθέσιμο στο: <http://http://www.eifer.uni-karlsruhe.de/spip.php?rubrique12>
- [22] Schomaker, M., Development of environmental indicators in UNEP. In: Land Quality Indicators and Use in Sustainable Agriculture and Rural Development, Jan. 25-26, 1996, Rome, pp. 326-332.
- [23] Carli, R., Dotoli, M., Pellegrino, R., Ranieri, L., (2013), Measuring and Managing the Smartness of Cities: a Framework for Classifying Performance Indicators, in International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, IEEE. DOI 10.1109/SMC.2013.223

- [24] Xu, Q., Wu, Z., Wang, L., (2012), Study on Strategic Schema of Smart Cities, in Proceedings of ISMOT, IEEE.
- [25] Xu, Q., Wu, Z., (2012), A study on Strategy Schema for Smart Cities Based on the Innovation Driven, in Proceedings of ISMOT, IEEE.
- [26] Xu, Q., Wu, Z., Wang, L., (2012), Study on Strategic Schema of Smart Cities, in Proceedings of ISMOT, IEEE.
- [27] Wikipedia.org, available on the internet:  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Renewable\\_energy](http://en.wikipedia.org/wiki/Renewable_energy)
- [28] R.G. Hollands, “Will the real smart cities please stand up?”, City, December 2008, 303-320, DOI: <http://10.1080/10630732.2011.601103>
- [29] Wikipedia.org, available on the internet:  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Renewable\\_energy](http://en.wikipedia.org/wiki/Renewable_energy)
- [30] Lovehagen, N., Bondesson, A., (2013) Evaluating sustainability of using ICT solutions in smart cities-methodology requirements, in Proceedings of the First International Conference on Information and Communication Technologies for Sustainability, ETH, Zurich, February 14-16, 2013, DOI: <http://dx.doi.org/10.3929/ethz-a-007337628>
- [31] International Energy Agency, διαθέσιμο στο διαδίκτυο:  
<http://www.iea.org/aboutus/faqs/energyefficiency/>
- [32] Hong, I., Byun, J., Park, S., (2012) Cloud Computing-based Building Energy Management System with ZigBee Sensor Network, in 6<sup>th</sup> International Conference on Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing”, 2012, DOI: 10.1109/IMIS.2012.20
- [33] Cho, I., Shen, C-C., Potbhare, S., Bhattacharyya, S. S., and Goldsman, N., (2011), Design Methods for Wireless Sensor Network Building Energy Monitoring Systems, in 6<sup>th</sup> International Workshop on Practical Issues in Building Sensor Network Applications, IEEE.
- [34] Horvath, B., (2012), Forecasting of travel demand in urban public transport, in 16th International Conference on Intelligent Engineering Systems.
- [35] Zhang, H., Zhai, C., Zhang, X., (2008), Forecasting Water Resources Demand Based on Complex System Dynamics: a Case Study of Tianjin City, in International Seminar on Future BioMedical Information Engineering, 2008, DOI: 10.1109/FBIE.2008.106
- [36] Carli, R., Dotoli, M., Pellegrino, R., Ranieri, L., (2013), Measuring and Managing the Smartness of Cities: a Framework for Classifying Performance



Indicators, in International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, IEEE. DOI 10.1109/SMC.2013.223

[37] R. Stahlavsky, Amsterdam Smart City Project, High Performance Delivered, Accenture, Prague, May 24, 2011. Διαθέσιμο στο [www.top-expo.cz](http://www.top-expo.cz)

[38] Mastercard's "Worldwide Centers of Commerce Index 2008", available on the internet:  
[http://www.mastercard.com/us/company/en/insights/pdfs/2008/MCWW\\_WCoC-Report\\_2008.pdf](http://www.mastercard.com/us/company/en/insights/pdfs/2008/MCWW_WCoC-Report_2008.pdf)

[39] Διαθέσιμο στο διαδίκτυο: <http://www.nfia.co.uk/amsterdam.html>

[40] European Green City Siemens Report, διαθέσιμο στο διαδίκτυο:  
[http://www.siemens.com/press/pool/de/events/corporate/2009-12-Cop15/European\\_Green\\_City\\_Index.pdf](http://www.siemens.com/press/pool/de/events/corporate/2009-12-Cop15/European_Green_City_Index.pdf)

[41] R. J. Calje, (2009) Future use of Aquifer Thermal Energy Storage below the historic center of Amsterdam, Master Study Hydrology, TU Delft, 2009. Διαθέσιμο στο διαδίκτυο:  
[http://www.citg.tudelft.nl/fileadmin/Faculteit/CiTG/Over\\_de\\_faculteit/Afdelingen/Afdeling\\_watermanagement/Secties/waterhuishouding/Leerstoelen/Hydrologie/Education/MSc/Past/doc/Calje\\_2010.pdf](http://www.citg.tudelft.nl/fileadmin/Faculteit/CiTG/Over_de_faculteit/Afdelingen/Afdeling_watermanagement/Secties/waterhuishouding/Leerstoelen/Hydrologie/Education/MSc/Past/doc/Calje_2010.pdf)