



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

**Διερεύνηση Μονοπατιών Βιώσιμης Ενεργειακής Μετάβασης
προς Οικονομίες Χαμηλού Άνθρακα: Η Περίπτωση του
Ενεργειακού Νομίσματος**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Αθανάσιος Τερζάκης

Επιβλέπων Καθηγητής: Χάρης Δούκας
Επ. Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Ιούλιος 2017



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

**Διερεύνηση Μονοπατιών Βιώσιμης Ενεργειακής Μετάβασης
προς Οικονομίες Χαμηλού Άνθρακα: Η Περίπτωση του
Ενεργειακού Νομίσματος**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Αθανάσιος Τερζάκης

Επιβλέπων Καθηγητής: Χάρης Δούκας

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 20^η Ιουλίου 2017.

.....
Χ. Δούκας
Επίκουρος Καθηγητής ΕΜΠ

.....
Ι. Ψαρράς
Καθηγητής ΕΜΠ

.....
Δ. Ασκούνης
Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Ιούλιος 2017

Αθανάσιος Ι. Τερζάκης

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

Copyright © Αθανάσιος Ι. Τερζάκης, 2017.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό η 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 το συγγραφέα.

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

Αφιερώνεται στη μνήμη του αδερφού μου, Γιώργου

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στον τομέα Ηλεκτρικών Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Αποφάσεων της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του ΕΜΠ, στα πλαίσια των ερευνητικών δραστηριοτήτων του Εργαστηρίου Συστημάτων Αποφάσεων και Διοίκησης.

Αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση των μονοπατιών βιώσιμης ενεργειακής ανάπτυξης που μπορούν να ακολουθήσουν οι πόλεις και οι χώρες σήμερα προκειμένου να μετατραπούν σε περιοχές χαμηλού άνθρακα και το πώς προς την κατεύθυνση αυτή θα μπορούσε να συμβάλει η υλοποίηση του συστήματος του ψηφιακού ενεργειακού νομίσματος.

Υπεύθυνος και επιβλέπων κατά την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας ήταν ο Επίκουρος Καθηγητής κ. Χ. Δούκας στον οποίο οφείλω ιδιαίτερες ευχαριστίες για την ανάθεση αυτής και τη δυνατότητα που μου δόθηκε να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον θέμα, καθώς και για την πολύτιμη υποστήριξη και καθοδήγηση που μου παρείχε κατά τη συγγραφή της εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου που βρίσκεται δίπλα μου σε κάθε βήμα της ζωής μου, τους σχολικούς μου φίλους οι οποίοι είναι συνοδοιπόροι στη ζωή μου αλλά και όλους τους συμφοιτητές μου με τους οποίους μοιραστήκαμε μοναδικές εμπειρίες και προσέδωσαν ένα ξεχωριστό πρόσημο σε αυτά τα 5 ξεχωριστά χρόνια.

Τερζάκης Αθανάσιος,

Ιούλιος 2017

Περίληψη

Η κλιματική αλλαγή και οι οδυνηρές της επιπτώσεις είναι πλέον επιστημονικά αποδεδειγμένες και θέτουν τον κίνδυνο της βιωσιμότητας ολόκληρου του πλανήτη Γη. Κρίνεται επομένως άμεση και αδήριτη η ανάγκη για τη χάραξη μιας στρατηγικής βιώσιμης ενεργειακής μετάβασης προς μία κοινωνία και οικονομία χαμηλού άνθρακα.

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματεύεται τη θεώρηση και τη διαδικασία επίτευξης της μετάβασης αυτής, η οποία δεν αφορά μόνο τον ενεργειακό τομέα αλλά επεκτείνεται σε όλους τους τομείς της κοινωνικής ζωής. Αναλύονται με γνώμονα τις νέες τεχνολογίες και την καινοτομία σε βάθος ενέργειες και μηχανισμοί οι οποίοι θα μπορούσαν να δώσουν απάντηση στις σύγχρονες προκλήσεις που αντιμετωπίζει ο πλανήτη Γη και να οδηγήσουν σε ένα πιο βιώσιμο μέλλον.

Χαρακτηριστικά, πραγματοποιείται σε πρώτο στάδιο εκτενής ανάλυση του όρου της έξυπνης ενεργειακής πόλης η οποία αποτελεί και την απάντηση στο φαινόμενο της έντονης αστικοποίησης με την αναλυτική παράθεση της διαδικασίας μετατροπής μίας πόλης σε έξυπνη. Τέλος, η αναζήτηση για μηχανισμούς μετάβασης καταλήγει με αφορμή τις τωρινές τάσεις της τεχνολογίας στο ενεργειακό νόμισμα, ένα ψηφιακό νόμισμα που αναπαριστά διαθέσιμη ενέργεια και αποτελεί πιθανή λύση στο ζήτημα της βιωσιμότητας του πλανήτη.

Λέξεις κλειδιά: βιώσιμη ενεργειακή μετάβαση, κλιματική αλλαγή, ενεργειακό νόμισμα, ergos, Blockchain, έξυπνη ενεργειακά πόλη

ABSTRACT

Climate change and its very negative impact are now scientifically proven and pose an immediate threat upon the sustainability of the whole planet. As a result, the need for immediate action and creation of a plan for the sustainable energy transition towards economies and societies of low carbon footprint is considered of high necessity.

This diploma thesis deals with the consideration and the process of achieving this transition, which is not only a case of the energy sector but its extent covers all aspects of social life. Based on the new technologies and innovation, actions and mechanisms that can possibly give an answer to the modern challenges that the world faces and lead to a more sustainable future are being analyzed.

More specifically, at first stage there is an extensive analysis of the meaning of smart energy city which is the answer to the phenomenon of intense urbanization accompanied with the analytic disclosure of the process of making a city smart. Finally, the research of mechanisms for the transition concludes based on the current trends of technology to the energy currency, a digital currency that relates to available energy and that can possibly aid solve the problem of the sustainability of our world.

Key-words: sustainable energy transition, climate change, energy currency, ergos, Blockchain, smart energy city

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1.....	12
Εισαγωγή.....	12
1.1 Σκοπός και Αντικείμενο	13
1.2 Δομή	14
Κεφάλαιο 2.....	16
Διαχείριση ορυκτών πόρων από τα πετρελαιοπαραγωγά κράτη	16
2.1 Εισαγωγή	17
2.2 Ορισμός: οικονομική εκμετάλλευση των φυσικών πόρων	17
2.3 Τελευταίες τάσεις στις εισαγωγές ορυκτών καυσίμων της Ε.Ε.	18
2.4 Η κατάσταση στο φυσικό αέριο και στον άνθρακα	22
2.5 Οι περιπτώσεις της Ρωσίας και της Σαουδικής Αραβίας	24
2.5.1 Ρωσία.....	24
2.5.2 Σαουδική Αραβία.....	26
2.6 Η οικονομική εκμετάλλευση των πόρων και πιθανές απαντήσεις στον κορεσμό της χρήσης του πετρελαίου	30
2.7 Συμπεράσματα.....	32
Κεφάλαιο 3.....	36
Η Κλιματική Αλλαγή και η Ενεργειακή Παγίδα	36
3.1 Εισαγωγή	37
3.2 Επιπτώσεις Κλιματικής Αλλαγής	37
3.2.1 Τα Αέρια του Θερμοκηπίου	39
3.2.2 Το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου	41
3.2.3 Αποδείξεις της Κλιματικής Αλλαγής.....	41
3.3 Η Ενεργειακή Παγίδα	43
Κεφάλαιο 4.....	46
Ανάλυση της βιώσιμης ενεργειακής μετάβασης	46
4.1 Σχεδιάζοντας μία οικονομία για τη βιώσιμη ενεργειακή μετάβαση	47
4.2 Διαδικασία επίτευξης της μετάβασης.....	48
4.2.1 Η Ευρωπαϊκή Ένωση πρωτοπόρος στην κλιματική αλλαγή	49
4.2.2 Ορισμός της εθνικά καθορισμένης πρόθεσης συνεισφοράς (Intended Nationally Determined Contributions –INDC).....	49
4.3 Ο Ρόλος των Κυβερνήσεων.....	50
4.4 Περικοπή των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα από όλους τους τομείς	54
4.4.1 Παραγωγή Ενέργειας.....	54

4.4.2 Βιομηχανία.....	55
4.4.3 Κατασκευές.....	56
4.4.4 Μεταφορές.....	57
4.5 Η προοπτική τεχνολογιών που αφαιρούν το διοξείδιο του άνθρακα από τον αέρα.....	58
4.6 Οι αναγκαίες επενδύσεις για την ενεργειακή μετάβαση.....	59
4.7 Συμπεράσματα.....	60
Κεφάλαιο 5.....	64
Αποκεντρωμένη Παραγωγή και Έξυπνες Ενεργειακά Πόλεις.....	64
5.1 Δημογραφικό Ζήτημα- Συγκέντρωση πληθυσμών στα αστικά κέντρα.....	65
5.2 Ορίζοντας την Έξυπνη Πόλη.....	65
5.3 Περιγραφή του πλαισίου για τις έξυπνες πόλεις.....	69
5.3.1 Ενεργειακά Έξυπνες Πόλεις.....	71
5.4 Η προοπτική των Αραβικών κρατών.....	71
5.4.1 Οι έξυπνες πόλεις στο Εμιράτο του Άμπου Ντάμπι: Η περίπτωση της πόλης Μάζνταρ.....	73
5.4.2 Estidama.....	74
5.4.3 Το σύστημα αξιολόγησης με τα “μαργαριτάρια” για το πρόγραμμα Estidama.....	75
5.4.4 Η πόλη Μάζνταρ.....	77
5.4.5 Παρουσίαση της πόλης Riyadh.....	79
5.4.6 Η στρατηγική και το πλάνο για τη μετατροπή της Riyadh σε έξυπνη πόλη.....	79
5.4.7 Ο ρόλος της πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών για τη μετατροπή της Riyadh σε έξυπνη πόλη.....	80
5.4.8 Ο ρόλος των οργανισμών και των ανθρώπων στη Riyadh για τη μετατροπή της σε έξυπνη.....	81
5.4.9 Το περιβάλλον στην έξυπνη πόλη Riyadh.....	81
5.4.10 Επιτεύγματα για το μέλλον.....	84
5.5 Έξυπνες Πόλεις- Η προοπτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης.....	86
5.6 Έξυπνες Εφαρμογές.....	94
5.7 Blockchain.....	99
5.8 Το Microgrid του Μπρούκλιν.....	100
Κεφάλαιο 6.....	106
Η έννοια του Ενεργειακού Νομίματος και η συνεισφορά του στην Ενεργειακή Μετάβαση...106	
6.1 Έξυπνα συστήματα διαχείρισης της ενέργειας.....	107
6.1.1 Πεδίο Ενδιαφέροντος.....	108
6.1.2 Διαχείριση της ενεργειακής ζήτησης: στόχοι και πολιτικές κινήτρων.....	109

6.2 Ιστορική Αναδρομή	111
6.3 Κατηγοριοποίηση Ενεργειακών Νομισμάτων	112
6.4 Εκτονώνοντας την ενεργειακή παγίδα: ενεργειακά νομίματα και η βιώσιμη ενεργειακή μετάβαση	114
6.4.1 Χαρακτηριστικά κοινοτήτων που υιοθετούν το ενεργειακό νόμισμα	115
Κεφάλαιο 7	118
Παραδείγματα Ενεργειακών Νομισμάτων και Ενσωμάτωση τους στις Έξυπνες Πόλεις	118
7.1 Εισαγωγή	119
7.2 ERGO: ένα ψηφιακό νόμισμα για τις ενεργειακά περιορισμένες κοινωνίες	121
Κεφάλαιο 8	134
Συμπεράσματα-Προοπτικές	134
8.1 Συμπεράσματα	135
8.2 Προοπτικές	137

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

1.1 Σκοπός και Αντικείμενο

Η μετάβαση από μία παραδοσιακή οικονομία σε μία πράσινη και βιώσιμη ανάπτυξη που θα εξασφαλίζει όχι μόνο την οικονομική ευημερία αλλά και την περιβαλλοντική ισορροπία κρίνεται πλέον επιτακτική ανάγκη. Αναζητούνται και διερευνώνται επομένως μονοπάτια και τρόποι προκειμένου να επιτευχθεί η βιώσιμη ενεργειακή μετάβαση προς οικονομίες με κύριο χαρακτηριστικό το χαμηλό ως και μηδενικό αποτύπωμα σε εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Νέες μέθοδοι και πολιτικές είναι αναγκαίο να εφαρμοστούν για να αντιμετωπιστεί το σοβαρό φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής, οι συνέπειες της οποίας γίνονται κάθε μέρα όλο και πιο ορατές.

Η ανάλυση γίνεται σε κύριο βαθμό σε επίπεδο πόλης. Με δεδομένο το έντονο φαινόμενο της αστικοποίησης και τις προβλέψεις που πραγματοποιούνται γύρω από αυτό, διερευνώνται τρόποι μετατροπής των σύγχρονων πόλεων σε έξυπνες ενεργειακά πόλεις. Εισάγεται και αναλύεται η έννοια της έξυπνης πόλης και των χαρακτηριστικών της, όχι μόνο για τις πόλεις της Ε.Ε. αλλά η μελέτη επεκτείνεται και σε δύο παραδείγματα πόλεων του Αραβικού κόσμου τα οποία έχουν θέσει τις βάσεις για τη μεταμόρφωσή τους σε έξυπνες. Αναλύονται επίσης εφαρμογές και τεχνικές οι οποίες έχουν σχεδιαστεί ή σχεδιάζονται σήμερα προκειμένου να διευκολύνουν τη μετατροπή των πόλεων σε έξυπνες πόλεις και να οδηγήσουν με επιτυχία στη βιώσιμη ενεργειακή μετάβαση. Ούτως ή άλλως, σε επίπεδο πόλης ή ακόμα και χώρας έχουν αρχίσει ήδη να τίθενται στόχοι με γνώμονα τη μετάβαση αυτή, όπως μειώσεις των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα ή μειώσεις στις καταναλώσεις ηλεκτρικής ενέργειας.

Το ενεργειακό νόμισμα είναι η ενέργεια η οποία μελετάται σε μεγαλύτερο βάθος στα πλαίσια της παρούσης εργασίας. Αναλύονται με σαφήνεια τα χαρακτηριστικά του και το πεδίο εφαρμογής του, δίνονται παραδείγματα ενεργειακών νομισμάτων που σχεδιάζονται ή έχουν ήδη εκδοθεί στην αγορά, ενώ μελετάται το ενεργειακό νόμισμα *ergos* το οποίο αποσκοπεί να αποτελέσει εργαλείο κλειδί για τη βιώσιμη ενεργειακή μετάβαση. Πραγματοποιείται ακόμα μία συγκριτική ανάλυση όσον αφορά υπάρχοντα ενεργειακά νομίσματα καθώς και προτείνονται τρόποι βελτίωσής τους για το μέλλον.

Στα πλαίσια της εργασίας, σε πρώτη φάση γίνεται εκτενής παρουσίαση της κατάστασης που επικρατεί στα πετρελαιοπαραγωγά κράτη με ειδική ανάλυση για τη Ρωσία και τη

Σαουδική Αραβία. Έπειτα αναλύεται το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής με τις οδυνηρές συνέπειες που αυτό ελλοχεύει για την παγκόσμια κοινότητα. Μελετάται και προτείνεται έπειτα ένα σχέδιο βιώσιμης ενεργειακής μετάβασης με συγκεκριμένες ενέργειες σε τομείς της κοινωνικής ζωής οι οποίοι μέχρι σήμερα επιβαρύνουν το περιβάλλον σημαντικά με τη λειτουργία τους. Αναλύεται ύστερα η έξυπνη ενεργειακά πόλη η οποία αναμένεται να διαδραματίσει καθοριστικό ρόλο στη διαδικασία της μετάβασης με συγκεκριμένα παραδείγματα, ενώ η εργασία ολοκληρώνεται με την εκτενή ανάλυση και μελέτη της θεώρησης του ενεργειακού νομίσματος.

1.2 Δομή

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Εισαγωγή

Πρόκειται για το παρόν κεφάλαιο, στο οποίο παρουσιάζεται συνοπτικά ο σκοπός και το αντικείμενο της εργασίας, καθώς και το παρόν υποκεφάλαιο, στο οποίο παρουσιάζεται η δομή που υιοθετήθηκε.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Διαχείριση ορυκτών πόρων από τα πετρελαιοπαραγωγά κράτη

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται ανάλυση της κατάστασης που επικρατεί σε δύο από τα κύρια πετρελαιοπαραγωγά κράτη του κόσμου, τη Ρωσία και τη Σαουδική Αραβία ενώ μέσω της παράθεσης πινάκων και εκτιμήσεων γίνεται μία προσπάθεια ορισμού της οικονομικής εκμετάλλευσης των πόρων και του πλούτου που παράγει η διαδικασία αυτή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Κλιματική αλλαγή και η ενεργειακή παγίδα

Στο κεφάλαιο αυτό αναλύεται το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής όσον αφορά τις αιτίες που το προκαλούν καθώς και τις καταστροφικές συνέπειες που αυτό επιφέρει ενώ αναλύεται και η ενεργειακή παγίδα στην οποία κινδυνεύει να υποπέσει η κοινωνία σήμερα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Ανάλυση της βιώσιμης ενεργειακής μετάβασης

Στο κεφάλαιο αυτό αναλύεται η διαδικασία της βιώσιμης ενεργειακής μετάβασης αφού πρώτα αυτή οριστεί με σαφείς ενέργειες και δράσεις που είναι αναγκαίο να ληφθούν για να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Αποκεντρωμένη παραγωγή και έξυπνες ενεργειακά πόλεις

Στο κεφάλαιο αυτό ορίζεται η έξυπνη ενεργειακά πόλη και παρουσιάζονται παραδείγματα τέτοιων πόλεων σήμερα. Παράλληλα, αναλύεται η διαδικασία μετατροπής μίας πόλης σε έξυπνη μέσω της παράθεσης των παραδειγμάτων δύο συγκεκριμένων πόλεων που ακολουθούν τη διαδικασία αυτή, της Μάζνταρ και της Riyadh στον Αραβικό κόσμο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Η έννοια του ενεργειακού νομίσματος και η συνεισφορά του στην ενεργειακή μετάβαση

Στο κεφάλαιο αυτό ορίζεται η θεώρηση του ενεργειακού νομίσματος, των χαρακτηριστικών του και του πεδίου εφαρμογής του ενώ γίνεται ανάλυση και της συνεισφοράς του στην ενεργειακή μετάβαση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ: 7 Παραδείγματα ενεργειακών νομισμάτων και ενσωμάτωση τους στις έξυπνες πόλεις

Στο κεφάλαιο αυτό παρατίθενται παραδείγματα ενεργειακών νομισμάτων και αναλύεται η εφαρμογή τους στο τωρινό πλέγμα της ενέργειας και της οικονομίας ενώ πραγματοποιείται και μια συγκριτική μελέτη ανάμεσα τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ: 8 Συμπεράσματα- Προοπτικές

Το κεφάλαιο αυτό αποτελεί τον επίλογο της εργασίας και αναδεικνύει τα κυριότερα συμπεράσματα. που προέκυψαν από την παρούσα διπλωματική εργασία και τις προοπτικές για περαιτέρω έρευνα στο αντικείμενο που αυτή πραγματεύεται.

Κεφάλαιο 2

Διαχείριση ορυκτών πόρων από τα πετρελαιοπαραγωγά κράτη

2.1 Εισαγωγή

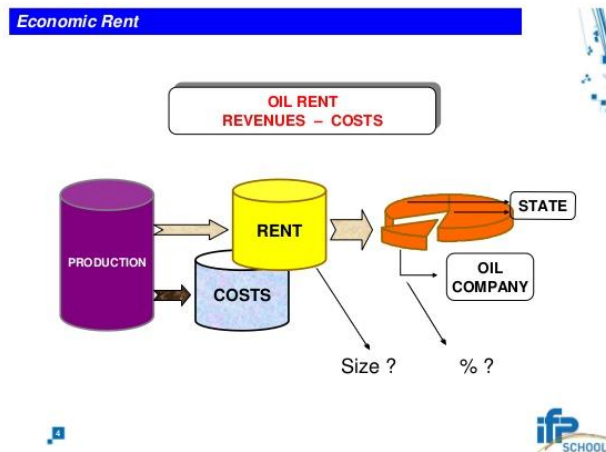
Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται προσπάθεια ανάλυσης της κατάστασης που επικρατεί στην παγκόσμια αγορά πετρελαίου και φυσικού αερίου σήμερα σε όλον τον κόσμο. Ειδικότερα, δίνεται έμφαση στις πετρελαιοπαραγωγές χώρες και στην εξάρτηση που έχει η οικονομία τους από τα ορυκτά καύσιμα, αλλά και διερευνώνται ενδεχόμενα φαινόμενα διαφθοράς ή και κακοδιαχείρισης τα οποία οδηγούν σε μεγάλα οικονομικά πλεονάσματα. Εισάγεται η έννοια της οικονομικής εκμετάλλευσης των πόρων και των πηγών ορυκτών καυσίμων, έννοια η οποία αποτελεί την κύρια πηγή δημιουργίας πλούτου για τις χώρες εκείνες. Τέλος, γίνεται προσπάθεια αναφοράς σε ενέργειες στις οποίες μπορούν να προβούν οι χώρες αυτές, και ειδικότερα η Ρωσία και η Σαουδική Αραβία προκειμένου να απεμπλακούν οι οικονομίες τους από την εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα και να δοθεί λύση στα ζητήματα της αδιαφάνειας που ταλανίζουν τις χώρες αυτές.

2.2 Ορισμός: οικονομική εκμετάλλευση των φυσικών πόρων

Σε ορισμένες χώρες, τα έσοδα που προκύπτουν από τη διαχείριση των φυσικών πόρων και ειδικά από τα ορυκτά καύσιμα και τα μέταλλα, λαμβάνουν ένα σημαντικό μερίδιο του ΑΕΠ ενώ πολλά από αυτά προέρχονται από την εκμετάλλευση των πόρων- που ορίζεται ως πόσα είναι τα παραπάνω έσοδα από το κόστος της εξόρυξης των πόρων. Η οικονομική εκμετάλλευση των φυσικών πόρων ενισχύεται παραπάνω από το γεγονός ότι οι πόροι αυτοί δεν παράγονται από μόνοι τους αλλά απαιτείται μία διαδικασία, συνήθως η εξόρυξη προκειμένου αυτά να μπορούν να αξιοποιηθούν. Η διαδικασία αυτή καθιστά πιο εύκολη την πραγματοποίηση αδιαφανών διαδικασιών προκειμένου να αυξηθούν τα κέρδη [2.1].

Οι εκτιμήσεις των κερδών από τη φυσική εκμετάλλευση των πόρων υπολογίζονται ως η διαφορά ανάμεσα στην τιμή του εμπορεύματος και στο μέσο κόστος παραγωγής του [2.2]. Αυτό υλοποιείται εκτιμώντας την παγκόσμια τιμή της μονάδας ενός συγκεκριμένου εμπορεύματος και αφαιρώντας την εκτίμηση του μέσου κόστους ανά μονάδα εξόρυξης ή συλλογής. Αυτές οι μονάδες εκμετάλλευσης ύστερα πολλαπλασιάζονται με τις φυσικές ποσότητες που οι χώρες κάνουν εξόρυξη ή

συλλέγουν για να προσδιορίζουν τα ενοίκια για κάθε εμπόρευμα ως μερίδιο της καθαρής εγχώριας παραγωγής [2.2]. Όσον αφορά τον ακριβή ορισμό για την εκμετάλλευση των πόρων, και συγκεκριμένα του πετρελαίου, αυτός ορίζεται ως η διαφορά ανάμεσα στην αξία παραγωγής του αργού πετρελαίου σε παγκόσμιους όρους από τα συνολικά κόστη της παραγωγής του [2.2].



Εικόνα 1: Οικονομική εκμετάλλευση του πετρελαίου [2.3]

2.3 Τελευταίες τάσεις στις εισαγωγές ορυκτών καυσίμων της Ε.Ε.

Κρίνοντας με βάση ιστορικά στοιχεία, η τάση της αξίας εισαγωγής ορυκτών καυσίμων και των παράγωγων τους στην Ε.Ε. για την περίοδο 2005-2013 είναι ανοδική. Μέχρι το 2013, η αξία των καθαρών εισαγωγών στην Ε.Ε. από πετρέλαιο και φυσικό αέριο εκτιμιόταν στο 3% του ΑΕΠ των κρατών μελών της. Παράλληλα, μέχρι το έτος αυτό, το μερίδιο άνθρακα στο μίγμα ορυκτών καυσίμων έχει αυξηθεί σημαντικά. Όμως, η συνεισφορά του άνθρακα στην αξία των εισαγωγών ορυκτών καυσίμων είναι ένα μικρό 4,1% σε αντίθεση με το πετρέλαιο του 74,5% και του φυσικού αερίου του 21,4% [2.4].

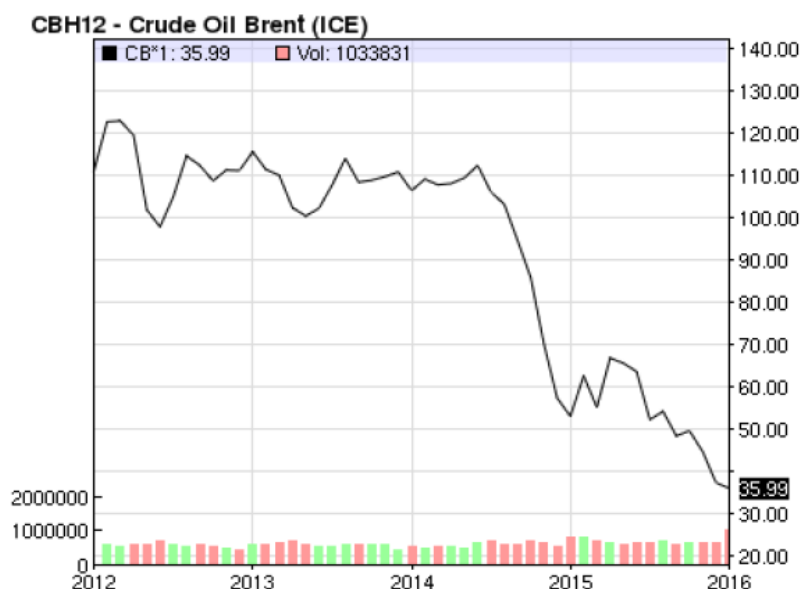
Ακαθάριστες Εισαγωγές	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<u>Πετρέλαιο</u>	177.4	214.0	212.0	279.4	170.2	231.1	297.6	340.0	302.3
Αργό Πετρέλαιο	172.8	207.5	206.5	273.1	165.7	226.2	291.1	333.2	295.0
Παράγωγα	4.6	6.5	5.5	6.3	4.5	4.9	6.5	6.8	7.3
<u>Φυσικό Αέριο</u>	47.2	68.4	61.3	89.4	67.3	74.2	88.1	97.2	87.0
Με Αγωγό	40.7	57.9	52.3	76.4	55.4	58.3	66.9	79.6	73.4
Υγροποιημένο	6.5	10.5	9.0	13.0	11.9	15.9	21.2	17.6	13.6
<u>Άνθρακας</u>	13.8	14.5	15.0	23.8	15.2	16.6	22.2	21.0	16.6
(Σύνολο)									
Άνθρακας	12.9	13.9	14.3	22.4	14.8	16.1	21.7	20.7	16.1
Λιγνίτης	-	-	-	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Κοκ	0.9	0.6	0.7	1.3	0.3	0.4	0.4	0.2	0.4
Σύνολο	238.4	296.9	288.3	392.6	252.7	321.9	407.9	458.2	405.8

Πίνακας 1: Αξία των ακαθάριστων εισαγωγών ορυκτών καυσίμων στην Ε.Ε. από τον υπόλοιπο κόσμο για τη χρονική περίοδο 2005-2013 με ποσά σε δισεκατομμύρια ευρώ. Πηγή Eurostat [2.5]

Στον παραπάνω πίνακα καθίσταται εμφανής η εξάρτηση που έχει η Ε.Ε. σε εισαγωγές ορυκτών καυσίμων καθώς και η ανοδική της τάση τα τελευταία χρόνια. Τα χρηματικά ποσά που καταναλώνονται για τις εισαγωγές αυτές είναι αρκετά υψηλά συγκριτικά με αυτά που καταναλώνονται για άνθρακα, για τους λόγους που εξηγήθηκαν παραπάνω. Ακόμα αναδεικνύεται και η λανθασμένη κατεύθυνση που είχε λάβει η Ε.Ε. μέχρι τα χρόνια εκείνα όσον αφορά την αλλαγή κατεύθυνσης στον ενεργειακό τομέα. Η συνεχιζόμενη αύξηση των εισαγωγών ορυκτών καυσίμων αποδεικνύει πως μέχρι το 2013 δεν είχαν τεθεί σε λειτουργία επαρκείς εναλλακτικές πηγές ενέργειας ούτε φαινόταν στο βραχυπρόθεσμο ορίζοντα ότι κάτι τέτοιο θα συντελούνταν.

Προτού γίνει ανάλυση της κατάστασης που επικρατεί στις χώρες παραγωγούς ορυκτών καυσίμων, γίνεται προσπάθεια ανάλυσης της παγκόσμιας αγοράς πετρελαίου και των ζητημάτων που αντιμετωπίζει. Κατά τη διάρκεια της περιόδου 2005-2014 η μέση ετήσια τιμή του μαζούτ είχε ανοδική τάση. Αυτό μπορεί να αναδειχθεί από τα δεδομένα των τιμολογήσεων που είναι δημοσιευμένα το 2015, που φαίνονται στον πίνακα παρακάτω αφού έχουν υποστεί κάποια επεξεργασία. Το έτος 2009 σηματοδοτεί

την ισχυρότερη παγκόσμια οικονομική ύφεση που οφειλόταν στην χρηματοοικονομική κρίση που έλαβε χώρα στις Ηνωμένες Πολιτείες [2.6]. Η τιμή του πετρελαίου υποχώρησε σημαντικά αλλά συνέχισε την ανοδική της πορεία ύστερα, φτάνοντας μια σταθερή τιμή από το 2011 μέχρι το 2014, περίπου στα 110 αμερικάνικα δολάρια ανά βαρέλι. Όμως από τον Ιούνιο του 2014 το πιο αναγνωρισμένο παγκοσμίως σημείο αναφοράς της τιμής του πετρελαίου βίωσε μία αβίαστη ισχυρή πτώση στα 28 δολάρια το βαρέλι τον Ιανουάριο του 2016 [2.6]. Καθώς όμως το 2014 είναι το πιο πρόσφατο έτος με διαθέσιμες αναλυτικά τις χρονοσειρές των μέσων ετησίων τιμών ορυκτών καυσίμων ο παρακάτω πίνακας δε δείχνει το πλήρες βάθος της παρούσας κατάστασης της τιμολόγησης του πετρελαίου. Η παρακάτω γραφική παράσταση φανερώνει τα παραπάνω, και υποδεικνύει τη μεγάλη πτώση που έχει υποστεί η τιμή του βαρελιού πετρελαίου μέσα στα τελευταία μόλις 4 χρόνια, από 110 δολάρια περίπου στα 36. Μία πτώση που αν μη τι άλλο προκαλεί προβληματισμούς και αντιδράσεις με αλυσιδωτές συνέπειες. Η παρακάτω γραφική παράσταση την ίδια ώρα φανερώνει ότι ο όγκος παραγωγής πετρελαίου τα χρόνια αυτά, παρά τη μείωση της τιμής του βαρελιού παραμένει σταθερός, με μάλιστα μικρές αυξήσεις να καταγράφονται τελευταία, γεγονός που δείχνει τη σαφή προσπάθεια για αντιστάθμιση των απωλειών από αυξανόμενη παραγωγή, χωρίς όμως η ζήτηση να ακολουθεί την τάση αυτή.



Εικόνα 2: Η πορεία της μέσης τιμής του αργού πετρελαίου Brent σε ετήσια βάση την περίοδο 2012-2016 [2.7]

Σε παγκόσμιο επίπεδο προσφοράς, ο τωρινός κορεσμός στο πετρέλαιο ξεκίνησε με την ισχυρή παραγωγή μη συμβατικού πετρελαίου στην Αμερική. Χώρες όπως η Ρωσία και η Σαουδική Αραβία απάντησαν υποστηρίζοντας το μερίδιο τους στην αγορά, ενισχύοντας την παραγωγή όσο περισσότερο μπορούσαν. Αλλά για το Ιράν, το Ιράκ και τη Λιβύη, μέχρι σήμερα η αποτελεσματική πλεονάζουσα παραγωγική ικανότητα των χωρών αυτών όπως και της Ρωσίας μοιάζει να σβήνει γρήγορα. Δεδομένων των επικρατουσών συνθηκών στο έδαφος, η προοπτική για γρήγορη ενίσχυση της παραγωγής από μεγάλο όγκο των προηγούμενων τριών κρατών μοιάζει περιορισμένη. Όμως, η επίσημη επανεμφάνιση του Ιράν στην αγορά του πετρελαίου θα διευρύνει αρχικά το παρόν κενό ανάμεσα στην προσφορά και στη ζήτηση ακόμα παραπάνω μέσα στο 2016. Σε ένα βαθμό που ακόμα δεν έχει αντιμετωπιστεί από την αγορά, το γεγονός αυτό προσθέτει παραπάνω πίεση στην παγκόσμια τιμή του αργού πετρελαίου. Αντίστροφα, οι επερχόμενες δραστηριότητες των εταιρειών πετρελαίου στις χώρες που δεν ανήκουν στην OPEC αντιμετωπίζουν ραγδαία συρρίκνωση ή στην καλύτερη σχετική ύφεση. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, οι επενδύσεις στην εξόρυξη πετρελαίου και στην ανάπτυξη να περιορίζονται αρκετά γρήγορα. Συνολικά, κάποια στιγμή στα επόμενα τρία χρόνια μία σχετική ανάκαμψη στην τιμή του μοιάζει αρκετά πιθανή. Φαντάζει πιθανό σε βραχυπρόθεσμο επίπεδο, για παράδειγμα μέχρι το 2020, η ανάπτυξη του κόστους του αργού πετρελαίου στην Αμερική να διαμορφώσει μία ισχυρή ανοδική τάση στο κόστος του βαρελιού [2.8].

Από την οπτική της προοπτικής της αγοράς του πετρελαίου σε μεσοπρόθεσμο και μακροπρόθεσμο στάδιο, η ανάπτυξη μηχανισμών ζήτησης είναι κυρίαρχης σημασίας. Ωστόσο, η ανάπτυξη αυτή με τα σημερινά δεδομένα μοιάζει αρκετά δύσκολη. Ο πιθανότερος καταστροφικός παράγοντας της ζήτησης πετρελαίου θα είναι η απογείωση της ηλεκτρικής ενέργειας και πιθανώς σε μακροπρόθεσμο επίπεδο η χρήση του υδρογόνου ως ενεργειακό μεταφορέα για φτηνά και φιλικά προς το περιβάλλον επιβατικά αυτοκίνητα [2.29]. Ακόμα, και σε αυτόν αλλά και σε άλλους τομείς της αγοράς, τα προϊόντα του πετρελαίου θα αντιμετωπίσουν ανταγωνισμό και μάλιστα μεγάλο από τα βιοκαύσιμα, το φυσικό αέριο καθώς και από μη ενεργειακές εφαρμογές που θα παράγονται από βιολογικά υποκατάστατα αφού αυτά τα καύσιμα αποτελούν επιλογές που δε συνεισφέρουν στη μόλυνση του περιβάλλοντος και στην όξυνση του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής [2.9].

Καύσιμο	Μονάδα Μέτρησης	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Πετρέλαιο											
Brent	\$/βαρέλι	54.52	65.14	72.39	97.26	61.67	79.50	111.26	111.67	108.66	98.95
Μέση τιμή εισαγωγής (OECD)	\$/MMBTU	8.74	10.66	11.95	16.76	10.41	13.47	18.56	18.82	18.25	16.80
Φυσικό Αέριο											
Αγωγός (Γερμανία)	\$/MMBTU	5.88	7.85	8.03	11.56	8.52	8.01	10.49	10.93	10.73	9.11
Υγροποιημένο (Ιαπωνία)	\$/MMBTU	6.05	7.14	7.73	12.55	9.06	10.91	14.73	16.75	16.17	16.33
Αγωγός Henry	\$/MMBTU	8.79	6.76	6.95	8.85	3.89	4.39	4.01	2.76	3.71	4.35
Άνθρακας											
Ατμού	\$/τόνο	60.54	64.11	88.79	147.67	70.66	92.50	121.52	92.50	81.69	75.38

Πίνακας 2: Τάσεις στην τιμολόγηση των ορυκτών καυσίμων αναλόγως την κλίμακα του καθενός με βάση το έτος [2.10]

2.4 Η κατάσταση στο φυσικό αέριο και στον άνθρακα

Ο παραπάνω πίνακας αποτυπώνει τάσεις σε σημαντικές τιμές αναφοράς για το φυσικό αέριο, το πετρέλαιο και τα παράγωγα του καθώς και τον άνθρακα κατά τη διάρκεια της περιόδου 2005-2014. Πράγματι, η παγκόσμια ζήτηση για εισαγόμενο φυσικό αέριο χωρίζεται σε τρεις κύριες αγορές, την Ευρώπη, τη Βόρεια Αμερική και την Ανατολική Ασία και λιγότερο σε αγορές στον υπόλοιπο κόσμο [2.30]. Το μερίδιο του υγροποιημένου φυσικού αερίου στην αγορά σταθερά αυξάνεται σε ένα ποσοστό 25% του διεθνούς εμπορεύσιμου φυσικού αερίου. Μέσω του υγροποιημένου φυσικού αερίου η αγορά του φυσικού αερίου διεθνοποιείται παραπάνω και αυτή η τάση ενισχύεται από τη μείωση του κόστους της υγροποίησης, των ναυτιλιακών κοστών και της ατμοποίησης, καθώς και στην αυξημένη προθυμία να πληρωθεί ένα μικρό ασφάλιστρο για αυξημένη ασφάλεια στην προσφορά [2.31].

Κατά τη διάρκεια της περιόδου 2005-2014, στην Ε.Ε. το φυσικό αέριο έτεινε να είναι διαθέσιμο με μία αυξημένη έκπτωση στην τιμή συγκριτικά με το πετρέλαιο [2.32]. Ένας

σημαντικός παράγοντας που το επηρέαζε αυτό είναι ο αυξημένος ρόλος του ανταγωνισμού για το φυσικό αέριο στην Κεντρική Ευρώπη έναντι στο συμβατικό διασυνδεδεμένο πετρέλαιο και στα μακροπρόθεσμα συμβόλαια που τα διέπουν. Η τάση αυτή αναμένεται να ενισχυθεί παραπάνω από τον αυξημένο ρυθμό των εισαγωγών υδροποιημένου φυσικού αερίου μέσα στην Ε.Ε. μαζί με τη βελτίωση του δικτύου διασύνδεσης μέσω κατάλληλων αγωγών ανάμεσα στα κράτη της Ε.Ε. [2.11].

Από το 2006 και μετά, ο ανταγωνισμός για το φυσικό αέριο στην Ε.Ε. έναντι της Βόρειας Αμερικής επιδεινώθηκε ισχυρά. Στη Βόρεια Αμερική όμως ο ανταγωνισμός για το φυσικό αέριο είχε ξεκινήσει ήδη από νωρίτερα. Επιπροσθέτως, και ακόμα πιο σημαντικά, η τεχνολογική πρόοδος επέτρεψε μία εκπληκτική απογείωση της παραγωγής σχιστολιθικού φυσικού αερίου στην Αμερική από το 2008 και μετά. Αυτοί οι δύο παράγοντες συντέλεσαν σε μία πολύ δυνατή άσκηση πίεσης στην τιμή του φυσικού αερίου στον Ηenry αγωγό, το κατ'εξοχή σημείο αναφοράς για την τιμολόγηση φυσικού αερίου στην Αμερική. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα το φυσικό αέριο να γίνει αρκετά ανταγωνιστικό έναντι του άνθρακα στην βιομηχανία των εγκαταστάσεων ισχύος. Συνεπώς, οι παραγωγοί άνθρακα της Αμερικής ξεκίνησαν τις μαζικές εξαγωγές του προϊόντος τους στη Ευρώπη προκειμένου να καταναλωθεί η παραγωγή τους, αφού στη χώρα τους το φυσικό αέριο είχε πλέον κυριαρχήσει [2.33]. Παγκοσμίως, το τελευταίο χρονικό διάστημα οι τιμές των εισαγωγών άνθρακα μειώνονται αισθητά. Ο συνδυασμός της συνεχιζόμενης οικονομικής κρίσης μαζί με τη μη βιώσιμη πλέον μόλυνση των επιπέδων αέρα στην Κίνα καθώς και της απογείωσης του σχιστολιθικού αερίου στην Αμερική συντελούν στην τάση αυτή. Ακόμα, η πρόσφατη πλεονάζουσα χωρητικότητα σε όγκο αποθεμάτων άνθρακα ενισχύει την παρούσα καθοδική τάση στην τιμή εισαγωγής του αφού υπάρχει παντού, μειώνοντας την ανάγκη. Ωστόσο, στη βιομηχανία ισχύος της Ε.Ε. αλλά και στις ασιατικές αγορές που εισάγουν άνθρακα όπως η Ιαπωνία, η Ινδία και η Κορέα, η λειτουργία εργοστασίων με χρήση εισαγόμενου άνθρακα βελτίωσε την ανταγωνιστικότητα τους έναντι στα εργοστάσια που λειτουργούν με αέριο [2.11].

2.5 Οι περιπτώσεις της Ρωσίας και της Σαουδικής Αραβίας

2.5.1 Ρωσία

Τα στοιχεία της Eurostat δείχνουν ότι η Ρωσία είναι ο μεγαλύτερος προμηθευτής εισαγόμενων ορυκτών καυσίμων για την Ε.Ε. ενώ η Σαουδική Αραβία είναι ο τρίτος μεγαλύτερος προμηθευτής αργού πετρελαίου. Το 2013, η Ε.Ε. δημοσίευσε ότι:

- Εισήγαγε αργό πετρέλαιο από τη Ρωσία αξίας 99 δισεκατομμυρίων δολαρίων, που αποτελεί το 34% της συνολικής αξίας των εισαγωγών αργού πετρελαίου. Η Νορβηγία και η Σαουδική Αραβία λογίζονται για το 12% και 9% του συνόλου αντίστοιχα.
- Εισήγαγε φυσικό αέριο από τη Ρωσία αξίας 36 δισεκατομμυρίων δολαρίων, που αναλογεί στο 41% της συνολικής αξίας της εισαγωγής φυσικού αερίου. Η Νορβηγία και η Αλγερία λογίζονται για το 32% και το 14% του συνόλου αντίστοιχα. Η Σαουδική Αραβία δεν εξήγαγε φυσικό αέριο το 2013.

Παγκοσμίως, η παραγωγή του πετρελαίου το 2014 ήταν 88.9 mb/d. Οι Ηνωμένες Πολιτείες είχαν 11.6 mb/d, η Σαουδική Αραβία 11.5 mb/d και η Ρωσία 10.8 mb/d, που είναι και οι 3 μεγαλύτερες παράγωγες χώρες. Οι εξαγωγές του αργού πετρελαίου το 2014 ήταν συνολικά παγκοσμίως 40,1 mb/d, στο οποίο οι 3 παραπάνω χώρες συνεισέφεραν σε 4,5 mb/d η Ρωσία, 7,2 mb/d η Σαουδική Αραβία και 0,3 mb/d η Ηνωμένες Πολιτείες [2.17]. Η Σαουδική Αραβία και η Ρωσία είναι οι δύο μεγαλύτεροι εξαγωγείς αργού πετρελαίου με το Ιράκ να ακολουθεί στην τρίτη θέση. Το 2014, η παγκόσμια παραγωγή φυσικού αερίου υπολογίστηκε σε 3566 bcm, από τα οποία τα 730 bcm από τις Ηνωμένες Πολιτείες, τα 643 από τη Ρωσία και τα 213 από το Ιράν. Η Σαουδική Αραβία με μία παραγωγή της τάξης των 102 bcm έχει πολύ λιγότερο κυρίαρχη θέση στο φυσικό αέριο παρά στο αργό πετρέλαιο. Οι παγκόσμιες εξαγωγές φυσικού αερίου το 2014 ήταν συνολικά 1037 bcm με τους 3 μεγαλύτερους εξαγωγείς να είναι η Ρωσία, το Κατάρ και η Νορβηγία. Συνολικά, η Σαουδική Αραβία στο πετρέλαιο και η Ρωσία στο πετρέλαιο και στο φυσικό αέριο είναι οι κύριοι προμηθευτές στην παγκόσμια διεθνή αγορά πετρελαίου και φυσικού αερίου [2.17].

Η Ρωσία όντας η μεγαλύτερη παραγωγός ορυκτών καυσίμων μέχρι σήμερα, επηρεάζεται άμεσα από οικονομικής απόψεως από την ανοδική ή καθοδική πορεία

του τομέα των ορυκτών καυσίμων [2.17]. Η Ρωσική οικονομία υποφέρει από το γεγονός ότι οι μη φυσικές πηγές τείνουν να έχουν χαμηλά ανταγωνιστική θέση, την ίδια ώρα που οι τομείς του πετρελαίου και του φυσικού αερίου παραγκωνίζουν την έλλειψη συντελεστών παραγωγής. Όσον αφορά το φαινόμενο της οικονομικής εκμετάλλευσης των πόρων στη Ρωσία, το εύρος του και τα ποσά που απασχολεί μπορούν να εκτιμηθούν μόνο προσεγγιστικά, καθώς ανώτερα συμφέροντα και η έλλειψη επίσημων αναφορών δυσκολεύει την προσέγγιση [2.17]. Στην περίοδο 2009-2014 η οικονομική εκμετάλλευση των πόρων από την παραγωγή πετρελαίου και φυσικού αερίου εκτιμάται να αποτελεί ποσοστό της τάξης του 41% με 54% του ρωσικού ΑΕΠ. Στη χρονική περίοδο 2009-2014 η ετήσια οικονομική εκμετάλλευση των πόρων που προκύπτει από την εξόρυξη πετρελαίου και φυσικού αερίου εκτιμάται να κυμαίνεται ανάμεσα σε ένα εύρος 201 με 354 δισεκατομμύρια ευρώ [2.18]. Η υψηλότερη προτεραιότητα της ρωσικής ενεργειακής πολιτικής εναποτίθεται στην επιτάχυνση του ρεύματος δραστηριοτήτων του πετρελαίου και του φυσικού αερίου και στην ανάπτυξη σχετικών υποδομών μετατροπής και μεταφοράς με απώτερο σκοπό την ενεργειακή κυριαρχία στις περιοχές της Βόρειας Ευρώπης και της Ανατολικής Ασίας [2.19]. Η κυρίαρχη αγορά της Ασίας είναι η Κίνα, αλλά η Ρωσία ακόμα σκοπεύει σε περαιτέρω διεξόδου στις αγορές της Ιαπωνίας, της Κορέας και της Ινδίας για να αποκτήσει μεγαλύτερη επιρροή στην ασιατική αγορά. [2.15].

Διαθέσιμα στην αγορά	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Αργό πετρέλαιο (1000b/d)	9650	9841	9943	10043	10147	10221
Φυσικό αέριο (bcm)	547	610	628	656	672	643
Ακαθάριστες εξαγωγές						
Αργό πετρέλαιο (1000b/d)	4967	4978	4786	4757	4710	4487
από τις οποίες για την Ε.Ε.	1102	1117	1081	1188	1145	1056
Παράγωγα πετρελαίου (1000b/d)	2159	2230	1923	1986	2121	2183
Φυσικό αέριο (bcm)	212	229	227	207	223	195
Αργό πετρέλαιο (δισ ευρώ)	101	136	182	181	174	154
από τα οποία για την Ε.Ε.	67	87	119	131	123	104
Φυσικό αέριο (δισ ευρώ)	42	48	64	62	67	55
από τα οποία για την Ε.Ε.	37	26	28	33	34	36
Σύνολο αργό +φυσικού αερίου(δισ ευρώ)	143	184	246	243	241	209

από τα οποία συνεισφορά Ε.Ε. (%)	73%	62%	60%	68%	66%	67%
<u>Κέρδος από την εκμετάλλευση</u>						
Πετρέλαιο (δισ ευρώ)	117	169	220	234	214	197
Πετρέλαιο (% ΑΕΠ)	13%	15%	16%	15%	14%	14%
Πετρέλαιο (\$/βαρέλι)	42	64	89	89	77	74
Φυσικό αέριο (δισ ευρώ)	41	43	44	31	31	27
Φυσικό αέριο (% ΑΕΠ)	5%	4%	3%	2%	2%	2%
Φυσικό αέριο (\$/MBtu)	2.94	2.59	2.72	1.72	1.73	1.58
Πετρέλαιο +φυσικό αέριο (δισ ευρώ)	201	276	353	354	323	298
Πετρέλαιο +φυσικό αέριο (% ΑΕΠ)	18%	18%	19%	17%	16%	16%

Πίνακας 3: Οικονομική Αξία των καθαρών εξαγωγών αργού πετρελαίου και φυσικού αερίου και εκτιμώμενα κέρδη από την οικονομική εκμετάλλευση των πόρων στη Ρωσία για την περίοδο 2009-2014 [2.20].

Τα στοιχεία του παραπάνω πίνακα απεικονίζουν σε ένα ικανοποιητικό πλαίσιο την κατάσταση που επικρατεί στη Ρωσική οικονομία. Ειδικότερα, τα οικονομικά κέρδη που συλλέγονται κάθε έτος μέχρι το 2014 από την οικονομική εκμετάλλευση των πόρων ανέρχονται μέχρι και στο 20% του συνολικού ΑΕΠ, δημιουργώντας ένα πλεόνασμα πλούτου το οποίο με αδιαφανείς διαδικασίες καταναλώνεται σε διάφορες ενέργειες. Παράλληλα ο πίνακας αναδεικνύει ότι η Ρωσία από τη συνολική παραγωγή της σε πετρέλαιο εξάγει ένα πολύ μεγάλο μέρος του στην Ε.Ε., αποτελώντας από τους κύριους προμηθευτές της. Ωστόσο, στο σημείο αυτό αναδεικνύεται ένα πρόβλημα για τη Ρωσική οικονομία, αφού είναι στόχος της Ε.Ε. [2.21] η μείωση και μάλιστα ριζικά της χρήσης ορυκτών καυσίμων και η στροφή της προς εναλλακτικές πηγές ενέργειας.

2.5.2 Σαουδική Αραβία

Η Σαουδική Αραβία είναι παγκοσμίως ο δεύτερος μεγαλύτερος παραγωγός αργού πετρελαίου με μία παραγωγή της τάξης των 9.7 mb/d το 2014 και 7.2 mb/d σε εξαγωγές. Ακόμα, είναι το μέλος από τις χώρες της ΟΡΕC με τη μεγαλύτερη επιρροή σε όρους παραγωγής και εξαγωγών πετρελαίου παγκοσμίως [2.22]. Έως τώρα έχει καταφέρει να υπερασπιστεί το μερίδιό της στις αγορές μέσω της αύξησης της παραγωγής ως ένα μέγιστο επίπεδο και με την παροχή σε πελάτες του εξωτερικού πετρελαίου υψηλής ποιότητας σε πολύ ελκυστική τιμή. Αυτή η συμπεριφορά στις

αγορές παρακινείται μέσω της ενίσχυσης της προσφοράς, μέσω ανταγωνισμού με καθιερωμένους αντιπάλους και με νέους εισαγωγείς αλλά και πηγές. Η παγκοσμίως αργή αύξηση της ζήτησης και η αυξανόμενη αβεβαιότητα για τους προμηθευτές πετρελαίου οφείλεται στην αβέβαιη τροπή που θα πάρει ο κόσμος του πετρελαίου μετά την συμφωνία για το κλίμα στο Παρίσι [2.35]. Την ίδια ώρα, η χώρα αυτή είναι λιγότερη κυρίαρχη στην αγορά του φυσικού αερίου, πουλώντας μέχρι στιγμής την παραγωγή της μόνο για εγχώρια κατανάλωση, μη πραγματοποιώντας εξαγωγές προς τρίτες χώρες δηλαδή [2.36].

Σύμφωνα με κάποιες εκτιμήσεις που απορρέουν από δεδομένα της Παγκόσμιας Τράπεζας καλύπτοντας μία περίοδο μέχρι το 2013, η εξόρυξη των ορυκτών πόρων προκάλεσε κέρδη από την οικονομική εκμετάλλευση των πόρων που ανήλθαν στα 215 δισεκατομμύρια το 2014 [2.22]. Η παραγωγή φυσικού αερίου που ύστερα δόθηκε στις αγορές, της τάξης των 102 bcm οδήγησε σε κέρδη 15 δισεκατομμυρίων από την εκμετάλλευση, μετατρέποντας το φυσικό αέριο σε λιγότερο επικερδή πόρο από όλα τα ορυκτά καύσιμα για τη Σαουδική Αραβία, εν αντιθέσει με τη Ρωσία. Συνολικά, οι τομείς του πετρελαίου και του φυσικού αερίου οδήγησαν σε κέρδη περίπου 230 δισεκατομμύρια ευρώ από την εκμετάλλευση, που τα επωμίστηκαν η κυβέρνηση και κάποιοι μέτοχοι. Το εκτιμώμενο ποσό αυτό σαν ποσοστό του ΑΕΠ αγγίζει το 41% για το 2014, και το 51% για το 2011. Παράλληλα, συναρτήσει των κυβερνητικών εξόδων σε ποσοστό φτάνει τα 101% για το 2014, ενώ το 2011 ήταν στο εντυπωσιακό 152%. Τα νούμερα αυτά που ξεπερνούν το 100% δείχνουν τον τεράστιο όγκο κέρδους των τομέων του πετρελαίου και το φυσικού αερίου μέσα στην κοινωνία της Σαουδικής Αραβίας και υποδεικνύουν ότι, ένα σημαντικό κομμάτι του κέρδους από την εκμετάλλευση των πόρων οικειοποιήθηκε από άτομα και την κυβέρνηση με παράνομες και αδιαφανείς διαδικασίες [2.23].

Η Σαουδική Αραβία έχει κάποια χαρακτηριστικά που τη μετατρέπουν σε καθολικό πετρελαϊκό κράτος όπως [2.22]:

- Ο πολύ σημαντικός ρόλος που διαδραματίζει η οικονομική εκμετάλλευση των πόρων στην οικονομία της χώρας και στα κυβερνητικά έσοδα. Οι τομείς του πετρελαίου και του φυσικού αερίου είναι κυρίαρχοι στην οικονομία, ενώ ο

ιδιωτικός επιχειρηματικός τομέας που δεν ασχολείται με αυτούς τους τομείς καταλαμβάνει πολύ μικρότερο μερίδιο στην αγορά.

- Το κράτος που ελέγχεται από την άρχουσα ελίτ που είναι καθοδηγούμενη από τη βασιλική οικογένεια της Σαουδικής Αραβίας, χρησιμοποιεί οικονομικούς πόρους του για να εξαγοράσει οποιαδήποτε προοπτική εναντίωσης της κοινωνίας απέναντι του [2.22]. Η διαρκής επιδίωξη για την εκμετάλλευση των πόρων αντί για έμφαση σε επιχειρηματικές δραστηριότητες δεν επιτρέπει καμία μορφή προόδου στη χώρα. Προκειμένου κάποιος ξένος επιχειρηματίας ή επενδυτής να μπορεί να δράσει στη χώρα πρέπει να βρίσκεται υπό αυστηρό έλεγχο από το κράτος [2.22].
- Στη Σαουδική Αραβία η ύπαρξη κυβέρνησης με αυταρχικά στοιχεία σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία συνεπάγεται τη βίαιη καταπίεση των κοινωνικών κινημάτων που στοχεύουν στη βελτίωση ή διεκδίκηση των δικαιωμάτων των γυναικών και άλλων εθνικών μειονοτήτων. Το ανεξάρτητο δικαστικό σύστημα απουσιάζει. Οι κρατικές τιμωρίες και ποινές αποδίδονται από δικαστές που υπακούν στην άρχουσα τάξη [2.22].
- Το υπουργείο οικονομικών της χώρας δημοσιεύει τα έσοδα από την παραγωγή του πετρελαίου. Όμως απουσιάζει έντονα η διαφάνεια στις κρατικές εταιρείες πετρελαίου όπως χαρακτηριστικά η Aramco, γεγονός που επιτρέπει κρυφές και ύποπτες οικονομικές εκμεταλλεύσεις των πόρων από την άρχουσα τάξη. Η κυβέρνηση χρησιμοποιεί την εκμετάλλευση του πετρελαίου, καθώς και άλλους διαμοιρασμούς για να διατηρήσει ένα κοινωνικό συμβόλαιο με τον πληθυσμό και να διαμοιράσει τη βιομηχανία πετρελαίου. Χρήσεις των κερδών της εκμετάλλευσης του αερίου περιλαμβάνουν την παροχή επιδόματος από τον τομέα παροχής ηλεκτρισμού και τον τομέα λιπασμάτων. Μεγάλες ιδιωτικές χορηγίες από τους πλούσιους κατοίκους γίνονται για εξωτερική βοήθεια και σε συνεννόηση με ανθρωπιστικά σχέδια, για λόγους εξωτερικής πολιτικής και για τον προσηλυτισμό εξωτερικών κεφαλαίων [2.22].

Διαθέσιμα στην αγορά	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Αργό πετρέλαιο (1000b/d)	8184	8166	9311	9763	9637	9712
Φυσικό αέριο (bcm)	72	88	92	99	100	102
Ακαθάριστες εξαγωγές						
Αργό πετρέλαιο (1000b/d)	6268	6644	7218	7557	7571	7153
από τις οποίες για την Ε.Ε.	215	226	299	354	324	324
Παράγωγα πετρελαίου (1000b/d)	1008	951	902	862	794	988
Φυσικό αέριο (bcm)	0	0	0	0	0	0
Σύνολο πετρελαίου + παραγώγων (δισ ευρώ)	182	215	309	329	314	285
από τα οποία αργό στην Ε.Ε. (δισ ευρώ)	13	18	33	39	35	32
Κέρδος από την εκμετάλλευση						
Πετρέλαιο (δισ ευρώ)	118	160	231	261	244	215
Πετρέλαιο (% ΑΕΠ)	38%	40%	48%	46%	44%	38%
Πετρέλαιο (\$/βαρέλι)	49	74	100	102	92	85
Φυσικό αέριο (δισ ευρώ)	10	12	13	14	15	15
Φυσικό αέριο (% ΑΕΠ)	3%	3%	3%	3%	3%	3%
Φυσικό αέριο (\$/MBtu)	5.51	4.86	5.51	5.19	5.63	5.55
Πετρέλαιο +φυσικό αέριο (δισ ευρώ)	128	172	244	276	259	230
Πετρέλαιο +φυσικό αέριο (% ΑΕΠ)	42%	43%	51%	48%	46%	41%

Πίνακας 4: Αξία των καθαρών εξαγωγών πετρελαίου και φυσικού αερίου της Σαουδικής Αραβίας και τα εκτιμώμενα κέρδη από την οικονομική εκμετάλλευση των πόρων παραγωγής πετρελαίου και φυσικού αερίου την περίοδο 2009-2014 [2.24].

2.6 Η οικονομική εκμετάλλευση των πόρων και πιθανές απαντήσεις στον κορεσμό της χρήσης του πετρελαίου

Ο συνεχιζόμενος κορεσμός του πετρελαίου και του φυσικού αερίου έχει καταστροφικές επιπτώσεις στην οικονομία χωρών που βασίζονται στην εξαγωγή των πόρων αυτών, όπως η Σαουδική Αραβία, η Ρωσία, η Νιγηρία και η Βενεζουέλα προκαλώντας ογκώδη δημόσια χρηματοοικονομικά ελλείμματα. Ένας κύριος παράγοντας που καθορίζει την ελαστικότητα στην τιμή του πετρελαίου από την εκμετάλλευση είναι το μέσο κόστος ενός βαρελιού από το πετρέλαιο που παράγεται και πωλείται [2.25].

Το 2014, η εξόρυξη πετρελαίου στη Ρωσία και στη Σαουδική Αραβία απέδωσε ένα εκτιμώμενο κέρδος από την εκμετάλλευση της τάξης των 197 και 215 δισεκατομμυρίων ευρώ αντίστοιχα. Η εκτίμηση της τιμής ανά βαρέλι υπολογίστηκε εκείνο το έτος στα 75 και 85 δολάρια αντίστοιχα. Υποθέτοντας για χάριν της απλότητας ότι και για τις δύο χώρες το μέσο έσοδο ανά βαρέλι υπολογίζεται στα 99 δολάρια, κάθε δολάριο που θα πέφτει η τιμή του βαρελιού θα μειώνει τα κέρδη από την εκμετάλλευση των πόρων στη Ρωσία κατά 1,17%. Εξ αιτίας μεγαλύτερων κοστών στην περίπτωση της Ρωσίας συγκριτικά με τη Σαουδική Αραβία, η ευαισθησία των κερδών από την εκμετάλλευση στη Ρωσία είναι μεγαλύτερη από ότι στη Σαουδική Αραβία.

Αν το μέσο έσοδο από το βαρέλι το 2015 ήταν 50 δολάρια, τότε αυτόματα τα κέρδη από την εκμετάλλευση των πόρων στις χώρες αυτές, τη Ρωσία και τη Σαουδική Αραβία εκείνη τη χρόνια δηλαδή πέφτουν στα 67 και 89 δισεκατομμύρια ευρώ αντίστοιχα. Και οι δύο χώρες υποφέρουν πολύ από τον κορεσμό του πετρελαίου, αλλά από ότι φαίνεται η Ρωσία περισσότερο από τη Σαουδική Αραβία. Αυτή η διαφορά θα γίνει ακόμα πιο έντονη και ορατή σε χαμηλότερα επίπεδα τιμών. Ακόμα, η Ρωσία επίσημα εξαργυρώνει αποθέματα της τάξης των 320 δισεκατομμυρίων δολαρίων που επισκιάζονται από αυτά της Σαουδικής Αραβίας, που για παράδειγμα μπορεί να εξαργυρώσει 616 δισεκατομμύρια δολάρια με την ικανότητα για ακόμη 250 από εγχώρια ιδρύματα [2.25].

Δεδομένης της έλλειψης πολιτικής συνοχής και της μεγάλης διαφοροποίησης στη βάση του κόστους ανάμεσα στις χώρες που παράγουν και εξάγουν πετρέλαιο, κρίνεται αναγκαίο για τα κράτη αυτά προκειμένου να αντιμετωπίσουν το φαινόμενο του κορεσμού του πετρελαίου να βρουν εναλλακτικές πολιτικές. Οι δράσεις συνοψίζονται στις παρακάτω προτάσεις [2.25]:

Όσον αφορά τις πετρελαϊκές δραστηριότητες

- Έντονες προσπάθειες για μείωση του κόστους της εξόρυξης.
- Μείωση των επιδοτήσεων σε δραστηριότητες που δεν πραγματοποιούνται μέσα στον τομέα του πετρελαίου.
- Άσκηση πίεσης στις χώρες που κυρίως εξάγουν πετρέλαιο να συμφωνήσουν με τις υπόλοιπες που το χρησιμοποιούν για εγχώριες δραστηριότητες σε μείωση της παραγωγικής τους δραστηριότητας [2.6].

Όσον αφορά την ευρύτερη οικονομία και την κοινωνική και πολιτική ζωή

- Περικοπές σε κυβερνητικά έξοδα που αφορούν στρατιωτικές ενέργειες και επεμβάσεις σε διεθνές επίπεδο [2.26].
- Έμφαση σε επιδοτήσεις που αποσκοπούν στη δημιουργία ενός ισχυρότερου κοινωνικού κράτος [2.27].
- Διεύρυνση της φορολογίας και παρουσίαση νέων φόρων και ποινών για τους παραβάτες.
- Μεταρρυθμίσεις στον χρηματοοικονομικό τομέα και στο τραπεζικό σύστημα, όπως προσπάθεια για εύρεση ποικίλων και διαφορετικών πηγών χρηματοδότησης για τα έργα.
- Η Σαουδική Αραβία μελετά την ιδιωτικοποίηση της Saudi Aramco. Αυτό θα εγγυηθεί παραπάνω τη διαφάνεια στα χρηματοοικονομικά και άρα θα συμβάλλει στη μείωση της παράνομης κερδοφορίας από την εκμετάλλευση των πόρων από την άρχουσα τάξη [2.28].
- Αναζήτηση πιστώσεων από την παγκόσμια τράπεζα και αποδοχή των οικονομικών ανασχηματισμών που θα προταθούν από τους δανειστές αυτούς [2.26].
- Νέες προσπάθειες να διαφοροποιηθεί και να αποκτήσει μεγαλύτερες διαστάσεις η εθνική οικονομία. Η εύρεση εσωτερικής χρηματοδότησης για να επιτευχθεί αυτό κρίνεται αρκετά απίθανη. Αυτό μπορεί να επιφέρει μέτρα όπως:

1. Εγκαθίδρυση οικονομικού ανασχηματισμού για να μειωθούν τα εμπόδια για την μεσαία αστική εμπορική τάξη και για τους ξένους επενδυτές να ασχοληθούν με την εθνική οικονομία.
2. Μείωση της ρητορικής εναντίων ξένων χωρών, που χρησιμοποιείται από την άρχουσα τάξη για να δημιουργηθεί ένας σπουδαίος εχθρός ανάμεσα στις εκλογικές τους περιφέρειες για να αποσπούν την προσοχή από τα εγχώρια πολιτικά προβλήματα.
3. Μείωση της καταπίεσης της κοινωνίας και των μειονοτήτων της, που μέχρι τώρα αντιμετωπίζονται από την κεντρική κυβέρνηση σαν ενδεχόμενες απειλές.

Στην περίπτωση που πραγματοποιηθούν κάποιες από τις παραπάνω ενέργειες ή και όλες τότε θα έχει επιτευχθεί σε μεγάλο βαθμό για τη Σαουδική Αραβία η επιτυχημένη μετάβαση από μία οικονομία με σαφή εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα σε μία πιο διαφοροποιημένη οικονομία. Παράλληλα, η μετάβαση αυτή θα μειώσει και σε μεγάλο βαθμό τον πλεονάζων πλούτο που προκύπτει από την οικονομική εκμετάλλευση των πόρων. Όπως αναδεικνύεται και σε επόμενο κεφάλαιο, ήδη κάποιες περιοχές και πόλεις της Σαουδικής Αραβίας έχουν ξεκινήσει τη διαδικασία της μετάβασης αυτής.

2.7 Συμπεράσματα

Από τα παραπάνω γίνεται εμφανές ότι το φαινόμενο της οικονομικής εκμετάλλευσης των πόρων επιφέρει πολύ αρνητικές επιπτώσεις τόσο στις χώρες της Ρωσίας και της Σαουδικής Αραβίας αλλά τόσο και σε πιο παγκόσμιο επίπεδο. Η δημιουργία μεγάλων πλεονάζουσων ποσοτήτων πλούτου από τις χώρες αυτές και η αδιαφανής αξιοποίηση τους σίγουρα εγείρει πολλά και ποικίλα ερωτήματα. Στο στάδιο αυτό, και με βάση λύσεις που αναπτύχθηκαν παραπάνω για τα κράτη αυτά κρίνονται αναγκαία σε πρώτη φάση η καλύτερη αξιοποίηση των κερδών από τα ορυκτά καύσιμα με μόνο γνώμονα την οικονομική και κοινωνική άνθηση, και σε δεύτερη φάση η διαφοροποίηση της εθνικής οικονομίας και η αποστροφή της από την εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα.

Ταυτόχρονα, στην παρούσα φάση η κατάσταση στο παγκόσμιο στερέωμα φαίνεται να αλλάζει. Αυτό οφείλεται στον κίνδυνο που προκύπτει από το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής και της ρύπανσης του περιβάλλοντος, αλλά και από την πρόοδο της

τεχνολογίας. Ένας ακόμα όμως παράγοντας που συντελεί στην αναγκαιότητα της επίτευξης της βιώσιμης ενεργειακής μετάβασης, όρος που εξηγείται αναλυτικά παρακάτω είναι η κατάσταση που επικρατεί στις χώρες που παράγουν τα ορυκτά καύσιμα και που εξηγήθηκε παραπάνω. Η οικονομική εκμετάλλευση των πόρων δηλαδή, οριοθετεί και αυτή την ανάγκη για τη βιώσιμη ενεργειακή μετάβαση και την ανεξαρτητοποίηση τόσο της Ε.Ε. αλλά και όλου του κόσμου από τα ορυκτά καύσιμα.

Βιβλιογραφία 2^{ου} Κεφαλαίου

1. Matthew J. Sagers, Valeriy A. Kryukov, Vladimir V. Shmat 'Resource Rent from the Oil and Gas Sector and the Russian Economy' Pages 389-425.
2. https://www.bluenomics.com/glossary/total_natural_resources_rents (accessed 20/2/2017).
3. <https://www.slideshare.net/studentenergy/ises-2013-day-2-nadine-bret-rouzaut-director-centre-for-economics-and-management-in-ifp-school-resource-management> (accessed 21/2/2017).
4. European Commission (2014). Energy Economic Developments in Europe. European Economy 1|2014. Directorate-General for Economic and Financial Affairs. Brussels
5. <http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/>
6. Maugeri, L. (2012). Oil: the next revolution. The unprecedented upsurge of oil production capacity and what it means for the world. HARVARD Kennedy School, BELFER Center for Science and International Affairs. Cambridge, MA. June 2012.
7. Jaap C. Jansen, Esmee Kooijman, Linda Pronk, Moises Covarrubias, 'Global prospects for fossil fuels with special reference to resource rent effects and CCS' May 2016, p. 40.
8. Jaap C. Jansen, Esmee Kooijman, Linda Pronk, Moises Covarrubias, 'Global prospects for fossil fuels with special reference to resource rent effects and CCS' May 2016, p. 39.
9. Jaap C. Jansen, Esmee Kooijman, Linda Pronk, Moises Covarrubias, 'Global prospects for fossil fuels with special reference to resource rent effects and CCS' May 2016, p. 42.
10. https://www.quandl.com/data/ODA/RUS_GGX_NGDP-Russia-General-Government-Total-Expenditure-of-GDP
11. Shadrina, E. (2016). Can Russia Succeed in Energy Pivoting to Asia?. Eppen: Institute for Energy Markets and Policies. January.
12. Adapted from data published by Central Bank of the Russian Federation, Eurostat, OPEC, World Bank
13. Usmani, O.A., H.P.J. de Wilde, H.M. Londo (2015). Policy options to maximise zero-emissions vehicle sales in 2035. Report ECN-O—15-002. ECN. Petten
14. Jaap C. Jansen, Esmee Kooijman, Linda Pronk, Moises Covarrubias, 'Global prospects for fossil fuels with special reference to resource rent effects and CCS' May 2016, p. 45.
15. USDOE/EIA (2014): Country Analysis Brief: Saudi Arabia
16. Adapted from data published by OPEC, Eurostat, World Bank
17. Jaap C. Jansen, Esmee Kooijman, Linda Pronk, Moises Covarrubias, 'Global prospects for fossil fuels with special reference to resource rent effects and CCS' May 2016, p. 46.
18. Jaap C. Jansen, Esmee Kooijman, Linda Pronk, Moises Covarrubias, 'Global prospects for fossil fuels with special reference to resource rent effects and CCS' May 2016, p. 47.
19. <http://www.theguardian.com/world/2016/feb/18/venezuela-president-raises-fuel-price-by-1300-and-devalues-bolivar-to-tackle-crisis>.
20. Sez nec, J-F (2016). Saudi Energy Changes: The End of the Rentier State? Atlantic Council/ Global Energy Center. Washington, DC. March 2016.
21. Boone, P. and D. Rodionov, Sustaining Growth. Moscow/London/New York: Brunswick USB Warburg Russia Equity Research, September 2002.
22. Ahrend, R. and W. Tompson, "Unnatural Monopoly: The Endless Wait for Gas-Sector Reform in Russia," Europe-Asia Studies, 57, 6:801-821, 2005b.

23. Coady, D., I. Parry, L. Sears, B. Shang (2015). How Large Are Global Energy Subsidies? IMF Working Paper WP/15/105. International Monetary Fund. Washington, D.C. April.
24. Gurvich, E. T., "Makroekonomicheskaya otsenka roli Rossiyskogo neftegazovogo sektora (A Macroeconomic Assessment of the Role of the Russian Oil and Gas Sector," *Voprosy Ekonomiki*, 10/2004.
25. Shearer, C., N. Chio, L. Myllyvirta, A. Yu, T. Nace (2016). *Boom and Bust 2016: Tracking the Global Coal Plant Pipeline*. Report issued by CoalSwarm, Greenpeace, and Sierra Club. March 2016.
26. Åslund, A., "Russia's Economic Transformation under Putin," *Eurasian Geography and Economics*, 45, 6:397-420, 2004a.
27. Jansen, J.C. *On the design of an EU climate and energy policy framework for 2030*. Report ECN-E-14-002. Petten.
28. Hertog, S. (2012), *A Rentier Social contract: The Saudi Political Economy since 1979*. Sciences Po. Paris, 22 Februari 2012.

Κεφάλαιο 3

Η Κλιματική Αλλαγή και η Ενεργειακή Παγίδα

3.1 Εισαγωγή

Το κλίμα του πλανήτη Γη έχει μεταβληθεί πολύ στη διάρκεια της ιστορίας. Μόνο τα τελευταία 650.000 χρόνια έχουν υπάρξει 7 κύκλοι ανάπτυξης και υποχώρησης παγετώνων, με το βίαιο τέλος της εποχής των παγετώνων περίπου 7.000 χρόνια πριν να σηματοδοτεί την αρχή της περιόδου του σύγχρονου κλίματος και της ανθρωπότητας. Οι πιο πολλές από αυτές τις κλιματικές αλλαγές αποδίδονται σε μικρές μεταβολές της τροχιάς της Γης που αλλάζει την ποσότητα ηλιακής ενέργειας που αυτή λαμβάνει. Το παρόν μοντέλο θέρμανσης χρίζει ιδιαίτερης σημασίας καθώς είναι εξαιρετικά πιθανό να είναι αποτέλεσμα της ανθρώπινης δραστηριότητας από τα μέσα του 20^{ου} αιώνα, προχωρώντας με ρυθμό άνευ προηγουμένου [3.1]. Οι δορυφόροι γύρω από την τροχιά της Γης καθώς και άλλες τεχνολογικές σύγχρονες συσκευές έχουν επιτρέψει στους επιστήμονες να παρατηρήσουν τη γενικότερη εικόνα του φαινομένου, συλλέγοντας δεδομένα διαφορετικών ειδών για τον πλανήτη και το κλίμα του σε παγκόσμιο επίπεδο. Αυτό το σώμα δεδομένων, που έχει συλλεχθεί εδώ και πολλά χρόνια αποκαλύπτει τα σημάδια της κλιματικής αλλαγής. Η παγίδευση θερμότητας του διοξειδίου του άνθρακα καθώς και άλλων αερίων αποκαλύφθηκε πρώτα στα μέσα του 19^{ου} αιώνα [3.2]. Η ικανότητα των αερίων αυτών να επηρεάζουν τη μεταφορά υπέρυθρης ενέργειας μέσω της ατμόσφαιρας συντελεί στην αυξημένη παρουσία αερίων του θερμοκηπίου σε αυτή και προκαλεί την υπερθέρμανση του πλανήτη. Οι κορυφές των παγετώνων της Ανταρκτικής και οι τροπικοί παγετώνες στα βουνά αναδεικνύουν ότι το κλίμα της Γης αντιδρά στην αύξηση των επιπέδων των αερίων του θερμοκηπίου. Αποδείξεις ακόμα μπορούν να συλλεχθούν από τους κορμούς αρχαίων δέντρων, από τους ωκεανούς, από τους κοραλλιογενείς υφάλους και τα στρώματα των πετρωμάτων που αποδεικνύουν ότι η υπερθέρμανση συμβαίνει 10 φορές γρηγορότερα από το μέσο ρυθμό [3.3].

3.2 Επιπτώσεις Κλιματικής Αλλαγής

Επιπτώσεις της υπερθέρμανσης αυτής είναι οι παρακάτω:

- **Αύξηση του επιπέδου της θάλασσας παγκοσμίως**, που καταγράφεται να είναι 8 ίντσες μέσα στον τελευταίο αιώνα. Ειδικότερα, ο ρυθμός αύξησης είναι

περίπου διπλάσιος τις τελευταίες 2 δεκαετίες από ότι τον τελευταίο αιώνα [3.4].

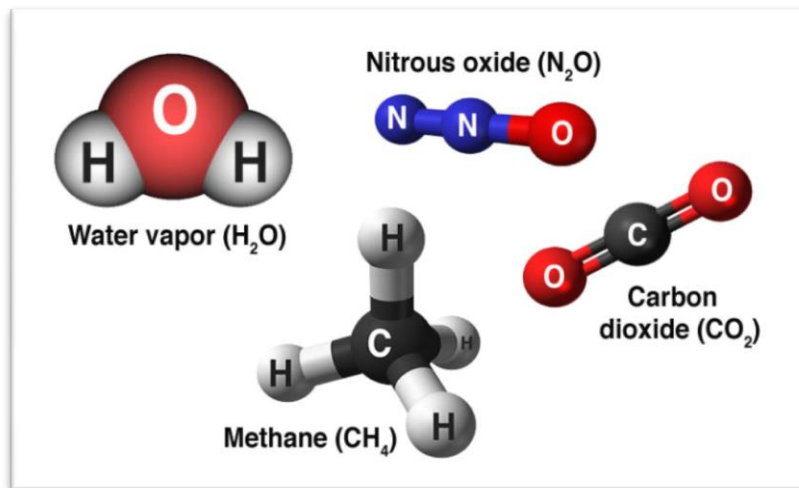
- **Παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας.** Η μέση θερμοκρασία επιφάνειας του πλανήτη έχει αυξηθεί κατά περίπου 1,1 βαθμούς Κελσίου από τα μέσα του 19^{ου} αιώνα, μία αλλαγή που προκαλείται από τα αυξημένα επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα και άλλων αερίων που δημιουργούνται από την ανθρώπινη δραστηριότητα [3.5]. Το μεγαλύτερο μέρος της υπερθέρμανσης συνέβη τα τελευταία 35 χρόνια, με 16 από τα 17 πιο θερμά έτη να καταγράφονται από το 2001 και ύστερα. Χαρακτηριστικά, το 2016 αποτέλεσε το πιο ζεστό έτος που έχει καταγραφεί με 8 από τους 12 μήνες του να καταγράφονται ως οι πιο θερμοί αντίστοιχα ανά τα χρόνια [3.6].
- **Θέρμανση των ωκεανών.** Οι ωκεανοί έχουν απορροφήσει την περισσότερη από την αυξανόμενη θερμότητα, ενώ η θερμοκρασία περίπου 700 μέτρα από το βυθό των θαλασσών έχει αυξηθεί σημαντικά από το 1969 [3.7].
- **Συρρίκνωση των παγετώνων.** Οι παγετώνες στο Greenland και στην Ανταρκτική έχουν συρρικνωθεί σε μάζα. Δεδομένα από τα σύστημα γεωλογικής καταγραφής της NASA και από κλιματικά πειράματα στις περιοχές εκεί αναδεικνύουν ότι χάθηκαν από 150 έως 250 κυβικά μέτρα πάγου ανάμεσα στα έτη 2002 με 2006 στο Greenland, την ίδια ώρα που η Ανταρκτική έχασε 152 κυβικά μέτρα τα έτη εκείνα.
- **Συρρίκνωση του πάγου της Αρκτικής.** Τόσο το εύρος όσο και το πάχος των πάγων της Αρκτικής έχει μειωθεί δραστικά τις τελευταίες δεκαετίες [3.8].
- **Υποχώρηση των πάγων στις οροσειρές.** Οι πάγοι λιώνουν και υποχωρούν σχεδόν σε όλες τις οροσειρές παγκοσμίως συμπεριλαμβανομένων των Άλπεων, των Ιμαλαίων, των Άνδεων, της Αλάσκας και της Αφρικής [3.9].
- **Ακραία γεγονότα.** Ο αριθμός των καταγραφών πολύ υψηλών θερμοκρασιών στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής ολοένα και αυξάνεται την ίδια ώρα που ο αριθμός των καταγραφών σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες όλο και μειώνεται. Ακόμα, ιδιαίτερα στις ΗΠΑ τις τελευταίες δεκαετίες καταγράφονται όλο και πιο έντονα φαινόμενα βροχοπτώσεων και τυφώνων, που αποτελούν ακραία καιρικά φαινόμενα [3.10].

- **Όξυνση των ωκεανών.** Από την απαρχή της βιομηχανικής επανάστασης, η οξύτητα της επιφάνειας των νερών στους ωκεανούς έχει αυξηθεί περίπου κατά 30%. Αυτή η αύξηση είναι αποτέλεσμα της αυξημένης εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα τα οποία απορροφώνται από τα ύδατα των ωκεανών. Χαρακτηριστικά, το ποσό του διοξειδίου του άνθρακα που απορροφάται από το ανώτερο επίπεδο των ωκεανών αυξάνεται κατά 2 δισεκατομμύρια τόνους το χρόνο περίπου [3.11].
- **Μειωμένη έκταση χιονόπτωσης.** Ευρήματα από δορυφόρους αναδεικνύουν ότι ειδικά στο νότιο ημισφαίριο η χιονόπτωση μειώνεται αισθητά χρόνο με το χρόνο, με τις χιονοπτώσεις πέρα από τους χειμερινούς μήνες να αποτελούν όλο και πιο σπάνιο φαινόμενο [3.12].
- Πρόσφατα έρευνα ανέδειξε ότι τα φαινόμενα που προκαλούνται από την κλιματική αλλαγή θα οφείλονται περίπου για περισσότερους από 500.000 θανάτους παγκοσμίως ανά έτος μέχρι το έτος 2050 [3.13].

3.2.1 Τα Αέρια του Θερμοκηπίου

Για όλα τα παραπάνω φαινόμενα, οι επιστήμονες πλέον αφιερώνουν όλο και μεγαλύτερο κομμάτι της έρευνας τους προκειμένου να αναλύσουν τα αίτια που τα προκαλούν, καθώς η κατάσταση παγκοσμίως δυσχεραίνει. Οι περισσότεροι κλιματικοί επιστήμονες συμφωνούν ότι η κύρια αιτία της υπερθέρμανσης του πλανήτη είναι το φαινόμενο του θερμοκηπίου και η εξάπλωση του που οφείλεται σε ανθρώπινες δραστηριότητες [3.14].

Ορισμένα αέρια στην ατμόσφαιρα εμποδίζουν τη διαφυγή της θερμότητας προς το διάστημα, με αποτέλεσμα η θερμότητα αυτή να παραμένει γύρω από τον πλανήτη. Αέρια με μεγάλο χρόνο ζωής που παραμένουν κατά το ήμισυ περίπου στην ατμόσφαιρα μονίμως και δεν αντιδρούν φυσικά ή χημικά σε αλλαγές της θερμοκρασίας περιγράφονται ως ενισχυτές της κλιματικής αλλαγής. Από την άλλη αέρια όπως οι υδάτινοι υδρατμοί που αντιδρούν φυσικά ή χημικά σε αλλαγές της θερμοκρασίας χαρακτηρίζονται ως ανατροφοδοτήσεις [3.15]. Τα αέρια που απαρτίζουν τα αέρια του θερμοκηπίου φαίνονται στην παρακάτω εικόνα:



Εικόνα 3: Τα αέρια του θερμοκηπίου, υδρατμοί, νιτρικό οξύ, διοξείδιο του άνθρακα και μεθάνιο

1. **Υδρατμοί.** Το πιο άφθονο αέριο του θερμοκηπίου, αλλά πιο σημαντικά, δρα ως ανατροφοδότηση του κλίματος. Οι υδάτινοι υδρατμοί αυξάνονται καθώς η ατμόσφαιρα της Γης θερμαίνεται, αυξάνοντας την πιθανότητα δημιουργίας των σύννεφων και της βροχόπτωσης, μετατρέποντας τα σε ένα από τους πιο σημαντικούς μηχανισμούς ανατροφοδότησης του φαινομένου του θερμοκηπίου [3.16].
2. **Διοξείδιο του άνθρακα.** Ένα μείζον αλλά πολύ σημαντικό συστατικό της ατμόσφαιρας ελευθερώνεται μέσω φυσικών διαδικασιών όπως η αναπνοή και οι εκρήξεις ηφαιστειών και μέσω ανθρώπινων δραστηριοτήτων όπως η καταστροφή των δασών, οι μεταβολές στη χρήση της Γης και η καύση των ορυκτών καυσίμων. Οι άνθρωποι έχουν αυξήσει τη συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα περισσότερο από 1/3 από τη βιομηχανική επανάσταση και αυτό αποτελεί το σημαντικότερο παράγοντα του φαινομένου [3.16].
3. **Μεθάνιο.** Ένας αέριος υδρογονάνθρακας που παράγεται τόσο από φυσικές πηγές αλλά και από ανθρώπινες δραστηριότητες, συμπεριλαμβανομένων της αποδόμησης των αποβλήτων, της πέψης των μηρυκαστικών και της διαχείρισης της κοπριάς. Σε μοριακή βάση, το μεθάνιο είναι πολύ πιο ενεργό αέριο του θερμοκηπίου από το διοξείδιο του άνθρακα, αλλά βρίσκεται σε πολύ λιγότερη αφθονία από το προηγούμενο [3.16].
4. **Νιτρικό Οξύ.** Ένα ισχυρό αέριο του θερμοκηπίου που παράγεται από τεχνικές καλλιέργειας του χώματος, ειδικά από τη χρήση οργανικών ή όχι λιπασμάτων,

από την καύση ορυκτών καυσίμων και κατά τη διάρκεια της καύσης της βιομάζας [3.16].

3.2.2 Το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου

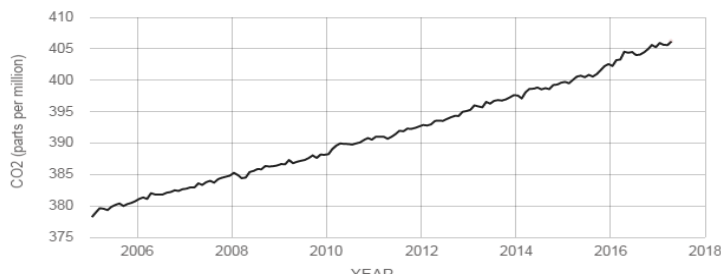
Στη Γη, οι ανθρώπινες δραστηριότητες μεταβάλλουν το φυσικό φαινόμενο του θερμοκηπίου. Κατά τη διάρκεια του τελευταίου αιώνα η καύση ορυκτών καυσίμων όπως του άνθρακα και του πετρελαίου έχει αυξήσει τη συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα. Σε μικρότερο βαθμό, ο καθαρισμός εκτάσεων γης για καλλιέργεια, η βιομηχανία και άλλες ανθρώπινες δραστηριότητες συντελούν και αυτά στην αύξηση των εκπομπών CO₂. Οι βιομηχανικές διαδικασίες στις οποίες βασίζεται σε μεγάλο βαθμό ο πολιτισμός των ανθρώπων σήμερα έχουν αυξήσει από μόνες τους τα επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα από 280 σε 400 τα τελευταία 150 χρόνια [3.17]. Η κατάσταση αυτή, αν και εφόσον συνεχιστεί αναμένεται να προκαλέσει ποικίλα φαινόμενα τα οποία είναι αμιγώς καταστροφικά για τον πλανήτη Γη και το οικοσύστημα του όπως [3.18]:

1. Η μεταβολή του κλίματος θα συνεχιστεί.
2. Οι θερμοκρασίες θα εξακολουθήσουν να αυξάνονται.
3. Θα επεκταθούν οι περίοδοι χωρίς βροχόπτωση και χιονόπτωση.
4. Θα υπάρξουν αλλαγές στα μοτίβα των βροχοπτώσεων.
5. Περισσότερες ξηρασίες και κύματα καύσωνα.
6. Περισσότεροι και εντονότεροι τυφώνες.
7. Αύξηση του επιπέδου επιφάνειας της θάλασσας από 1 ως 4 πόδια.
8. Λιώσιμο των πάγων στην Αρκτική.

3.2.3 Αποδείξεις της Κλιματικής Αλλαγής

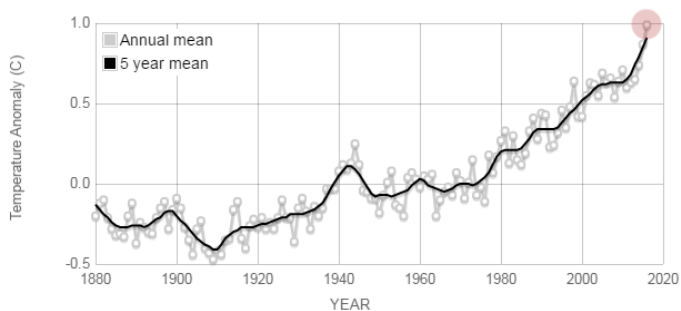
Οι 5 κύριοι παράγοντες που αποτελούν ενδείξεις της κλιματικής αλλαγής είναι οι ακόλουθοι:

1. **Τα επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα.** Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται ξεκάθαρα η ανοδική πορεία που διαγράφουν οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα σε παγκόσμιο επίπεδο, με την αύξηση να είναι πολύ μεγάλη στο διάστημα από το 2006 μέχρι και σήμερα.



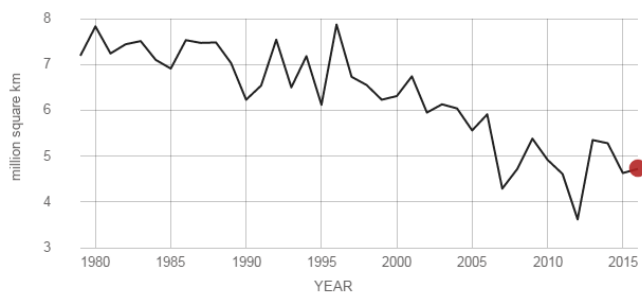
Εικόνα 4: Ποσότητα εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα συναρτήσει του έτους [3.23].

2. **Η μέση τιμή της θερμοκρασίας παγκοσμίως.** Η παρακάτω εικόνα αναδεικνύει την αύξηση της θερμοκρασίας από το 2000 και ύστερα.



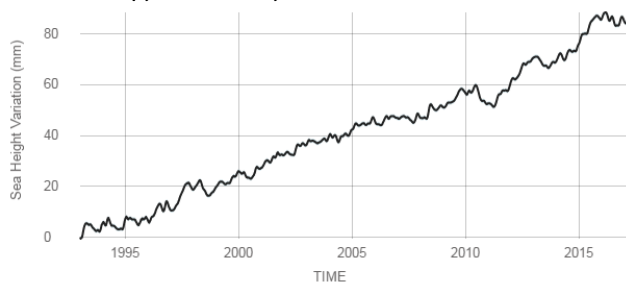
Εικόνα 5: Μέση μεταβολή της μέσης τιμής της θερμοκρασίας σε παγκόσμιο επίπεδο [3.24].

3. Το ελάχιστο επίπεδο πάγου στην Αρκτική.



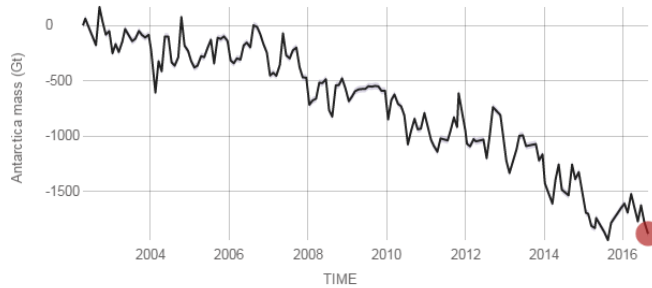
Εικόνα 6: Μέση τιμή της έκτασης πάγου στην Αρκτική σε εκατομμύρια τετραγωνικά μέτρα συναρτήσει του έτους.

4. Το επίπεδο της θάλασσας.



Εικόνα 7: Μεταβολή των επιπέδων της θάλασσας παγκοσμίως συναρτήσει του έτους [3.25].

5. Ο όγκος των παγετώνων.



Εικόνα 8: Η μεταβολή του όγκου των παγετώνων στην Ανταρκτική συναρτήσκει του έτους [3.25].

Η συνεχής και εντατική παρακολούθηση της πορείας που διαγράφουν ανά το χρόνο οι παραπάνω 5 παράγοντες είναι καθοριστικής σημασίας για την έγκαιρη διάγνωση και αντιμετώπιση του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής, και ήδη η επιστημονική κοινότητα αφιερώνει αρκετό χρόνο και κεφάλαιο πάνω στο θέμα αυτό.

3.3 Η Ενεργειακή Παγίδα

Για αρκετές δεκαετίες πριν την κορύφωση της ενεργειακής παραγωγής, η διαθεσιμότητα της ενέργειας αυξανόταν και σταδιακά έφτανε σε μία κατάσταση στασιμότητας, δημιουργώντας μια θεσμοθετημένη προσδοκία ότι θα εξακολουθούσε να συμπεριφέρεται με αυτό τον τρόπο. Ο ρυθμός της αγοράς που οδηγείται από επενδύσεις σε έργα ανανεώσιμης ενέργειας επιταχύνθηκε, αλλά αποδείχθηκε ανεπαρκής να αντισταθμίσει τη μείωση της κορύφωσης της χρήσης των ορυκτών καυσίμων (την πραγματική ή την περιορισμένη από την κλιματική πολιτική). Με ανεπαρκείς υποδομές και κατασκευές ανανεώσιμων πηγών πριν την κορύφωση, η μόνη επιλογή για διατήρηση της ενεργειακής διαθεσιμότητας όπως ήταν πριν την κορύφωση ήταν να ανέβει ο λόγος επένδυσης ϵ , μία ενέργεια που θα μείωνε ακόμα περισσότερο τη καθαρή διαθέσιμη ενέργεια την ώρα της επένδυσης [3.22].

Στην πράξη, η παραπάνω αύξηση του επενδυτικού παράγοντα ϵ μπορεί να έχει πολύ μεγάλο κόστος μιας και αποτελεσματικά αυξάνει τα δεδομένα και αντιληπτά κόστη για την ενέργεια για ολόκληρη την οικονομία σε μη αποδεκτά κοινωνικά επίπεδα. Ένα ακόμα πιο πιθανό αποτέλεσμα είναι ένας επιβαλλόμενος κύκλος ανάμεσα στην καταστροφή της ζήτησης (εξ αιτίας του υψηλού κόστους της ενέργειας) και σε μία πτώση στην πραγματική επένδυση στην ενέργεια αφού, σε μία κατάσταση φθίνων

πόρων, η ικανοποίηση των άμεσων αναγκών γίνεται προτεραιότητα μειώνοντας έτσι την ικανότητα και την προθυμία για επένδυση σε κατασκευή υποδομών ανανεώσιμων πηγών. Αυτή είναι η ενεργειακή παγίδα: οι μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας επιτρέπεται να εξαντληθούν χωρίς ανάλογη επένδυση σε ανανεώσιμες πηγές κλειδώνοντας έτσι μία κατάσταση μειούμενης ενεργειακής διαθεσιμότητας.

Η ενεργειακή παγίδα εντοπίζεται όταν το οικονομικό σύστημα είναι χαλαρά συζευγμένο με τα όρια του οικοσυστήματος στο οποίο ενσωματώνεται. Αυτό συμβαίνει λόγω του συνδυασμένου φαινομένου μιας αποτυχίας της αγοράς στην τιμολόγηση των πόρων πριν την κορύφωση και στην παράλληλη διόγκωση του χρέους λόγω των πρότερων προσδοκιών για οικονομική απόδοση. Αυτός ο συνδυασμός δημιουργεί μία φάση υπερκατανάλωσης των διαθέσιμων πόρων και υποεπένδυσης σε δομές ανανεώσιμων έργων, κλειδώνοντας έτσι μία κατάσταση υψηλής κατανάλωσης με ταυτόχρονη ανεπαρκή δομή να την υποστηρίξει. Η παγίδα κλείνει όταν, γίνεται αυτεπιβαλλόμενος ο περιορισμός της υπέρβασης της κατανάλωσης των πόρων που οδηγεί σε περαιτέρω μειούμενη επένδυση σε μηχανισμούς μετάβασης.

Βιβλιογραφία 3^{ου} Κεφαλαίου

1. B.D. Santer et. al. "A search for human influences on the thermal structure of the atmosphere," *Nature* vol 382, 4 July 1996, 39-46.
2. V. Ramaswamy et.al., "Anthropogenic and Natural Influences in the Evolution of Lower Stratospheric Cooling," *Science* 311 (24 February 2006), 1138-1141.
3. National Research Council (NRC), 2006. *Surface Temperature Reconstructions For the Last 2,000 Years*.
4. Church, J. A. and N.J. White (2006), A 20th century acceleration in global sea level rise, *Geophysical Research Letters*, 33, L01602, doi:10.1029/2005GL024826.)
5. . <https://www.ncdc.noaa.gov/indicators/>
6. <https://www.giss.nasa.gov/research/news/20170118/>)
7. Levitus, et al, "Global ocean heat content 1955–2008 in light of recently revealed instrumentation problems," *Geophys. Res. Lett.* 36, L07608 (2009).
8. R. Kwok and D. A. Rothrock, "Decline in Arctic sea ice thickness from submarine and ICESAT records: 1958-2008," *Geophysical Research Letters*, v. 36, paper no. L15501, 2009
9. http://nsidc.org/cryosphere/sotc/glacier_balance.html
10. *Attribution of Extreme Weather Events in the Context of Climate Change*, National Academies Press, 2016
11. C. L. Sabine et.al., "The Oceanic Sink for Anthropogenic CO₂," *Science* vol. 305 (16 July 2004), 367-37
12. Rutgers University Global Snow Lab, Data History Accessed August 29, 2011.
13. Springmann et al., 2016, IPCC, 2014a and 2014b.
14. United States Global Change Research Program, "Global Climate Change Impacts in the United States," Cambridge University Press, 2009
15. IPCC Fifth Assessment Report, 2014
16. <https://climate.nasa.gov/causes/>
17. <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>
18. <https://climate.nasa.gov/effects/>
19. Dale, M., Krumdieck, S., and Bodger, P. (2011). Net energy yield from production of conventional oil. *Energy Policy* 39, 7095–7102. doi:10.3168/jds.2011-4283
20. Maggio, G., and Cacciola, G. (2009). A variant of the Hubbert curve for world oil production forecasts. *Energy Policy* 37, 4761–4770. doi:10.1016/j.enpol.2009.06.053
21. Benichou, L., and Mayr, S. (2014). Rogeaulito: a world energy scenario modeling tool for transparent energy system thinking. *Front. Energy Res.* 1:13. doi:10.3389/fenrg.2013.00013
22. Dale, M., and Benson, S. M. (2013). Energy balance of the global photovoltaic (PV) industry – is the PV industry a net electricity producer? *Environ.*
23. Πηγή Εθνικό Ίδρυμα Ωκεανών και Ατμόσφαιρας.
24. Πηγή Ινστιτούτο διαστημικών ερευνών της NASA.
25. Πηγή Δορυφορικές καταγραφές για τη NASA
26. <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fenrg.2014.00008/full> (accessed 6/7/2017)

Κεφάλαιο 4

Ανάλυση της βιώσιμης ενεργειακής μετάβασης

4.1 Σχεδιάζοντας μία οικονομία για τη βιώσιμη ενεργειακή μετάβαση

Η βιώσιμη ενεργειακή μετάβαση μπορεί να ορισθεί ως μία ελεγχόμενη διαδικασία που οδηγεί μία τεχνολογικά προηγμένη κοινωνία να ικανοποιεί όλες τις ανάγκες σε ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές, διατηρώντας ταυτόχρονα επαρκείς τελικές ενεργειακές υπηρεσίες κατά κεφαλή [4.1]. Το κύριο χαρακτηριστικό της παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας, για παρούσες και μελλοντικές τεχνολογίες, είναι ότι αυτές έχουν ένα ισχυρό περιορισμό χωρητικότητας (περιορισμός ισχύος) και ότι οποιαδήποτε επέκταση χωρητικότητας για να ικανοποιηθούν οι αυξανόμενες ζητήσεις ενέργειας συνεπάγεται αρκετά υψηλή αρχική επένδυση. Οι πόροι από ανανεώσιμη ενέργεια καλούνται να αντικαταστήσουν ένα ενεργειακό σύστημα που βασίζεται στα ορυκτά καύσιμα που σε όλη της ιστορία μπορούσε να αυξήσει την ισχύ εξόδου του έχοντας οριοθετημένο κόστος, μέσω της αύξησης του ρυθμού εξαγωγής από τις ήδη χρησιμοποιούμενες πηγές [4.1]. Πιο συγκεκριμένα, η βιώσιμη ενεργειακή μετάβαση μεταφράζεται ως μία μετάβαση από μία κατάσταση όπου η ζήτηση ισχύος ήταν πάντα μικρότερη της συνολικής ποσότητας καυσίμων σε μία κατάσταση που η κατανάλωση ενέργειας περιορίζεται από την εγκατεστημένη παραγωγή ισχύος, δηλαδή μία μετάβαση από μία οικονομία αποθεμάτων ενέργειας σε μία οικονομία ενεργειακών ροών με ανώτατο όριο κάθε στιγμή τα αποθέματα της εγκατεστημένης ισχύος.

Υπάρχουν δύο επιλογές για να αντιμετωπιστεί η πρόκληση αυτή και να αποτραπεί η ενεργειακή παγίδα. Η αυτορρυθμιζόμενη αγορά και/ή ο κρατικός παρεμβατισμός. Σιωπηρά αναγνωρίζοντας ότι οι μη ρυθμιζόμενες αγορές αποτυγχάνουν να αντιμετωπίσουν αποτελεσματικά τους κλιματικούς περιορισμούς καθώς και αυτούς της βιώσιμης ενεργειακής μετάβασης, οι κυβερνήσεις έχουν εγκαταστήσει αρκετούς ρυθμιστικούς μηχανισμούς προκειμένου να ωθήσουν να εκκινήσει η μετάβαση αυτή. Οι μηχανισμοί αυτοί περιλαμβάνουν το εμπόριο εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα [4.2] και τη φορολογία στις εκπομπές αυτές [4.3] αλλά και θετικά κίνητρα όπως τις ανατροφοδοτούμενες χρεώσεις [4.4] και τους στόχους για δημιουργία έργων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας [4.5].

Οι μηχανισμοί αυτοί είχαν ένα αδιαμφισβήτητο θετικό αντίκτυπο στην ανάπτυξη και στην υιοθεσία των ανανεώσιμων τεχνολογιών. Παρ' όλα αυτά, αναγνωρίζεται η ανάγκη για μία συναφή ενεργειακή πολιτική και ρηξικέλευθη νέα σκέψη στις πολιτικές των μηχανισμών [4.5]. Πιο σημαντικά, οι στόχοι που οι πολιτικές των μηχανισμών αυτών λειτουργούν για να επιτύχουν είναι αυθαίρετοι και μοιάζουν ανεπαρκείς να εξουδετερώσουν την ενέργεια παγίδα σε παγκόσμιο επίπεδο. Με δεδομένο το σημερινό ρυθμό επένδυσης σε ανανεώσιμη ενέργεια και με ενεργούς τους κλιματικούς περιορισμούς, η κατά κεφαλή διαθέσιμη τεχνική ενέργεια στο τέλος του αιώνα θα μπορούσε να είναι τέσσερις φορές μικρότερη από την κατά κεφαλή διαθέσιμη ενέργεια σήμερα [4.6].

Ένα οικονομικό σύστημα που λειτουργεί μέσα στα όρια του οικοσυστήματος πρέπει να [4.7]:

- Αναδιανέμει τους πόρους με προτεραιότητα σε επενδύσεις σε βιώσιμη παραγωγή.
- Διασφαλίζει επαρκή ενέργεια στο μέλλον για ικανοποίηση των παρόντων αναπτυξιακών δεσμεύσεων.
- Περιορίζει (και όχι να εξουδετερώνει) κερδοσκοπικές δραστηριότητες για χρήση μόνο πλεονάζουσας καθαρής διαθέσιμης ενέργειας.
- Διασφαλίζει ότι ο νόμιμος πλούτος δεν υπερβαίνει την παραγωγική χωρητικότητα της οικονομίας.
- Ενσωματώνει ανατροφοδοτούμενους μηχανισμούς που λειτουργούν προληπτικά και αυτόνομα παρά με εξάρτηση από εξωτερική παρέμβαση.

4.2 Διαδικασία επίτευξης της μετάβασης

Είναι παγκόσμια επιταγή πλέον να επιτευχθεί βιώσιμη ανάπτυξη και περιορισμός του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής, σε συνδυασμό με τη ραγδαία μείωση του κόστους και την αύξηση σε επενδύσεις σε έργα ανανεώσιμης ενέργειας. Όλα αυτά έχουν θέσει σε κίνηση μία μετάβαση του τρόπου με τον οποίο η ενέργεια παράγεται, διανέμεται και καταναλώνεται [4.8]. Η καινοτομία, η επιταχυμένη ανάπτυξη χαμηλού κόστους ανανεώσιμης ενέργειας, η ενεργειακή απόδοση, η ευρύτατη ηλεκτροδότηση και η χρήση τεχνολογιών πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών είναι αναγκαία για την

επίτευξη αυτής της μετάβασης. Η σημασία της μείωσης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και η επίτευξη του στόχου του περιορισμού της κλιματικής αλλαγής είναι στον πυρήνα αυτής της μετάβασης. Η πυκνότητα των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στην παγκόσμια οικονομία πρέπει να μειωθεί κατά 85% μέσα στα επόμενα 35 χρόνια προκειμένου να περιοριστεί η αύξηση της θερμοκρασίας παγκοσμίως κατά 2 βαθμούς κελσίου σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990. Το πλαίσιο της μετάβασης ορίζεται και περιγράφεται από τη συμφωνία του Παρισιού που συνάφθηκε μεταξύ των περισσότερων χωρών του κόσμου [4.9]

4.2.1 Η Ευρωπαϊκή Ένωση πρωτοπόρος στην κλιματική αλλαγή

Στη σύνοδο της 6ης Μαρτίου 2015 [4.9], οι υπουργοί περιβάλλοντος των χωρών της Ε.Ε. συζήτησαν τις προετοιμασίες ενόψει της Διάσκεψης του Παρισιού. Ειδικότερα, ενέκριναν επισήμως την εθνικά καθορισμένη πρόθεση συνεισφοράς της Ε.Ε. (Intended Nationally Determined Contributions -INDC) στο πλαίσιο της νέας παγκόσμιας συμφωνίας για το κλίμα. Πρόκειται για ένα δεσμευτικό στόχο μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου της Ε.Ε. κατά τουλάχιστον 40% σε σύγκριση με το 1990, έως το 2030 [10]. Η Ε.Ε. και τα κράτη μέλη της είναι η πρώτη μεγάλη οικονομία που ανακοινώνει την INDC της. Υπεβλήθη επισήμως στην UNFCCC στις 6 Μαρτίου 2015. Η Ε.Ε. θα αυξήσει τη διεθνή της χρηματοδοτική συνεισφορά για το κλίμα στα 100 δισ. \$ ετησίως.

4.2.2 Ορισμός της εθνικά καθορισμένης πρόθεσης συνεισφοράς (Intended Nationally Determined Contributions –INDC)

Όλες οι χώρες προσκλήθηκαν να υποβάλλουν τις εθνικά καθορισμένες προθέσεις συνεισφοράς (INDCs) [4.10]. Αυτές περιλαμβάνουν το συνολικό στόχο της μείωσης των αερίων του θερμοκηπίου και περιγράφουν πώς κάθε χώρα σκοπεύει να συνεισφέρει στην ανάσχεση της κλιματικής αλλαγής. Αυτές οι δεσμεύσεις μπορεί επίσης να περιλαμβάνουν την οικονομική υποστήριξη για την υλοποίηση των δράσεων που περιγράφονται. Ο χρονικός ορίζοντας για την υλοποίηση των δεσμεύσεων αυτών είναι η δεκαετία 2020 ως 2030. Ωστόσο, οι κλιματολογικοί επιστήμονες του Περιβαλλοντικού Προγράμματος και του Οργανισμού Καταγραφής του Κλίματος των

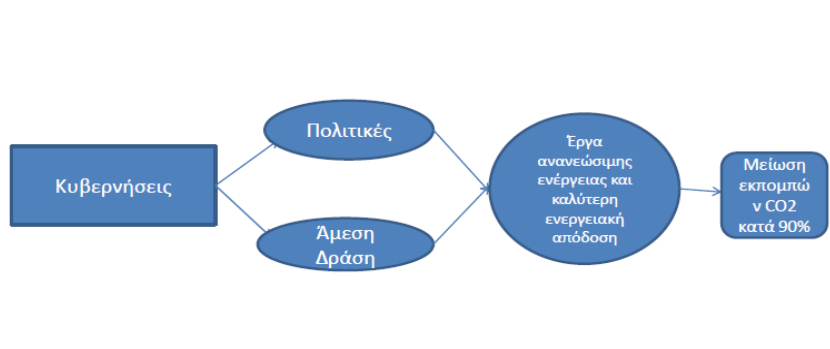
Ηνωμένων Εθνών UN έχουν κάνει προκαταρκτική ανάλυση στα INDCs που υποβλήθηκαν έως τον Οκτώβριο του 2015 από 146 χώρες που αντιπροσωπεύουν το 85-88% των παγκόσμιων εκπομπών αερίου του θερμοκηπίου το 2012. Αν οι υποβληθείσες προθέσεις υλοποιηθούν πλήρως από τα κράτη στο διάστημα από το 2020 έως το 2030 οι παγκόσμιες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου θα αυξηθούν κατά 17% το 2030 σε σύγκριση με το 2010 (φτάνοντας τους 56 Gt CO₂-eq) αντί να μειωθούν κατά 15% (ώστε να φτάσουν τους 42 Gt CO₂). Η αύξηση στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου δεν είναι συμβατή με τον περιορισμό της παγκόσμιας θερμοκρασίας κάτω από 2ο C . Επιπρόσθετα των ανεπαρκών στόχων μείωσης εκπομπών υπάρχουν επίσης ανεπαρκείς πολιτικές για την υλοποίηση αυτών των στόχων. Οι κλιματολόγοι συμπεραίνουν ότι υπάρχει σημαντικό κενό μεταξύ των τρεχουσών πολιτικών και των δεσμεύσεων των χωρών μέσα στις εθνικά καθορισμένες προθέσεις συνεισφοράς. Με τον τρόπο αυτό οι παγκόσμιες εκπομπές υπό τις τρέχουσες υλοποιούμενες πολιτικές θα είναι υψηλότερες από τα επίπεδα των ανεπαρκών INDCs. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ανάγκη λήψης πιο δραστικών μέτρων από τις χώρες και τις κυβερνήσεις προκειμένου να επιτευχθούν οι στόχοι που έχουν τεθεί.

4.3 Ο Ρόλος των Κυβερνήσεων

Όπως καθίσταται εμφανές, στην προσπάθεια αυτή της ενεργειακής μετάβασης οι κυβερνήσεις διαδραματίζουν πολύ σημαντικό ρόλο. Αυτές έχουν την ευθύνη να θέσουν σε ισχύ ένα πλαίσιο εφαρμογής που θα παρέχει μακροπρόθεσμη ασφάλεια για τον ιδιωτικό τομέα και που θα διασφαλίζει το θετικό περιβάλλον για τη βιώσιμη μετάβαση. Η μετάβαση αυτή παραμένει εφικτή και σε εναρμόνιση με τη συμφωνία του Παρισιού για την κλιματική αλλαγή, καθώς και με τους στόχους βιωσιμότητας των Ηνωμένων Εθνών καθώς συμπεριλαμβάνει όλους τους τομείς του ενεργειακού συστήματος και διασφαλίζει μία βιώσιμη και ασφαλή παροχή ενέργειας. Παρ όλα αυτά η μετάβαση δεν πρέπει να περιορίζεται μόνο στον ενεργειακό τομέα αλλά πρέπει να επεκτείνεται και στους υπόλοιπους τομείς της οικονομίας, μιας και από τα οφέλη της θα επωφεληθούν όλοι οι τομείς [4.12].

Μέτρα ανανεώσιμης ενέργειας και ενεργειακής απόδοσης έχουν την προοπτική να επιτύχουν το 90% της απαιτούμενης μείωσης των εκπομπών, μέχρι το 2050 περίπου

[4.13]. Στην περίπτωση αυτή, και με την πυρηνική ενέργεια να παραμένει στα επίπεδα στα οποία βρίσκεται σήμερα, η ενεργειακή ζήτηση το 2050 θα παραμείνει στα επίπεδα που είναι σήμερα λόγω των βελτιώσεων στην ενεργειακή απόδοση. Στον τομέα αυτό πρέπει να επιτυγχάνεται 2.5% αύξηση της απόδοσης κάθε χρόνο μέχρι το 2050 και το μερίδιο της ανανεώσιμης ενέργειας πρέπει την ίδια ώρα να αυξηθεί από το 15% που βρίσκεται περίπου σήμερα στο 65% το 2050 [4.13]. Περίπου οι μισές από τις βελτιώσεις στην απόδοση της ενέργειας μπορούν να αποδοθούν στην ανανεώσιμη ενέργεια. Αυτό περιλαμβάνει κέρδη σε απόδοση από θέρμανση από ανανεώσιμες πηγές, όπως και ψύξη, μεταφορές και ηλεκτροδότηση. Ήδη σε παγκόσμιο επίπεδο έχει υπάρξει μεγάλη άνθηση ηλιακών και αιολικών πάρκων που τροφοδοτούν το δίκτυο με ανανεώσιμη πράσινη ενέργεια, φιλική προς το περιβάλλον και το οικοσύστημα δηλαδή που βασίζεται στην καινοτομία των τεχνολογιών και αποφέρει λιγότερο κόστους για όλους [4.10].



Εικόνα 9: Ο Ρόλος των κυβερνήσεων

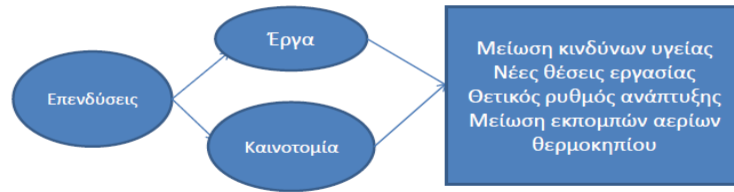
Το παγκόσμιο ενεργειακό μίγμα αναμένεται να μεταλλαχθεί σε μεγάλο βαθμό [4.14]. Τα ορυκτά καύσιμα θα εξακολουθήσουν να διαδραματίζουν ένα ρόλο στην ενεργειακή μετάβαση. Η συνολική κατανάλωση ορυκτών καυσίμων μέχρι το 2050 θα είναι στο ένα τρίτο του σημερινού επιπέδου, με τη χρήση του άνθρακα να βιώνει τη μεγαλύτερη μείωση, την ώρα που η ζήτηση του πετρελαίου θα είναι η μιση από ότι σήμερα [4.14]. Ακόμα, παρόλο που το φυσικό αέριο μπορεί να αποτελέσει τη γέφυρα που οδηγεί σε μεγαλύτερη χρήση ανανεώσιμης ενέργειας, ο ρόλος του αναμένεται να είναι βραχυπρόθεσμος εκτός και αν συνδεθεί και βελτιωθεί με εκτεταμένη χρήση της τεχνολογίας της πληροφορικής.

Μία τέτοια ενεργειακή μετάβαση είναι εφικτή αλλά απαιτεί περαιτέρω επενδύσεις σε τεχνολογίες χαμηλού άνθρακα σε σύγκριση με αυτές που χρησιμοποιούνται σήμερα

στην αγορά [4.15]. Περαιτέρω σημαντική μείωση του κόστους αποτελεί κίνητρο για αυξημένη επένδυση σε όλο το εύρος των ανανεώσιμων πηγών και των τεχνολογιών που σχετίζονται με αυτές, αλλά η συσσωρευτική παραπάνω επένδυση θα χρειαστεί να φτάσει τα 29 τρισεκατομμύρια δολάρια στην περίοδο 2015-2050 για να επιτευχθούν οι στόχοι απανθρακοποίησης. Όμως, η μείωση των κινδύνων υγείας για τους πολίτες, που αποτελεί και από τα σημαντικότερα κίνητρα για τη μετάβαση καθώς και η μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα από τα ορυκτά καύσιμα θα μειώσει περίπου 2 ως 6 φορές το κόστος της μετάβασης όπως εκτιμάται [4.15].

Από μακροοικονομικής σκοπιάς, η ενεργειακή μετάβαση μπορεί να τροφοδοτήσει την οικονομική ανάπτυξη, να δημιουργήσει νέες δυνατότητες επαγγελματικά και να ενισχύσει την ευημερία και την υγεία των ανθρώπων. Το παγκόσμιο ΑΕΠ θα ενισχυθεί περίπου κατά 0.8% μέχρι το 2050 [4.16]. Παράλληλα, αλλαγές στη δομή της οικονομίας αναμένεται να λάβουν χώρα, αφού την ώρα που οι βιομηχανίες και τα εργοστάσια ορυκτών καυσίμων θα βιώνουν τη μεγαλύτερη μείωση οι βιομηχανίες που συνδέονται με κεφαλαιουχικά αγαθά και υπηρεσίες και με τη βιοενέργεια θα βιώνουν τη μεγαλύτερη άνθηση. Ο τομέας της ενέργειας θα δημιουργήσει περίπου 6 εκατομμύρια επιπλέον θέσεις εργασίας ενώ οι θέσεις εργασίας [4.27] που χάνονται από τη μειωμένη χρήση ορυκτών καυσίμων αντισταθμίζονται πλήρως από τη δημιουργία άλλων από τις νέες δραστηριότητες του τομέα, ενώ η βελτίωση του ΑΕΠ θα οδηγήσει και σε δημιουργία θέσεων σε άλλους τομείς της οικονομίας πέραν του ενεργειακού [4.16], [4.17].

Η έγκαιρη δράση είναι κρίσιμη προκειμένου να περιοριστεί η αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη και να μεγιστοποιηθούν τα οφέλη από την ενεργειακή μετάβαση. Η καθυστέρηση της έναρξης της διαδικασίας της απανθρακοποίησης στον ενεργειακό τομέα μπορεί να προκαλέσει ακόμα και αύξηση του απαιτούμενου ποσού επένδυσης κατά 10 τρισεκατομμύρια δολάρια σε περιουσιακά στοιχεία [4.18]. Ακόμα, τυχόν καθυστέρηση θα απαιτούσε τη χρήση τεχνολογιών με υψηλό κόστος για να αφαιρεθεί το διοξείδιο του άνθρακα από την ατμόσφαιρα (γνωστές ως τεχνολογίες αρνητικών εκπομπών όπως η βιοενέργεια) για να επιτευχθεί ο στόχος της μείωσης των 2 βαθμών κελσίου [4.19].



Εικόνα 10: Επενδύσεις και θετικά αποτελέσματα βιώσιμης ενεργειακής μετάβασης

Αυξημένη επένδυση στην καινοτομία πρέπει να πραγματοποιηθεί άμεσα για να επιτρέψει επαρκή χρόνο για την ανάπτυξη νέων λύσεων που απαιτούνται για πολλαπλούς τομείς και διαδικασίες [4.20]. Η μεταμόρφωση της τεχνολογίας διαδραματίζει και αυτή πολύ σημαντικό ρόλο στην ενεργειακή μετάβαση. Η καινοτομία της τεχνολογίας πρέπει να συμπληρωθεί με νέο σχεδιασμό της αγοράς, με νέες πολιτικές και με τη χρηματοδότηση καινούργιων επιχειρηματικών μοντέλων.

Συνολικά, η ενεργειακή μετάβαση καλύπτεται από τους 4 παρακάτω βασικούς άξονες:

- Τεχνολογίες ανανεώσιμης ενέργειας για την παραγωγή πράσινης ενέργειας αλλά και ως πρώτη ύλη για την παραγωγή χημικών και πολυμερών.
- Μέτρα ενεργειακής απόδοσης και ευρεία ηλεκτροδότηση που βελτιώνει την απόδοση.
- Δέσμευση και αποθήκευση του διοξειδίου του άνθρακα στον τομέα της βιομηχανίας.
- Τεχνολογίες για τη βέλτιστη αξιοποίηση των υλικών και των πρώτων υλών όπως η ανακύκλωση.

Προκειμένου να περιγραφεί η επιτυχία ή η αποτυχία του εγχειρήματος της ενεργειακής μετάβασης έχουν θεσμοθετηθεί 5 κριτήρια για να χαρακτηρίζουν το αντίκτυπό της:

1. Οι επενδύσεις πρέπει να καθιστούν δυνατά και εφαρμόσιμα όλα τα δυνατά μονοπάτια της μετάβασης.
2. Το μακροοικονομικό αντίκτυπο των επενδύσεων αυτών στην ανανεώσιμη ενέργεια και στην ενεργειακή απόδοση. Αυτό περιλαμβάνει το αντίκτυπο στο ΑΕΠ και στις θέσεις εργασίας.

3. Επιπρόσθετα πληρεξούσια ευημερίας, καθώς το ΑΕΠ είναι περιοριστικός παράγοντας της ανθρώπινης ευημερίας. Το ΑΕΠ δεν καλύπτει σημαντικά στοιχεία όπως τη βελτιωμένη δημόσια υγεία λόγω της μείωσης των επιπέδων μόλυνσης του αέρα.
4. Το επιπρόσθετο κόστος για την παροχή της ενέργειας.
5. Εκτίμηση τόσο των ενεργειακών αποθεμάτων καθώς και αποθεμάτων των τελικών χρηστών.

4.4 Περικοπή των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα από όλους τους τομείς

Προκειμένου να επιτευχθεί η βιώσιμη ενεργειακή μετάβαση που περιορίζει τη μεταβολή της παγκόσμιας θερμοκρασίας πρέπει να ληφθούν μέτρα και πολιτικές από τεχνικής, οικονομικής και επιχειρηματικής σκοπιάς, προκειμένου να επιτευχθεί σε πρώτο στάδιο η μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα. Η μετάβαση αυτή επιταχύνεται με την ανάπτυξη έργων ανανεώσιμης ενέργειας και με την καλύτερη ενεργειακή απόδοση, ωστόσο τομείς όπως η βιομηχανία παραγωγής ηλεκτρισμού και η βαριά βιομηχανία απαιτούν περισσότερες λύσεις, αφού είναι υπεύθυνοι για το 65% των συνολικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, με το υπόλοιπο 35% να οφείλεται στους τομείς των μεταφορών, των κατασκευών και της θέρμανσης [4.21].

4.4.1 Παραγωγή Ενέργειας

Ο τομέας της βιομηχανίας παραγωγής ενέργειας και ηλεκτρισμού είναι αυτός με τις περισσότερες εκπομπές σε παγκόσμιο επίπεδο [4.22]. Συνολικά, σε παγκόσμιο επίπεδο βάση των στόχων αναμένεται η παραγωγή ενέργειας να φτάσει τις 32.000 TWh το 2030 και τις 43.000 TWh το 2050, με τη χωρητικότητα ηλεκτρισμού να ξεπερνά τα 12.000 GW το 2050 [4.23]. Ωστόσο, η συνολική αυτή παραγωγή δεν απαρτίζεται μόνο από την καύση ορυκτών καυσίμων, αλλά πλέον οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας καταλαμβάνουν μεγάλο μερίδιο των ποσών αυτών. Χαρακτηριστικά, η παραγωγή από φιλικές προς το περιβάλλον πηγές στοχεύεται να αυξηθεί από 23% που βρίσκεται

σήμερα σε 59% το 2030 και σε 82% το 2050 [4.22]. Οι εκτιμήσεις αυτές βασίζονται κυρίως στα ευρήματα και στις προβλέψεις του Γερμανικού κέντρου αεροδιαστημικής.

Η στροφή προς τις ανανεώσιμες πηγές, όπως τις ηλιακές, τις αιολικές και τις γεωθερμικές που θα αντικαταστήσει την καύση ορυκτών καυσίμων θα επιτύχει, αν εφαρμοστεί στο πλήρες της μοντέλο παραπάνω μείωση εκπομπών από τις εκτιμώμενες 31 Gt. Επίσης, μείωση των εκπομπών θα προκληθεί από μέτρα και πολιτικές που θα αποσκοπούν στην καλύτερη διαχείριση της ζήτησης όπως βελτιώσεις στην ενεργειακή απόδοση σε εφαρμογές που χρησιμοποιούνται στα κτήρια ή κάνοντας χρήση πιο αποδοτικών κινητήρων στα εργοστάσια είτε υλοποιώντας καλύτερα συστήματα διαχείρισης και διοίκησης στη βιομηχανία ενέργειας, καθώς και με την αυξανόμενη εγκατάσταση των έξυπνων δικτύων [4.15].

4.4.2 Βιομηχανία

Ο τομέας της βιομηχανίας παράγει το δεύτερο μεγαλύτερο ποσό εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, κατέχοντας περίπου το 1/3 του παγκόσμιου συνόλου. Μέσα στον τομέα αυτό, οι χημικές, οι πετροχημικές και οι μεταλλικές διεργασίες είναι ανάμεσα σε αυτές που καταναλώνουν τα μεγαλύτερα ποσά ενέργειας [4.19].

Παράλληλα, η παραγωγή τσιμέντου είναι και αυτή υπεύθυνη για μεγάλο ποσό εκπομπών, αφού για την παραγωγή του απαιτείται η αποσύνθεση του ασβεστόλιθου με μία διαδικασία που καλείται πύρωση και η οποία παράγει πολύ μεγάλες ποσότητες εκπομπών [4.19]. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα μόνο η διαδικασία αυτή να κατέχει το 8% των εκπομπών παγκοσμίως σήμερα. Στον τομέα αυτό, η μέθοδος δέσμευσης και αποθήκευσης των εκπομπών του άνθρακα θα μπορούσε να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο, με ικανότητα μείωσης των εκπομπών με τη μέθοδο αυτή μέχρι και 35%, με μία περαιτέρω μείωση εκπομπών της τάξης του 20% να προκύπτει από τη χρήση καινούργιων τύπων τσιμέντου. Η μέθοδος δέσμευσης και αποθήκευσης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση φίλτρων και συστημάτων δέσμευσης των αερίων αυτών στις καπνοδόχους των εργοστασίων και με διοχέτευση τους σε ειδικά σχεδιασμένους γεωλογικούς χώρους αποθήκευσης. [4.19]. Συνολικά, εκτιμάται ότι οι μειώσεις στον τομέα αυτό θα προκύψουν με χρήση της τεχνολογίας δέσμευσης και αποθήκευσης των εκπομπών, με τη χρήση ανανεώσιμων όπως βιομάζας

και με τη λήψη μέτρων ενεργειακής απόδοσης για τα υλικά που χρησιμοποιούνται [4.20].

Ένα ακόμη πρόβλημα που έχει να αντιμετωπίσει ο τομέας αυτός για τη μείωση των εκπομπών του είναι ότι η τεχνολογία δέσμευσης και αποθήκευσης των εκπομπών είναι πολύ σημαντική για αυτόν αλλά οι προοπτικές της είναι αβέβαιες και η αποτελεσματικότητά της εξαρτάται από την τοποθεσία, τη γεωλογία, τους υδάτινους πόρους αλλά και από άλλους παράγοντες [4.20]. Οι δυσκολίες ανάπτυξης της μεθόδου αυτής ως αποτέλεσμα θέτουν μία κύρια πρόκληση στον τομέα αυτό για την ικανοποίηση των αιτημάτων της συμφωνίας του Παρισιού, αφού ειδικά για το βιομηχανικό τομέα σε αντίθεση με αυτόν της παραγωγής ενέργειας, όπου θα μπορούσε να αποδώσει καλύτερα η τεχνολογία αυτή οι διαδικασίες είναι μικρότερες, πιο συγκεκριμένες και διεσπαρμένες από ότι στα εργοστάσια ισχύος. Λύση θα μπορούσε να δοθεί με τον εκ νέου σχεδιασμό της τεχνολογίας αυτής για τη βιομηχανία για την αντιμετώπιση των δυσκολιών και των προκλήσεων όπως ότι η διαδικασία δέσμευσης των αερίων παράγει και αυτή εκπομπές.

4.4.3 Κατασκευές

Ο κατασκευαστικός τομέας αναπτύσσεται ραγδαία αφού, την ώρα που σήμερα καλύπτει περίπου 150 δισεκατομμύρια τετραγωνικά μέτρα αναμένεται το 2050 να καλύπτει περίπου 270, με τη μεγαλύτερη ανάπτυξη να λαμβάνει χώρα στις αστικές περιοχές στις οποίες σήμερα διαμένει και ο μισός πληθυσμός του κόσμου. Αναμένεται μέχρι το 2050 να κατοικούν στις πόλεις ακόμα 2 δισεκατομμύρια άνθρωποι που θα απαιτούν τη κατασκευή αναλόγως ακόμα 2000 πόλεων παγκοσμίως, το οποίο και θέτει μία πρόκληση άνευ προηγουμένου.

Οι διαδικασίες θέρμανσης και ψύξης αναπαριστούν περίπου το 80% των ενεργειακών αναγκών του τομέα των κατασκευών με αποτέλεσμα να είναι αρκετά αναγκαίο όλα τα νέα κτήρια που θα κατασκευάζονται σε οποιοδήποτε σημείο του κόσμου να καλύπτουν όλες τις υψηλότερες ενεργειακές απαιτήσεις σε απόδοση για να ελαχιστοποιείται η ζήτηση ενέργειας. Η χρήση σύγχρονων μονωτικών κελυφών στα κτήρια μπορεί να συντελέσει στη μείωση των αναγκών σε θέρμανση και ψύξη. Περισσότερη προσοχή και έμφαση θα πρέπει να δοθεί στην ανακατασκευή ή ανακαίνιση των ήδη υπαρχόντων

κτηρίων στις πόλεις ή η ολοκληρωτική ανακατασκευή κτηρίων που δεν καλύπτουν τις ελάχιστες απαιτήσεις. Στις ανεπτυγμένες χώρες, η επιτάχυνση της ανακαίνισης προσφέρει μεγάλη προοπτική για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και της μείωση των εκπομπών. Υπάρχουν ακόμα πολλές τεχνολογίες ανανεώσιμων επιλογών για τα κτήρια, όπως η βιοενέργεια, τα ηλιακά πάνελ στις οροφές τους και οι ηλιακοί θερμοσίφωνες, η γεωθερμική ενέργεια για την ηλεκτροδότηση όπως και η διασύνδεση των κτηρίων σε δίκτυα ανανεώσιμης ενέργειας. Ακόμα, η σχεδίαση και η αρχιτεκτονική των κτηρίων θα πρέπει να διευκολύνει την ενσωμάτωση ανανεώσιμης και πράσινης ενέργειας σε συνδυασμό με προσεγγίσεις όπως θέρμανση του δαπέδου ή ολοκληρωμένα συστήματα περιβλήματος των κτηρίων που σημαντικά αυξάνουν την απόδοση της ενέργειας που καταναλώνεται για τη θέρμανση ή την ψύξη. Οι βέλτιστες λύσεις διαφέρουν αναλόγως τη χώρα και τις ειδικές περιστάσεις [4.21]

4.4.4 Μεταφορές

Ο τομέας των μεταφορών κατέχει περίπου το 20% του μεριδίου των παγκοσμίων συνολικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, από το οποίο τα επιβατικά αυτοκίνητα και η μεταφορά φορτίων καταλαμβάνει το 80% και οι εναέριες μεταφορές το 20% [4.22]. Ο τομέας των εναέριων μεταφορών επίσης συνεισφέρει αρκετά στις παγκόσμιες εκπομπές και καθώς ειδικά για αυτόν τον τομέα η ζήτηση ολοένα και αυξάνεται, ειδικά για μεταφορά επιβατών σε μακρινές αποστάσεις, οι εκπομπές αυτές αναμένεται να συνεχιστούν το επόμενο διάστημα. Τα επιβατικά οχήματα συνεισφέρουν αρκετά λόγω των εκπομπών τους, μιας και η πλειοψηφία από αυτά είναι περασμένων τεχνολογιών και αυτό μπορεί να αναστραφεί βελτιώνοντας την ποιότητα των καυσίμων, αντικαθιστώντας το πετρέλαιο με υγρά βιοκαύσιμα ή φυσικό αέριο ή υδρογόνο και ακόμα καλύτερα με την αλλαγή σε ηλεκτρικά αυτοκίνητα. Η ανάλυση αναδεικνύει ότι οι ενέργειες αυτές μπορούν να μειώσουν τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα κατά 85% μέχρι το 2050 συγκριτικά με αυτές σήμερα [4.22].

Παράλληλα, αρκετό κομμάτι των μεταφορών συντελείται με τα δημόσια μέσα μεταφοράς, όπως τα λεωφορεία, τα τρένα και το μετρό, ωστόσο λόγω μέτρων που έχουν ληφθεί ήδη οι μεταφορές αυτές έχουν αρχίσει να μειώνουν τις εκπομπές τους, αν και ακόμα και στο κομμάτι αυτό οι ενέργειες που πραγματοποιούνται για τα επιβατικά αυτοκίνητα μπορούν να εφαρμοστούν. Ο εξηλεκτρισμός αποτελεί λύση

κλειδί τόσο για τα αυτοκίνητα όσο και για τη μείωση της χρήσης του πετρελαίου diesel στα τρένα [4.23]. Ακόμα, και οι μεταφορές με λεωφορεία μπορούν να ηλεκτροδοτηθούν [4.23], ενώ όπως αναφέρθηκε σοφή λύση είναι και η μεταστροφή σε βιοκαύσιμα. Αναμένεται μέχρι το 2050 η βιομάζα να προμηθεύει το ένα τέταρτο της ενέργειας για τις μεταφορές και την ηλεκτροδότηση να καλύπτει το 20% της ζήτησης [4.24].

Όπως αναφέρθηκε ακόμη, αναμένεται μεγάλη αύξηση στα επόμενα χρόνια στις εναέριες μεταφορές που συντελούν και αυτές στη γενικότερη ρύπανση, με αποτέλεσμα να κρίνεται ως αναγκαία λύση η στροφή σε βιοκαύσιμα από ότι ορυκτά καύσιμα για τις μεταφορές αυτές. Ακόμα, οι μεταφορές αγαθών και φορτίων καταναλώνουν περίπου το 40% της συνολικής ενέργειας για τις μεταφορές, κυρίως με φορτηγά, πλοία και τρένα, ποσοστό που κι αυτό αναμένεται να αυξηθεί τα επόμενα χρόνια [4.22]. Ακόμα και σε αυτόν τον τομέα, οι ανανεώσιμες ενέργειες μπορούν να μειώσουν τις ραγδαία αυξανόμενες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, με τη χρήση βιοκαυσίμων αλλά και με την ηλεκτροδότηση της κίνησης [4.23]. Σε συνδυασμό με αυτές τις ενέργειες, απαιτείται ριζική αλλαγή του επιχειρηματικού μοντέλου των μεταφορών στα επόμενα χρόνια. Αυτό θα είναι αποτέλεσμα πολλών παραγόντων, όπως η δημογραφική αλλαγή, ο τρόπος ζωής και το κοινωνικοοικονομικό στάτους των πληθυσμών. Ως αποτέλεσμα των καινούργιων αυτών τάσεων, καινούργιες προσεγγίσεις όπως το leasing αυτοκινήτων κερδίζουν δημοτικότητα. Δεδομένης της ανάπτυξης αυτών των νέων τάσεων, είναι πιθανό να μεταβληθεί και το μοντέλο ζήτησης της ενέργειας στα επόμενα χρόνια για τις μεταφορές, με αποτέλεσμα να απαιτηθούν νέες πιο σύγχρονες λύσεις για να αντιμετωπιστούν οι προκλήσεις [4.25].

4.5 Η προοπτική τεχνολογιών που αφαιρούν το διοξείδιο του άνθρακα από τον αέρα

Ο περιορισμός της παγκόσμιας αύξησης της θερμοκρασίας απαιτεί δραστικές λύσεις όπως εξηγήθηκε και παραπάνω για κάθε τομέα ξεχωριστά, ωστόσο η πρόοδος της τεχνολογίας ανοίγει νέους δρόμους στην αντιμετώπιση του φαινομένου. Χαρακτηριστικά, στη διαδικασία που συντελείται για μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα από τον ατμοσφαιρικό αέρα μπορεί να διαδραματίσουν

καθοριστικό ρόλο τεχνολογίες και μοντέλα που αφαιρούν το διοξείδιο του άνθρακα από τον αέρα. Αυτές οι τεχνολογίες χαρακτηρίζονται ως τεχνολογίες αρνητικών εκπομπών και έχουν δύο κύρια πλεονεκτήματα [4.26]:

1. Εξαλείφουν εκπομπές που έχουν ήδη απελευθερωθεί στον αέρα.
2. Αποτρέπουν περαιτέρω εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.

Όπως ήδη αναφέρθηκε, αυτές οι τεχνολογίες ήδη δοκιμάζονται ή αναμένεται να δοκιμαστούν σε διάφορους τομείς προκειμένου να συνεισφέρουν στη μείωση όπου αυτή κρίνεται ιδιαίτερα απαιτητική, όπως στη βιομηχανία. Κάποιες τέτοιες τεχνολογίες είναι [4.19]:

- Άμεση σύλληψη του αέρα.
- Επεξεργασία νεφών για την αύξηση της αλκαλικότητας.
- Ενισχυμένη διάβρωση βράχων.
- Ενισχυμένη παραγωγικότητα από τους ωκεανούς.
- Αναδασώσεις.
- Καύση βιομάζας με τεχνολογία δέσμευσης και αποθήκευσης διοξειδίου.
- Απομόνωση του άνθρακα του εδάφους.

4.6 Οι αναγκαίες επενδύσεις για την ενεργειακή μετάβαση

Προκειμένου να επιτευχθεί η ενεργειακή μετάβαση και να πραγματοποιηθούν όλες οι λύσεις και οι ενέργειες που περιγράφηκαν παραπάνω για τους τομείς είναι αναγκαία η πραγματοποίηση μεγάλου ύψους επενδύσεων, με το μεγαλύτερο μερίδιο αυτών να πραγματοποιείται για βελτιώσεις στα συστήματα θέρμανσης και ψύξης των κτηρίων και στη βελτίωση ή αντικατάσταση των ορυκτών καυσίμων [4.28]. Συγκεκριμένα απαιτούνται επενδύσεις για:

- Τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων.
- Την τροφοδότηση των δικτύων με ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές.
- Τη βέλτιστη διανομή και μεταφορά ενέργειας καθώς και αποθήκευσης της.
- Τη βελτίωση της χρήσης των υλικών, καθώς και αξιοποίηση πυρηνικής ενέργειας.

Εκτιμάται ότι το συνολικό ποσό επενδύσεων παγκοσμίως αγγίζει μέσα στα επόμενα 35 χρόνια το 10% του παγκόσμιου ΑΕΠ μέχρι το 2050.

Εθνικές Πολιτικές	Μηχανισμοί Ρύθμισης	Κίνητρα	Πρόσβαση στο Δίκτυο	Χρηματοδότηση	Οφέλη
Στόχοι ανανεώσιμης ενέργειας	Ανατροφοδοτούμενες χρεώσεις	Φοροαπαλλαγές	Εκπτώσεις/απαλλαγές μετάδοσης	Αντιστάθμιση νομίσματος	Αστική πρόσβαση στην ανανεώσιμη ενέργεια
Νομοθεσία/Κανόνες	Δημοπρασίες	Φορολογία εκπομπών	Προτεραιότητα	Ειδικό ταμείο	Περιβαλλοντικά
Ειδικές Τεχνολογίες	Ποσοτώσεις	Επιταχυνόμενη υποτίμηση	Ελεύθερη πρόσβαση	Επιχορηγήσεις	Κοινωνικά
	Σύστημα πιστοποίησης	Απαλλαγή από ειδικούς φόρους	Πρόσβαση κατά προτεραιότητα	Εγγυήσεις	Επάρκεια τροφής και νερού
	Καθαρές μετρήσεις			Υποστήριξη επενδυτών	
	Πληρεξούσια			Άμεση χρηματοδότηση	
	Μητρώο				

*Πίνακας 6: Πανόραμα πολιτικών και μέτρων για την υιοθέτηση της ανανεώσιμης ενέργειας
[4.28]*

4.7 Συμπεράσματα

Ορίζοντας την έννοια της βιώσιμης ενεργειακής μετάβασης ορίζεται και ένα πλαίσιο δράσεων και πρωτοβουλιών που πρέπει να ληφθούν σε παγκόσμιο επίπεδο προκειμένου να επιτευχθεί η μετάβαση αυτή. Έμφαση πρέπει να δοθεί σε επενδύσεις στην καινοτομία, στις ανανεώσιμες ενέργειες αλλά και σε συγκεκριμένες ενέργειες στους 4 τομείς που αναλύθηκαν παραπάνω αφού είναι και αυτοί με τις περισσότερες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα σήμερα. Ωστόσο, βασικό ζήτημα για να επιτευχθεί η μετάβαση είναι η εναρμόνιση της με τις παρούσες παγκόσμιες τάσεις. Τέτοιο είναι και το φαινόμενο της αστικοποίησης σήμερα παγκοσμίως, επομένως εκεί είναι που πρέπει να ληφθούν στοχευμένες ενέργειες και πολιτικές, οι οποίες και αναλύονται στη συνέχεια της εργασίας αυτής. Συνοπτικά, οι στόχοι που τίθενται με χρονικό ορίζοντα το έτος 2050 που οριοθετούν τη θεώρηση της βιώσιμης ενεργειακής μετάβασης είναι:

1. Μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά 85% συγκριτικά με σήμερα.
2. Αναχαίτιση της αύξησης της μέσης τιμής της θερμοκρασίας παγκοσμίως.
3. Αύξηση του μεριδίου της ανανεώσιμης ενέργειας στο παγκόσμιο ενεργειακό μείγμα από 15% που είναι σήμερα το 65%.
4. Περιορισμός της χρήσης των ορυκτών καυσίμων στο 1/3 της χρήσης που συντελείται σήμερα.

Βιβλιογραφία 4^{ου} Κεφαλαίου

1. <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fenrg.2014.00008/full>
2. Haar, L. N., and Haar, L. (2006). Policy-making under uncertainty: commentary upon the European Union emissions trading scheme. *Energy Policy* 34, 2615–2629. doi:10.1016/j.enpol.2005.07.003
3. Zhang, Z. X., and Baranzini, A. (2004). What do we know about carbon taxes? An inquiry into their impacts on competitiveness and distribution of income. *Energy Policy* 32, 507–518. doi:10.1016/S0301-4215(03)00152-6
4. Kim, K. K., and Lee, C. G. (2012). Evaluation and optimization of feed-in tariffs. *Energy Policy* 49, 192–203. doi:10.1016/j.enpol.2012.05.070
5. Butler, L., and Neuhoff, K. (2008). Comparison of feed-in tariff, quota and auction mechanisms to support wind power development. *Renew. Energy* 33, 1854–1867. doi:10.1016/j.renene.2007.10.008
6. Doukas, H., Patlitzianas, K. D., Kagiannas, A. G., and Psarras, J. (2008). Energy policy making: an old concept or a modern challenge? *Energy Sources* 3, 362–371. doi:10.1080/15567240701232378
7. <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fenrg.2014.00008/full>
8. Saygin, D. et al. (2015), “The Implications for Renewable Energy Innovation of Doubling the Share of Renewables in the Global Energy Mix between 2010 and 2030”, *Energies*, Vol. 8, pp. 5828–5865.
9. https://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/paris_en.
10. http://unfccc.int/focus/indc_portal/items/8766.php.
11. http://unfccc.int/kyoto_protocol/background/items/2879.php
12.] IRENA and CEM (International Renewable Energy Agency and Clean Energy Ministerial) (2014), *The Socio-economic Benefits of Large-scale Solar and Wind: an EconValue Report*, IRENA, Abu Dhabi..
13. - (2017d), *Rethinking Energy 2017: Accelerating the Global Energy Transformation*, IRENA, Abu Dhabi.
14. *Renewable Mix by 2050 : Macro-economic assessment - Economic Impacts and Stakes of the Energy Transition*, Agence de l’Environnement et de la Maîtrise de l’Énergie, Paris.
15. Frankfurt School-UNEP Centre/BNEF (2016), *Global Trends in Renewable Energy Investment 2016*, Frankfurt School of Finance and Management gGmbH, Frankfurt.
16. (2016h), *Renewable Energy Benefits: Measuring the Economics*, IRENA, Abu Dhabi.
17. - (2016i), *Renewable Energy and Jobs: Annual Review 2016*, IRENA, Abu Dhabi.

18. Generation Foundation (2013), "Stranded Carbon Assets: Why and How Carbon Risks Should Be Incorporated in Investment Analysis", Generation Foundation, London and New York.
19. Carbon Brief, (2016), "Explainer: 10 Ways 'negative Emissions' Could Slow Climate Change." Carbon Brief. <https://www.carbonbrief.org/explainer-10-ways-negative-emissions-could-slow-climate-change>.
20. (2016j), Unlocking Renewable Energy Investment: The Role of Risk Mitigation and Structured Finance, IRENA, Abu Dhabi.
21. (2014), Impact Assessment accompanying the Communication "A Policy Framework for Climate and Energy in the Period from 2020 up to 2030", COM(2014) 15 final, European Commission, Brussels..
22. Clarke, L. et al. (2014), "Assessing Transformation Pathways", *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change, Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York.
23. Congressional Budget Office (US), (1998), "Electric Utilities: Deregulation and Stranded Costs", *Congressional Budget Office Paper*, CBO, Washington, DC.
24. Frankfurt School-UNEP Centre/BNEF (2016), *Global Trends in Renewable Energy Investment 2016*, Frankfurt School of Finance and Management gGmbH, Frankfurt.
25. The Climate Group (2017), "Accelerating Change: How Corporate Users Are Transforming the Renewable Energy Market", *RE100 Annual Report 2017*, The Climate Group, London.
26. Muratori, M. et al. (2016), "Global Economic Consequences of Deploying Bioenergy with Carbon Capture and Storage", *Environmental Research Letters*, Vol. 11, pp. 1–9.
27. Lehr, U., Lutz, C. and D. Edler (2012), "Green Jobs? Economic Impacts of Renewable Energy in Germany", *Energy Policy*, Vol. 47., pp. 358-364.
28. IEA (International Energy Agency) (2013), *Redrawing the Energy Climate Map: World Energy Outlook Special Report*, OECD/IEA, Paris.

Κεφάλαιο 5

Αποκεντρωμένη Παραγωγή και Έξυπνες Ενεργειακά Πόλεις

5.1 Δημογραφικό Ζήτημα- Συγκέντρωση πληθυσμών στα αστικά κέντρα

Ο πίνακας παρακάτω αναδεικνύει ένα πολύ σημαντικό φαινόμενο της σημερινής εποχής το οποίο δεν είναι άλλο από την αστικοποίηση, τη μετακίνηση και εγκατάσταση μεγάλων ομάδων πληθυσμού δηλαδή στα μεγάλα αστικά κέντρα του κόσμου. Χαρακτηριστικά, το 1950 το 30% των ανθρώπων ζούσαν σε αστικές περιοχές ενώ αντιθέτως το 2014 το ποσοστό αυτό έχει ανέλθει στο 54%. Εκτιμήσεις σήμερα αναφέρουν ότι η δημογραφική αυτή τάση θα εξακολουθήσει να λαμβάνει χώρα σε όλες τις περιοχές του κόσμου στις ερχόμενες δεκαετίες [5.1].

Εκτιμήσεις του οργανισμού Ηνωμένων Εθνών αναδεικνύουν ότι η παγκοσμίως αυξανόμενη μεσαία αστική τάξη σε συνδυασμό με τη βελτιωμένη και ευκολότερη πρόσβαση στη μόρφωση και στην ενημέρωση μπορούν να προκαλέσουν την ταχύτερη μείωση του ρυθμού ανάπτυξης του πληθυσμού. Αυτό, σε συνδυασμό με την κλιματική αλλαγή μπορεί να επηρεάσει μεταναστευτικές τάσεις εντονότερες από ότι εκτιμώνται σήμερα από περιοχές της Αφρικής και της Μέσης και Άπω Ανατολής προς τα μεγάλα αστικά κέντρα της Ευρώπης και της Κεντρικής και Βορείου Αμερικής, ενισχύοντας το φαινόμενο της αστικοποίησης μέχρι το 2050 [5.1].

Πληθυσμός (εκατομμύρια)					
	1990	2012	2020	2030	2040
Παγκοσμίως	5278,91	7042,94	7758,16	8500,77	9157,23
Ε.Ε.	477,84	505,12	508,23	509,65	507,76

Αστικός Πληθυσμός (εκατομμύρια)		
	2012	2040
Παγκοσμίως	3726	5715
Ε.Ε.	376	416

Πίνακας 7: Εκτιμήσεις για τη μετακίνηση των πληθυσμών στα αστικά κέντρα [5.2]

5.2 Ορίζοντας την Έξυπνη Πόλη

Έχουν υπάρξει πολλοί ορισμοί για τις έξυπνες πόλεις από τη στιγμή που ο όρος χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά το 1990. Την εποχή εκείνη, έμφαση δινόταν στις τεχνολογίες των τηλεπικοινωνιών και της πληροφορικής [5.3]. Ο όρος από

τεχνολογικής σκοπιάς ορίζεται ως μία πόλη με ισχυρή παρουσία τεχνολογιών πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών που παρέχουν εφαρμογές για τις υποδομές και τις υπηρεσίες της. Ακόμα πρόσφατες αναφορές υποδεικνύουν ότι δεν υπάρχει συγκεκριμένο πλαίσιο που μπορεί να περικλείσει όλα τα χαρακτηριστικά μίας έξυπνης πόλης [5.4]. Ο όρος χρησιμοποιείται ακόμα σήμερα στον αστικό σχεδιασμό από κυβερνήσεις για να υποδείξει τη στρατηγική κατεύθυνση των πολιτικών και των προγραμμάτων τους για να επιτύχουν βιώσιμη οικονομική ανάπτυξη και να παρέχουν ένα υγιές περιβάλλον για τους πολίτες τους [5.5]. Ο Caragliu όπως και η E.E. ορίζουν την έξυπνη πόλη ως το πλαίσιο όπου οι επενδύσεις σε ανθρώπινο και κοινωνικό κεφάλαιο καθώς και οι παραδοσιακές και μοντέρνες υποδομές τροφοδοτούν μία βιώσιμη οικονομική ανάπτυξη και ένα υψηλότερο επίπεδο ζωής, με μία ταυτόχρονη σοφή διαχείριση των φυσικών πόρων μέσω της συμμετοχικής διακυβέρνησης [5.6]. Το πλαίσιο των πρωτοβουλιών για τις έξυπνες πόλεις για τη μετατροπή μίας πόλης σε πιο αποτελεσματική, αποδοτική, ελκυστική, ανταγωνιστική, βιώσιμη και ισότιμη περιλάμβανε οχτώ κύριους πυλώνες που είναι [5.7]:

- η τεχνολογία
- η διαχείριση και η οργάνωση
- η πολιτική
- η διακυβέρνηση
- οι άνθρωποι και οι κοινότητες
- η οικονομία
- η υπάρχουσα υποδομή
- το φυσικό περιβάλλον

Ωστόσο, έχουν ακόμη δοθεί από επίσημους παγκόσμιους φορείς ορισμοί όσον αφορά την έξυπνη πόλη:

- 1) Ο παγκόσμιος οργανισμός τηλεπικοινωνιών ορίζει την έξυπνη πόλη ως μία βιώσιμη και καινοτόμα πόλη που χρησιμοποιεί την πληροφορική και τις τηλεπικοινωνίες καθώς και άλλα μέσα για να βελτιώσει την ποιότητα ζωής, την αποτελεσματικότητα των αστικών λειτουργιών και υπηρεσιών και την ανταγωνιστικότητα, διασφαλίζοντας την ίδια ώρα ότι καλύπτει τις ανάγκες των παρόντων και μελλοντικών γενεών με σεβασμό στο περιβάλλον, την κοινωνία και την οικονομία [5.8].

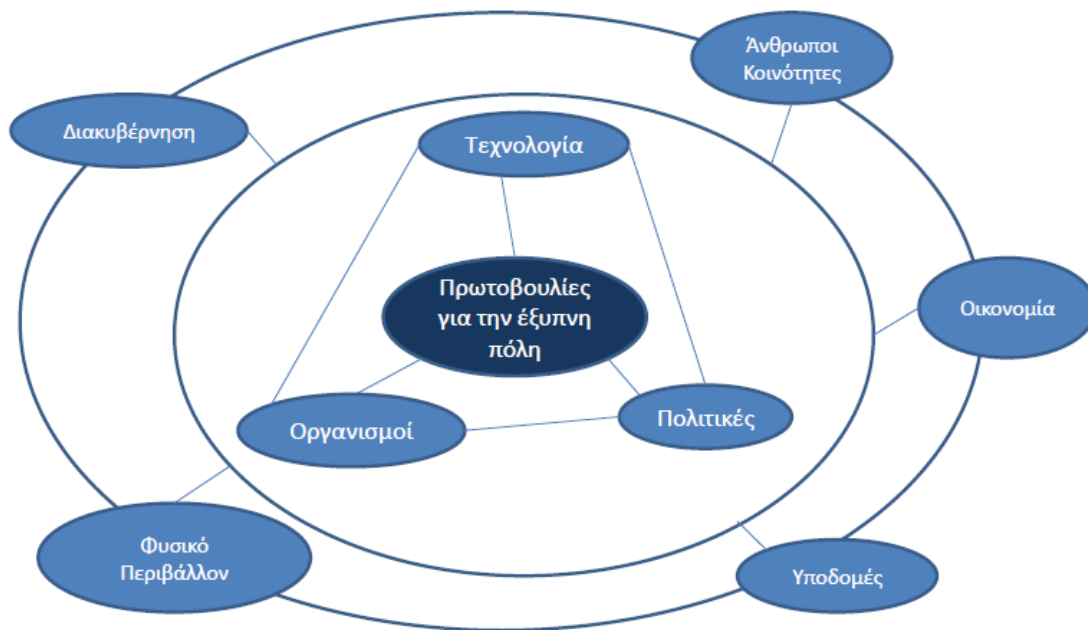
- 2) Ο παγκόσμιος οργανισμός πιστοποίησης προτύπων ISO δίνει τον παρακάτω ορισμό: Οι έξυπνες πόλεις παρέχουν μία νέα θεώρηση και ένα καινούργιο μοντέλο που εφαρμόζει τις τεχνολογίες πληροφορικής, όπως το Internet of Things και το big data για να διευκολύνει το σχεδιασμό, την κατασκευή και τη διοίκηση των έξυπνων υπηρεσιών της πόλης [5.9].
- 3) Το Ινστιτούτο Βρετανικών Προτύπων ορίζει την έξυπνη πόλη ως την πόλη όπου επιτυγχάνεται αποτελεσματική ενσωμάτωση των φυσικών, ψηφιακών και ανθρωπίνων συστημάτων στο κατασκευασμένο περιβάλλον για να παρέχεται βιώσιμο και χωρίς αποκλεισμούς μέλλον για τους πολίτες της [5.10].

Με στόχο να επιτευχθεί η καλύτερη κατανόηση των πρωτοβουλιών για τις έξυπνες πόλεις, μία έρευνα διεξήχθη σε τέσσερις πόλεις της Βόρειας Αμερικής : τη Φιλαδέλφεια και το Σιάτλ από τις Ηνωμένες Πολιτείες, το Κεμπέκ από τον Καναδά καθώς και την πόλη του Μεξικό. Η έρευνα αναδεικνύει μία νέα κατανόηση των πρωτοβουλιών για τις έξυπνες πόλεις και προτείνει οι πόλεις να μοιραστούν μεταξύ τους εμπειρίες και τεχνογνωσίες [5.11]. Τα κύρια ευρήματα της έρευνας ήταν:

- Οι υποδομές πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών επιτρέπουν και διευκολύνουν ποικίλες πρωτοβουλίες.
- Οι τεχνολογικές προκλήσεις των κυβερνητικών σχεδίων πληροφορικής είναι κυρίως οργανωτικές παρά τεχνικές ως προς τη φύση τους.
- Ο ρόλος της επικοινωνίας και της αλληλεπίδρασης είναι κεντρικός στη διαχείριση και στην οργάνωση τέτοιων πρωτοβουλιών.
- Η πρακτική σημασία του πόσο έξυπνη είναι μία πόλη αναφέρεται στην επίτευξη των στόχων των αρχών κάθε μίας παρά τις αντίξοες συνθήκες.
- Συμφωνίες μεταξύ διαφορετικών τμημάτων θεωρούνται ως υποχρεωτικές για την καλύτερη καθοδήγηση των πρωτοβουλιών.
- Υπάρχουν ποικίλα μοντέλα για τη διακυβέρνηση και άρα διαφορετικοί τύποι ενός διοικητικού σώματος. Οι φορείς που εμπλέκονται στις πρωτοβουλίες περιλαμβάνουν δημόσιες διοικήσεις, δικαστήρια, σχολεία, επιχειρήσεις, μη κερδοσκοπικούς οργανισμούς, πανεπιστήμια καθώς και μεμονωμένα άτομα.

- Οι πρωτοβουλίες κάνουν χρήση τεχνολογίας κινητής τηλεφωνίας, κοινωνικών δικτύων και άλλως καινοτομιών της τεχνολογίας για να υποστηρίξουν την ενεργή συμμετοχή των πολιτών στη διοίκηση της πόλης.
- Η έξυπνη πόλη λειτουργεί ως μία πόλη που σοφά συνδυάζει και αξιοποιεί τους πόρους της για να παρέχει τις βέλτιστες οικονομικές και κοινωνικές συνθήκες.

Οι πρωτοβουλίες αυτές βοηθούν στη δημιουργία των επιθυμητών συνθηκών για μία βιώσιμη πόλη συντηρώντας και προστατεύοντας το φυσικό περιβάλλον [11].



Εικόνα 11. Το πλαίσιο των πρωτοβουλιών για την έξυπνη πόλη

Ένας μεγάλος αριθμός μοντέλων έχουν αναπτυχθεί για να κατανοηθούν οι έξυπνες πόλεις που αποσκοπούν στο να ορίσουν το σκοπό τους και την αρχιτεκτονική τους. Ο Ανθόπουλος μαζί με άλλους αναλυτές και επιστήμονες ανέλυσαν τα υπάρχοντα μοντέλα που προσεγγίζουν τις έξυπνες πόλεις καθώς και τα εργαλεία τους [5.12]. Τα μοντέλα αυτά περιλάμβαναν το πρόγραμμα Nine Pillar της IBM που συνδέει τη σχεδίαση, τη διαχείριση, τις υποδομές και τις ανθρώπινες υπηρεσίες μίας πόλης με τη μεταμόρφωση του αστικού φαινομένου σε δεδομένα με τη διασύνδεση των δεδομένων αυτών με την τεχνητή νοημοσύνη του λογισμικού που χρησιμοποιείται [5.13]. Η διεθνής ένωση τηλεπικοινωνιών χρησιμοποίησε ενδείξεις βέλτιστης απόδοσης παρόμοιες με αυτές που χρησιμοποιούν τα Ηνωμένα Έθνη για να υποδείξει ότι έξυπνες βιώσιμες πόλεις είναι αυτές που περιλαμβάνουν το περιβάλλον, την

παραγωγικότητα, την ποιότητα ζωής, την ισότητα και τις υποδομές [5.14], [5.15]. Ο διεθνής οργανισμός προτύπων καθιέρωσε το ISO 37120 ως το πρότυπο για τις υπηρεσίες των πόλεων και της ποιότητας ζωής [5.16]. Ο Ανθόπουλος και ο Neirotti ανέπτυξαν παρόμοια πεδία ορισμού για τις έξυπνες πόλεις που περιλαμβάνουν τους φυσικούς πόρους, τις μεταφορές, τη διαβίωση, τη διακυβέρνηση και τους ανθρώπους ως τα κύρια συστατικά τους [5.17], [5.18]. Ο Lee παρουσίασε ένα πλαίσιο για την ανάλυση των έξυπνων πόλεων που περιλάμβανε την καινοτομία των υπηρεσιών, τις συνεργασίες και τη διοίκηση της πόλης ως τα κύρια συστατικά των έξυπνων πόλεων [5.19].

Ποικίλες μέθοδοι συγκριτικής αξιολόγησης για τη σύγκριση πρωτοβουλιών για τις έξυπνες πόλεις μεταξύ τους έχουν αναπτυχθεί. Οι μέθοδοι αυτοί εξετάζουν τις έξυπνες πόλεις από διαφορετικές οπτικές γωνίες. Τα Ηνωμένα Έθνη περιγράφουν την αποδοτικότητα, τη δικαιοσύνη, τη συμμετοχή, την ευθύνη και την ασφάλεια ως δείκτες καλής αστικής διοίκησης [5.20]. Άλλοι ερευνητές εστιάζουν σε διαφορετικούς δείκτες όπως η τοπική βιώσιμη ανάπτυξη, οι συγκριτικές αξιολογήσεις με άλλες πόλεις, η αξιολόγηση της ελαστικότητας της πόλης καθώς και το πλαίσιο εφαρμογής [5.21], [5.22], [5.23]. Άλλοι δείκτες είναι οι παράμετροι ανταγωνιστικότητας, τα μοντέλα με αντιπροσωπευτικές ενδείξεις σε μία προσπάθεια μέτρησης της αστικής νοημοσύνης και το πλαίσιο εφαρμογής της ψηφιακής πόλης [5.24].

5.3 Περιγραφή του πλαισίου για τις έξυπνες πόλεις

Το πλαίσιο που διέπει και περιγράφει τις έξυπνες πόλεις αποτελείται από τους εξής πέντε θεμελιώδεις τομείς: τη στρατηγική, την τεχνολογία, τους οργανισμούς, τους ανθρώπους και το περιβάλλον. Η οπτική αυτή έχει χρησιμοποιηθεί επιτυχώς για την ανάπτυξη εύκαμπτων, δομημένων και κατανοητών πλαισίων που ορίζουν διαφορετικά τεχνολογικά και κοινωνικά προβλήματα όπως την ηλεκτρονική διακυβέρνηση [5.25]. Παρακάτω δίνεται μία περιγραφή για τον κάθε ένα από τους πέντε τομείς του πλαισίου:

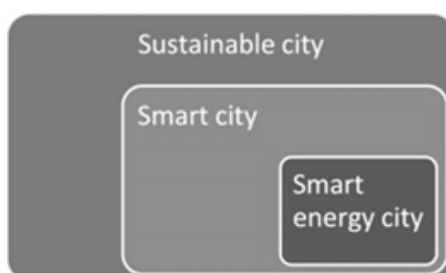
1. Ο πρώτος τομέας του πλαισίου αποτελεί τη στρατηγική προς την κατασκευή της έξυπνης πόλης και ασχολείται με τη διαρκή βιώσιμη ανάπτυξη της. Η ανάπτυξη αυτή βασίζεται κυρίως στα παρακάτω [5.26]:

- Την κατασκευή κατάλληλης τεχνολογικής υποδομής που θα μπορεί να ανταποκρίνεται σε οποιαδήποτε απαίτηση.
 - Την ανάπτυξη απαιτούμενων ολοκληρωμένων υπηρεσιών που θα παραδίδονται από τους ειδικευμένους οργανισμούς της πόλης.
 - Την εκπαίδευση επαγγελματιών για να λειτουργούν τις υπηρεσίες, να παρέχουν μαθήματα συνείδησης στους πολίτες που είναι και οι τελικοί χρήστες των υπηρεσιών και να δίνουν έμφαση στην ποιότητα της ζωής και στην κοινωνική ευημερία.
 - Τη δημιουργία κατάλληλου εργασιακού περιβάλλοντος που θα επιτυγχάνει τη μέγιστη αποδοτικότητα και αποτελεσματικότητα.
 - Την παροχή ανοιχτών ευκαιριών για να υποστηρίζεται η καινοτομία.
2. Το δεύτερο πεδίο αναφέρεται στην τεχνολογία η οποία παρέχει τα απαραίτητα εργαλεία που υποστηρίζουν τη μετατροπή της πόλης σε έξυπνη. Η τεχνολογία της έξυπνης πόλης περιλαμβάνει τα ακόλουθα [5.26]:
- Τεχνολογίες πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών όπως το Internet of things, big data και εξελιγμένα γεωγραφικά συστήματα. Αυτά τα εργαλεία πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών είναι χρήσιμα και επωφελή για όλες τις υπηρεσίες παρέχοντας αυτοματισμό και νοημοσύνη σε αυτές.
 - Άλλες τεχνολογίες που ειδικεύονται στις εκάστοτε υπηρεσίες της πόλης.
3. Ο τρίτος τομέας αντιστοιχεί στους οργανισμούς που ασχολούνται με τις υπηρεσίες των πόλεων και τη διοίκηση τους. Δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στο ότι η λειτουργία της εκάστοτε υπηρεσίας δεν πρέπει να είναι απομονωμένη από όλες τις υπόλοιπες [5.26].
4. Ο τέταρτος τομέας περιλαμβάνει τους ανθρώπους των πόλεων, οι οποίοι είτε λειτουργούν τις υπηρεσίες, είτε τις απολαμβάνουν, είτε και τα δύο [5.26].
5. Ο πέμπτος τομέας αφορά το περιβάλλον εργασίας στις πόλεις αυτές, το οποίο θα πρέπει να διακρίνεται για τη συνεργασία και την απόδοση του που θα υποστηρίζουν την καινοτομία, τις βιώσιμες λύσεις και τη συνεχή ανάπτυξη [5.26].

5.3.1 Ενεργειακά Έξυπνες Πόλεις

Οι έξυπνες ενεργειακά πόλεις είναι υποσύνολο των έξυπνων πόλεων, κυρίως λόγω της εκμετάλλευσης των συστημάτων πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών που υποστηρίζουν την ενσωμάτωση της αποτελεσματικής διαχείρισης της ζήτησης ενέργειας και τη χρήση ανανεώσιμων πηγών [5.27]. Στη διαδικασία της δημιουργίας των μελλοντικών έξυπνων πόλεων, οι υποδομές σε συστήματα πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών θεωρούνται να είναι ιδιαίτερα κρίσιμες για να επιτρέπουν στις αρχές των πόλεων, μέσω της λήψης καινοτόμων πρωτοβουλιών και μεθοδολογιών και εργαλείων για να επιτυγχάνεται ο έλεγχος στη χρήση της ενέργειας. Ο έλεγχος αυτός θα διασφαλίσει και θα οδηγήσει σε βιωσιμότητα σε όρους χρηματικούς, περιβαλλοντικούς και κοινωνικούς [5.28], [5.29].

Οι έξυπνες ενεργειακά πόλεις, ως ο κύριος πυλώνας των έξυπνων πόλεων, συνιστούν μία αναδυόμενη στρατηγική αστικής ανάπτυξης. Η λύση αυτή μπορεί να απαρτίζεται από επιμέρους στοιχεία και μία καθολική προσέγγιση απαιτείται ως συνέπεια αυτού. Παρόλο που αρκετές πρωτοβουλίες ήδη υφίστανται, υπάρχει αρκετός ακόμη δρόμος για βελτιώσεις και αλλαγές, όσον αφορά κυρίως την προώθηση της χρήσης συστημάτων λήψης αποφάσεων σε τοπικές κοινωνίες για τον ενεργειακό σχεδιασμό και τη νομοθεσία. Προκειμένου να γίνουν οι έξυπνες ενεργειακά πόλεις μία πραγματικότητα, απαιτείται η υιοθέτηση πολυδιάστατων και ολοκληρωμένων προσεγγίσεων και η διαχείριση πολλών και μεγάλων ομάδων δεδομένων, όπως και συσχετιζόμενα έξυπνα συστήματα με διαφανή και προσβάσιμο τρόπο [5.30].

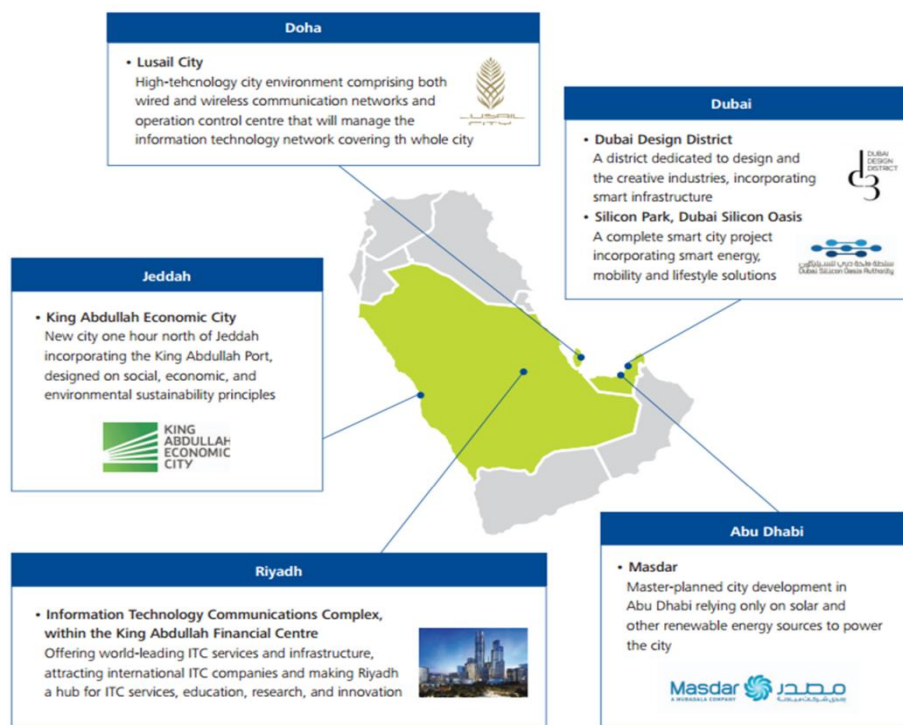


Εικόνα 12. Σχέσεις μεταξύ έξυπνων ενεργειακά πόλεων, έξυπνων πόλεων και βιώσιμων πόλεων

5.4 Η προοπτική των Αραβικών κρατών

Θα πραγματοποιηθεί στο παρόν κομμάτι ανάλυση της προοπτικής που έχουν τα Αραβικά κράτη στην υιοθέτηση της θεώρησης της έξυπνης πόλης αφού όπως

αναλύθηκε και στο κεφάλαιο 2, οι περιοχές αυτές έχουν μεγάλη εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα και με αφορμή τις παγκόσμιες εξελίξεις κρίνεται αναγκαία η εξέλιξη τους και η διαφοροποίηση της οικονομίας τους. Στις αραβικές περιοχές, υπάρχουν ισχυρά κυβερνητικά προγράμματα για εκτεταμένη ανάπτυξη έξυπνης ενέργειας, την ίδια ώρα που υπάρχουν και σχέδια για έξυπνες πόλεις και πολλές πρωτοβουλίες για σύγχρονες έξυπνες ενεργειακά πόλεις που σχεδιάζονται για το μέλλον. Ακόμα, οι ερευνητές ενδιαφέρονται πολύ για τα πεδία αυτά και αντίστοιχες αξιολογήσεις και συγκρίσεις ανάμεσα στις έξυπνες πόλεις είναι διαθέσιμες στη βιβλιογραφία, όπως αποδεικνύει και η παρακάτω εικόνα [5.31].



Εικόνα 13: Σχέδια έξυπνων πόλεων στις αραβικές [5.73]

Το Silicon Park στο Ντουμπάι αποτελεί ένα από τα ολοκληρωμένα σχέδια έξυπνης πόλης που εκτυλίσσονται στην περιοχή εκείνη. Την ίδια ώρα, η οικονομική πόλη του βασιλιά Abdullah, πολύ κοντά στην Jeddah είναι μια ολότελα καινούργια πόλη σχεδιασμένη πάνω στην προοπτική της κοινωνικής, οικονομικής και περιβαλλοντικής βιωσιμότητας [5.32].

Το σχέδιο Smart Dubai ξεκίνησε το Μάρτιο του 2014 με κύριο στόχο τη μεταμόρφωση του Ντουμπάι στην εξυπνότερη πόλη του κόσμου μέχρι το τέλος του 2017. Ο κύριος πυλώνας της πρωτοβουλίας αυτής είναι η αποτελεσματική και βέλτιστη χρήση των πηγών ενέργειας της πόλης. Ακόμα, στα σχέδια της ηλεκτροδότησης και των αρχών της ύδρευσης είναι η δημιουργία ενός έξυπνου ηλεκτρικού δικτύου που θα ενθαρρύνει τους πολίτες να χρησιμοποιούν την ηλιακή ενέργεια και να πουλούν το πλεόνασμα στις αρχές μέσω ενός δικτύου ισχύος. Επιπροσθέτως, έχουν οργανωθεί αρκετές εκστρατείες για την ενημέρωση των πολιτών για τη λελογισμένη χρήση της ενέργειας για την ψύξη, δεδομένων των πολύ υψηλών θερμοκρασιών της περιοχής [5.32].

5.4.1 Οι έξυπνες πόλεις στο Εμιράτο του Άμπου Ντάμπι: Η περίπτωση της πόλης Μάζνταρ

Τα Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα βρίσκονται στη νοτιοδυτική πλευρά της Αραβικής χερσονήσου, που χαρακτηρίζεται από ξηρό κλίμα, υψηλές θερμοκρασίες και ψηλούς ρυθμούς υγρασίας, καθώς και από σπάνιες βροχοπτώσεις [5.33]. Από την άλλη όμως, η κατά κεφαλή κατανάλωση νερού είναι ανάμεσα στις υψηλότερες του κόσμου, δεδομένου του γεγονότος ότι ο πληθυσμός των Εμιράτων αυξήθηκε από τα 4,5 εκατομμύρια το 2008 στα 9,6 εκατομμύρια το 2015. Η ταχεία οικονομική ανάπτυξη, η αύξηση του πληθυσμού και τα σύγχρονα πρότυπα τρόπου ζωής ασκούν όλο και μεγαλύτερη πίεση στους πόρους νερού, ενέργειας και τροφής στα Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα [5.34].

Η πρόκληση της αντιμετώπισης της αυξανόμενης ζήτησης νερού, ενέργειας και φαγητού περιπλέκεται ακόμα περισσότερο από το αντίκτυπο της κλιματικής αλλαγής. Η συνολική κατανάλωση νερού στα Εμιράτα το 2013 ήταν 4,2 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα, από τα οποία το 44% είναι από το έδαφος, το 42% αφαλατωμένο νερό και το 14% από διάφορα απόβλητα [34]. Ανάμεσα στο 2008 και στο 2012, η εγκατεστημένη χωρητικότητα ηλεκτρισμού αυξήθηκε κατά 37% και το 2012 η συνολική εγκατεστημένη χωρητικότητα στη χώρα έφτασε τα 27180 MW [5.35]. Για να αντιμετωπιστεί η αυξανόμενη ζήτηση ενέργειας, τα Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα υιοθέτησαν στρατηγική όπου οι πόροι ενέργειας θα προκύπτουν από ποικίλες πηγές πέρα από το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο και περιλαμβάνουν τις ανανεώσιμες πηγές και την πυρηνική ενέργεια. Τα Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα παρήγαγαν το 21,2% της ζήτησης για τροφή

και εισήγαγαν το 71,8% το 2012 [5.36]. Το Εμιράτο του Άμπου Ντάμπι αντιμετώπισε ραγδαία αύξηση πληθυσμού από τις 212000 το 1975 στα 1,4 εκατομμύρια το 2005 και τα 2,8 εκατομμύρια το 2015. Η πλειονότητα των ανθρώπων αυτών μένουν μέσα στην πόλη. Ο αστικός πληθυσμός εκτιμάται στα 1,7 εκατομμύρια το 2015 [5.37]. Όλα αυτά τα γεγονότα συντελούν στο συμπέρασμα ότι είναι αναγκαία η εγκαθίδρυση έξυπνων χαρακτηριστικών στην περιοχή αυτή, προκειμένου να αντιμετωπιστούν όλες οι προκλήσεις.

Η εκκίνηση του σχεδίου Άμπου Ντάμπι 2030 και η δημιουργία του συμβουλίου αστικής σχεδίασης της πόλης το 2007 υπήρξαν βασικά ορόσημα, που τώρα παρέχουν τα ισχυρά θεμέλια για ένα βιώσιμο αστικό σχεδιασμό μέσα στα όρια της πόλης. Ακολούθως της εκκίνησης του προγράμματος, η κυβέρνηση εξέδωσε το όραμα για το Άμπου Ντάμπι για το 2030 το έτος 2008, που καθιέρωσε μία καθαρή κατεύθυνση για την προώθηση της βιώσιμης διαβίωσης και την εκτέλεση βιώσιμων πρακτικών και μεθόδων. Ο κύριος στόχος του οράματος είναι η διαφοροποίηση της οικονομίας και η ανεξαρτητοποίηση της από τα ορυκτά καύσιμα. Για να διευκολυνθεί και υλοποιηθεί το όραμα αυτό, εκτελείται το πλαίσιο για την αστική κατασκευή της πόλης για το 2030, για να βελτιστοποιηθεί η ανάπτυξη της πόλης μέσα από ένα πρόγραμμα εξέλιξης διάρκειας 25 χρόνων. Αναγκαία κρίνεται η ενσωμάτωση νέων και φιλικών προς το περιβάλλον πηγών ενέργειας όπως της ηλιακής, της αιολικής και της ενέργειας από βιοκαύσιμα, δράση η οποία διευκολύνει σαφώς τη μεταμόρφωση σε έξυπνη πόλη. Άλλες κύριες κυβερνητικές πρωτοβουλίες περιλαμβάνουν ένα ναυτιλιακό σχέδιο για το 2030. Το πλαίσιο για την ακτογραμμή και τη ναυτιλία της πόλης θα εγκαθιδρύσει ένα ασφαλές και βιώσιμο πεδίο ορισμού για τους τομείς αυτούς.

5.4.2 Estidama

Ο όρος Estidama μεταφράζεται ως βιωσιμότητα στα αραβικά και αποτελεί την πρωτοβουλία που θα μεταμορφώσει το Άμπου Ντάμπι σε ένα πρότυπο αστικής βιωσιμότητας [5.38]. Ο στόχος του είναι να δημιουργήσει πιο βιώσιμες κοινότητες, πόλεις και παγκόσμιες επιχειρήσεις όπως φαίνεται και στο παρακάτω γράφημα και να ισορροπήσει τους τέσσερις κύριους πυλώνες του προγράμματος που είναι το περιβάλλον, η οικονομία, ο πολιτισμός και η κοινωνία.



Εικόνα 14: Οι τέσσερις πυλώνες του Estidama [5.38]

Οι φιλοδοξίες του προγράμματος ενσαρκώνονται και υλοποιούνται στο σχέδιο για το Άμπου Ντάμπι 2030 και σε άλλες πολιτικές που αναπτύσσει ή σκοπεύει να αναπτύξει το συμβούλιο αστικού σχεδιασμού του Άμπου Ντάμπι, όπως έναν αναλυτικό κώδικα βιώσιμης ανάπτυξης. Το Estidama είναι το πρώτο πρόγραμμα του είδους του που πραγματοποιείται στην περιοχή της Μέσης Ανατολής και εστιάζει στη ραγδαία αλλαγή του περιβάλλοντος και του κλίματος. Μία από τις πιο σημαντικές πρωτοβουλίες του προγράμματος είναι το σύστημα αξιολόγησης με τα μαργαριτάρια “Pearl Rating System”.

5.4.3 Το σύστημα αξιολόγησης με τα “μαργαριτάρια” για το πρόγραμμα Estidama

Το σύστημα αξιολόγησης με τα “μαργαριτάρια” σκοπεύει να αξιολογήσει τη βιωσιμότητα ενός δεδομένου προγράμματος ανάπτυξης διαμέσου του κύκλου ζωής του, από το σχεδιασμό δηλαδή και την κατασκευή ως τη λειτουργία του. Το σύστημα παρέχει καθοδήγηση για τον αναλυτικό σχεδιασμό και τις λεπτομερείς απαιτήσεις για την αξιολόγηση του εκάστοτε προγράμματος και της απόδοσης του σε σχέση με τους τέσσερις κύριους πυλώνες του Estidama [5.38].

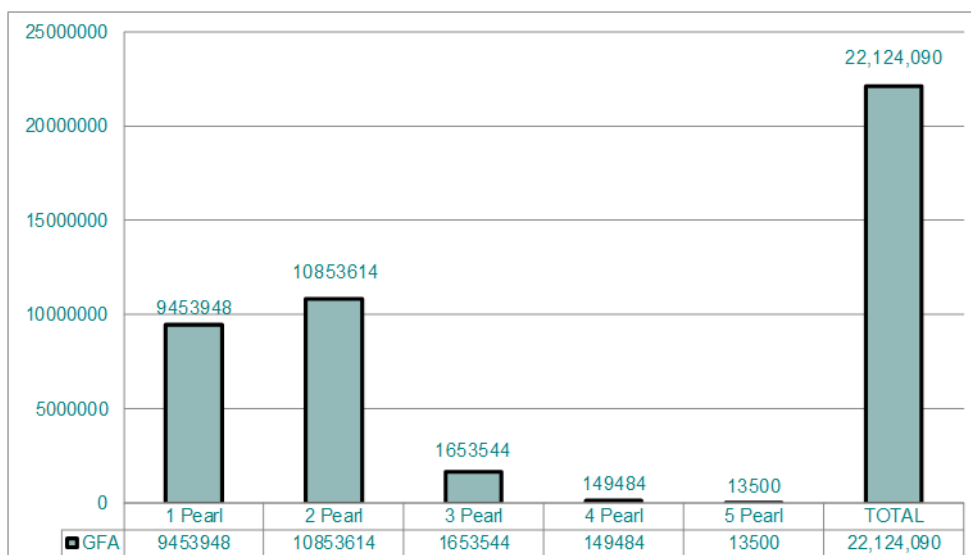
Το σύστημα οργανώνεται μέσα από επτά κατηγορίες που είναι θεμελιώδεις για μία πιο βιώσιμη ανάπτυξη [5.38]. Οι κατηγορίες αυτές είναι:

- **Ολοκληρωμένη διαδικασία ανάπτυξης:** Υποστήριξη της συνεργασίας ανάμεσα σε διαφορετικούς τομείς για να επιτυγχάνεται ολοκληρωμένη

διαχείριση του περιβάλλοντος και της ποιότητας κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής του προγράμματος.

- **Φυσικά συστήματα**: Η διατήρηση και η προστασία του περιβάλλοντος και του οικοσυστήματος της εκάστοτε περιοχής που λαμβάνει χώρα το έργο καθώς και των κατοίκων της.
- **Βιώσιμες κοινότητες**: Η βελτίωση της ποιότητας ζωής και της διασύνδεσης εξωτερικών και εσωτερικών χώρων.
- **Το πολύτιμο νερό**: Η μείωση της ζήτησης του νερού και η ενθάρρυνση της αποτελεσματικής διανομής του καθώς και η εξεύρεση εναλλακτικών πηγών ύδρευσης.
- **Η πολυδιάστατη ενέργεια**: Εξεύρεση εναλλακτικών πηγών ενέργειας για την τροφοδότηση και τις ανάγκες τις πόλεις, κυρίως από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που είναι φιλικές προς το περιβάλλον.
- **Νέα υλικά**: Η διασφάλιση της επιλογής κατάλληλων υλικών, πιο βιώσιμων και φιλικών προς το περιβάλλον για τα έργα ανάπτυξης.
- **Καινοτόμες πρακτικές**: Η ενθάρρυνση της καινοτομίας στην κατασκευή και στο σχεδιασμό για να διευκολυνθεί η μεταμόρφωση της αγοράς και της βιομηχανίας.

Το σύστημα αξιολόγησης αυτό είναι υποχρεωτικό για όλα τα προτεινόμενα έργα ανάπτυξης στο Άμπου Ντάμπι που αποσκοπούν στην επίτευξη μειωμένης κατανάλωσης υλικών, ενέργειας και νερού όπως και στη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα αλλά και στη μείωση των απορριμμάτων και αποβλήτων των πόλεων. Από τη στιγμή της εκκίνησης του το 2009, το πρόγραμμα αξιολόγησης αυτό έχει βραβεύσει πάνω από 1400 κτήρια και 14800 σπίτια με ένα “μαργαριτάρι”, που αποτελεί και την κλίμακα του συστήματος αυτού αξιολόγησης. Ουσιαστικά, το πόσο βιώσιμο είναι ένα έργο ή μία κατασκευή φαίνεται από το πόσα μαργαριτάρια του έχουν απονεμηθεί.



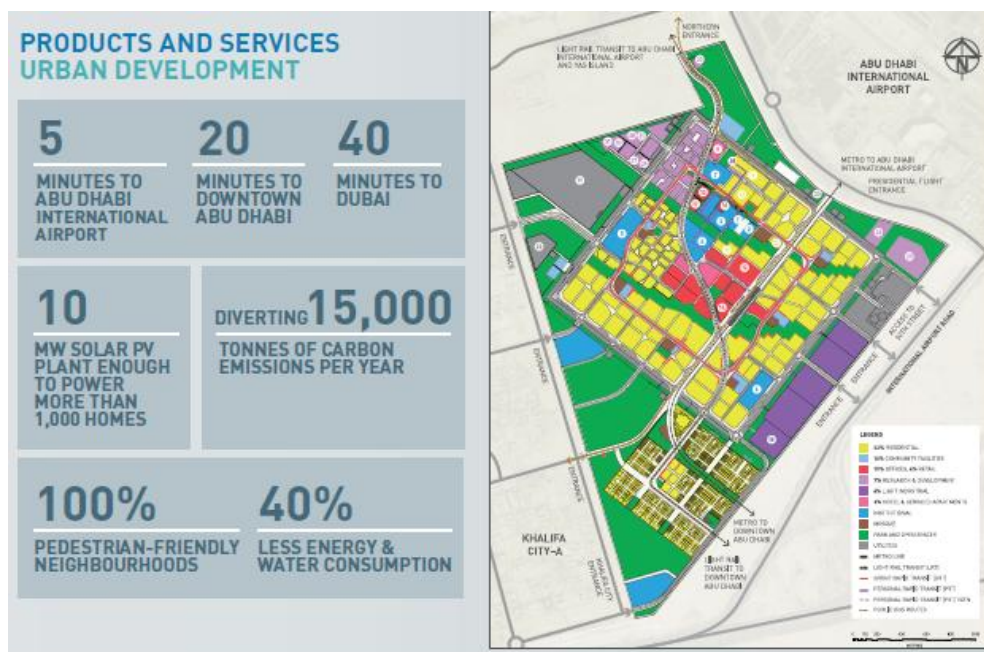
Εικόνα 15 Το σύστημα αξιολόγησης με τα μαργαριτάρια[5.39]

5.4.4 Η πόλη Μάζνταρ

Η πόλη της Μάζνταρ αποτελεί ένα βιώσιμο αστικό περιβάλλον και μία ελεύθερη οικονομική ζώνη 17 χιλιόμετρα μακριά από την πόλη του Άμπου Ντάμπι. Η πόλη παρέχει ένα πράσινο πρότυπο για τις πόλεις του μέλλοντος με την Αραβική αρχιτεκτονική να συνδυάζεται αρμονικά με τη μοντέρνα και καινοτόμα τεχνολογία για τη βελτιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης. Η πόλη αποσκοπεί να αποτελέσει ένα αναδυόμενο παγκόσμιο πεδίο γνώσης, επιχειρηματικότητας, έρευνας και ανάπτυξης που δεν περιορίζεται μόνο στις δεσμεύσεις του Άμπου Ντάμπι για ένα πιο βιώσιμο μέλλον αλλά αποτελεί παράδειγμα για το βιώσιμο αστικό σχεδιασμό όπως και την κατασκευή και τη λειτουργία των πόλεων για όλο τον κόσμο.

Η πόλη της Μάζνταρ στο Άμπου Ντάμπι αποτελεί ένα φωτεινό παράδειγμα μίας έξυπνης ενεργειακά πόλης, όντας μία πόλη σχεδιασμένη με ακρίβεια από ειδικούς να γίνει βιώσιμη ενεργειακά, αντιπροσωπεύοντας ένα δοκιμαζόμενο πεδίο για καινοτομίες στην ανανεώσιμη ενέργεια. Η πόλη βασίζεται σε ηλιακή ενέργεια κυρίως αλλά και σε άλλες πηγές ανανεώσιμης ενέργειας για να ηλεκτροδοτείται. Κάποια από τα έξυπνα στοιχεία της πόλης περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτηρίων κατά 40% μέσω της σχεδίασης και ανάπτυξης έξυπνων προγραμμάτων, καθώς και την ανάπτυξη ηλεκτρικών αυτοκινήτων.

Η πόλη αποσκοπεί να δημιουργήσει ένα περιβάλλον υψηλής ποιότητας με τις βέλτιστες συνθήκες διαβίωσης με το μικρότερο δυνατό οικολογικό αποτύπωμα, προσπαθώντας να γίνει ένα μοντέλο βιώσιμης ανάπτυξης όπου οι κάτοικοι θα θέλουν να ζουν, να εργάζονται και να αλληλεπιδρούν. Παρέχονται πολύ ισχυρά οικονομικά κίνητρα έτσι ώστε η πόλη να ελκύει επιχειρήσεις για να διαφημίσουν και για να εφαρμόσουν καινούργιες τεχνολογίες ενέργειας στην περιοχή της Μέσης Ανατολής. Η πόλη αυτή χρησιμοποιεί ένα πλήθος συστημάτων πράσινης αξιολόγησης για να ορίζει και να πιστοποιεί τη βιωσιμότητα των εκάστοτε κτηρίων και κατασκευών. Το σύστημα αξιολόγησης με τα μαργαριτάρια του Estidama είναι υποχρεωτική απαίτηση για όλα τα νέα κτήρια που σχεδιάζονται και κατασκευάζονται στο Άμπου Ντάμπι [5.40].



Εικόνα 16: Το μεγάλο σχέδιο της πόλης[5.41]

Χαρακτηριστικά, στην πόλη αναμένεται να εγκατασταθούν 10 MW ηλιακής ενέργειας που θα παράγονται από ηλιακά πάνελ για να τροφοδοτούν περισσότερα από 1000 σπίτια, μειώνοντας με την ενέργεια αυτή τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα κατά 15.000 τόνου. Ακόμα, μέσω ενός νέου σχεδίου μεταφορών της πόλης επιχειρείται η μεταμόρφωση της πόλης σε 100% φιλική προς τους πεζούς, ενώ στοχεύει για τα πρώτα χρόνια λειτουργίας της επίτευξη 40% μείωσης της κατανάλωσης νερού και ενέργειας [5.41]. Αυτές οι ενέργειες που θα πραγματοποιηθούν καθιστούν την πόλη Μάζνταρ όχι μόνο έξυπνη αλλά και πρότυπο για τις υπόλοιπες του κόσμου.

5.4.5 Παρουσίαση της πόλης Riyadh

Η πόλη αυτή αποτελεί την πρωτεύουσα του Βασιλείου της Σαουδικής Αραβίας. Το βασίλειο καλύπτει έκταση περίπου δύο εκατομμυρίων τετραγωνικών χιλιομέτρων και διαθέτει πληθυσμό περίπου τριάντα εκατομμυρίων κατοίκων. Είναι μία χώρα με υψηλό εισόδημα και απολαμβάνει να διαθέτει τα περισσότερα αποθέματα πετρελαίου στον κόσμο [5.42].

Η παρούσα έκταση της πόλης είναι περίπου 1400 τετραγωνικά χιλιόμετρα και ο τωρινός της πληθυσμός είναι λίγο πάνω από 6 εκατομμύρια κατοίκους. Επομένως, η πυκνότητα των κατοίκων της είναι περίπου 4300 κάτοικοι ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο. Από την αλλαγή του αιώνα το έτος 2000, ο πληθυσμός της πόλης διπλασιάστηκε 3 φορές. Η πόλη μετατρέπεται σε όλο και πιο ελκυστική για να ζει και να εργάζεται κάποιος. Αυτή τη στιγμή διαθέτει πολύ υψηλές φιλοδοξίες να μετατραπεί σε έξυπνη πόλη και να μπορεί να είναι ανταγωνιστική στο μέλλον για μία θέση ανάμεσα στις 10 πιο έξυπνες πόλεις του κόσμου, και παρακάτω θα γίνει προσπάθεια ανάλυσης του σχεδίου και των ενεργειών που μπορούν να οδηγήσουν στο επιθυμητό αυτό αποτέλεσμα.

5.4.6 Η στρατηγική και το πλάνο για τη μετατροπή της Riyadh σε έξυπνη πόλη

Στο κομμάτι αυτό περιγράφεται η στρατηγική της πόλης για τη μετατροπή της σε έξυπνη με βάση την ανάπτυξη, τους στόχους και τα θεμελιώδη της στοιχεία.

- Η βάση της ανάπτυξης στηρίζεται πάνω σε 3 κύριους πυλώνες. Πρώτον, το πλάνο και το όραμα για το 2030 για το βασίλειο της Σαουδικής Αραβίας που ανακοινώθηκε το 2016. Δεύτερον το εθνικό πρόγραμμα μεταμόρφωσης που συνδέεται με το παραπάνω. Τρίτον το στρατηγικό πλάνο που έχει θέσει η ίδια η πόλη για τα επόμενα χρόνια [5.43], [5.44].
- Οι στόχοι της πόλης σχετίζονται με τα χαρακτηριστικά που διαθέτουν οι έξυπνες πόλεις της Ε.Ε. και περιλαμβάνουν τη βελτίωση της ποιότητας της ζωής, την παροχή βιώσιμου περιβάλλοντος διαβίωσης για τους πολίτες, την οικονομική ανάπτυξη και τη διοίκηση της πόλης με μόνη βάση την αποτελεσματικότητα.

- Τα θεμελιώδη και ουσιώδη στοιχεία της στρατηγικής περιλαμβάνουν το πεδίο εστίασης, τους φορείς που συμπράττουν καθώς και τα εργαλεία που θα χρησιμοποιηθούν.

5.4.7 Ο ρόλος της πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών για τη μετατροπή της Riyadh σε έξυπνη πόλη

Οι τηλεπικοινωνίες και η πληροφορική είναι δύο πολύ σημαντικοί παράγοντες για τις έξυπνες πόλεις. Η στρατηγική της συγκεκριμένης πόλης λαμβάνει υπ όψιν τους παράγοντες αυτούς σύμφωνα με τα επόμενα 4 επίπεδα [5.43].

1. Το πρώτο είναι και το πιο βασικό επίπεδο και περιέχει τις υποδομές που διαχειρίζονται τις τεχνικές λειτουργίες της έξυπνης πόλης.
2. Το δεύτερο επίπεδο συσχετίζεται με τα δεδομένα της πόλης. Τα δεδομένα αυτά παρέχουν σημαντικές πληροφορίες που μπορούν να υποστηρίξουν τις έξυπνες αποφάσεις.
3. Το τρίτο επίπεδο είναι η δημιουργία της πλατφόρμας της έξυπνης πόλης που παρέχει την αναγκαία βάση για τις έξυπνες υπηρεσίες.
4. Το τέταρτο επίπεδο είναι αυτό που υλοποιεί τις εφαρμογές και παρέχει τις υπηρεσίες στους οργανισμούς και στους πολίτες, προσδίδοντας τους έξυπνα στοιχεία στις ζωές τους.

Κάθε ένα από τα παραπάνω επίπεδα επιτρέπει τη λειτουργία του επιπέδου πάνω από αυτό. Το επίπεδο των υποδομών είναι η βάση που επιτρέπεται από την αύξηση των δυνατοτήτων από τα στοιχεία της πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών. Το επίπεδο εφαρμογής είναι ο πάροχος των υπηρεσιών στους κατοίκους της πόλης και στους οργανισμούς. Καινούργιες και ενισχυμένες δυνατότητες στο επίπεδο βάσης θα οδηγούσαν σε εξυπνότερες εφαρμογές και υπηρεσίες. Στον παρακάτω πίνακα διαφαίνονται τα τέσσερα επίπεδα που περιγράφηκαν παραπάνω.

<u>Επίπεδο</u>	<u>Λειτουργία</u>
1) Υποδομή σε Τεχνολογίες Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών	Διαχείριση των λειτουργιών της έξυπνης πόλης
2) Δεδομένα της Πόλης	Δυνατότητα έξυπνων αποφάσεων
3) Πλατφόρμα της Έξυπνης Πόλης	Διευκόλυνση έξυπνων υπηρεσιών
4) Έξυπνες Εφαρμογές	Βελτίωση της ζωής των κατοίκων

Πίνακας 7: Επίπεδα διαμόρφωσης της έξυπνης πόλης [5.74]

5.4.8 Ο ρόλος των οργανισμών και των ανθρώπων στη Riyadh για τη μετατροπή της σε έξυπνη

Οι συμμετέχοντες στις έξυπνες πόλεις είναι οι οργανισμοί και οι άνθρωποι που ασχολούνται με αυτή είτε παραδίδοντας τις υπηρεσίες είτε κάνοντας χρήση τους, αλλά είτε και τα δύο. Οι άνθρωποι μπορεί να δρουν ως μεμονωμένα άτομα ή να συσχετίζονται με οργανισμούς, ενώ σε πολλές περιπτώσεις συμβαίνουν και τα δύο. Σαφώς οι έξυπνες πόλεις δημιουργούνται και για τους ανθρώπους και για τους οργανισμούς. Στη στρατηγική για τη μετατροπή της Riyadh σε έξυπνη πόλη αλληλεπιδρούν 12 διαφορετικοί φορείς οι οποίοι είναι κυρίως σημαντικοί οργανισμοί που ασχολούνται με τις έξυπνες πόλεις, και περιλαμβάνουν τους επόμενους [5.44]:

- 7 Υπουργεία συμπεριλαμβανομένων των: Εσωτερικών, Εργασίας, Εστίασης, Εμπορίου και Επενδύσεων, Οικονομίας και Σχεδιασμού, Παιδείας και Υγείας.
- 2 οργανισμούς που ασχολούνται συγκεκριμένα με την Riyadh: Την αρχή ανάπτυξης ArRiyadh και τη δημοτική αρχή ArRiyadh.
- Έναν οργανισμό που ασχολείται κυρίως με την έρευνα.
- Έναν οργανισμό που ασχολείται με τις μελέτες.
- Έναν οργανισμό που ασχολείται με την ηλεκτρονική διακυβέρνηση.

5.4.9 Το περιβάλλον στην έξυπνη πόλη Riyadh

Ένα από τα κύρια θέματα που σχετίζονται με το περιβάλλον είναι ο έλεγχος και η εκτίμηση της κατάστασης του ανά πάσα στιγμή. Η ανάλυση μεταξύ της παρούσας φάσης του και μίας επιθυμητής, καθώς και του κενού ανάμεσα σε αυτές τις δύο απαιτεί από τη μία σαφή εκτίμηση και γνώση της παρούσας και από την άλλη συγκεκριμενοποίηση της επιθυμητής κατάστασης. Η εκτίμηση και η συγκεκριμενοποίηση πρέπει να ασχολούνται με συστατικά της παρούσας φάσης που

παρέχουν επαρκή εικόνα της κατάστασης του περιβάλλοντος που λαμβάνεται υπ όψη. Επιπροσθέτως, η εκτίμηση των συστατικών που απαρτίζουν την κάθε κατάσταση απαιτεί μία κλίμακα μέτρησης, με ένα εύρος ανάμεσα σε συγκεκριμένες τιμές.

Η στρατηγική της πόλης αναγνωρίζει έξι αρχικά συστατικά, που παρέχονται με κλίμακα μέτρησης για την αξιολόγηση τους, εκτιμώμενα στην παρούσα φάση και όντας συγκεκριμένα για την επιθυμητή, και φωτίζουν το κενό που πρέπει να καλυφθεί ανάμεσα στις δύο καταστάσεις. Τα συστατικά αυτά βρίσκονται μέσα στο πεδίο ορισμού που ορίζεται από το πλαίσιο για τις έξυπνες πόλεις και είναι τα ακόλουθα [5.43]:

- Το πρώτο συστατικό είναι οι πόροι και η τεχνολογία που σχετίζεται με αυτούς.
- Το δεύτερο συστατικό είναι οι πρακτικές διακυβέρνησης που συντονίζουν και ολοκληρώνουν τις δραστηριότητες της έξυπνης πόλης με ένα τρόπο παρόμοιο με το οριζόντιο επίπεδο, διαμέσω των κάθετων. Το συστατικό αυτό σχετίζεται με το πεδίο ορισμού των οργανισμών.
- Το τρίτο και το τέταρτο συστατικό αντιστοιχούν με το πεδίο των ανθρώπων και ασχολούνται με τις εμπειρίες των χρηστών από τη μία, και με τη δημόσια συμμετοχή από την άλλη.
- Το πέμπτο και το έκτο συστατικό είναι κύρια θέματα του πεδίου ορισμού του περιβάλλοντος και αντιστοιχούν στο ρυθμιστικό πλαίσιο της πόλης.

Η κλίμακα μέτρησης για τα παραπάνω συστατικά ορίζεται όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

0	1	2	3	4	5
Ανύπαρκτο	Ελάχιστη	Κάποια	Μέτρια	Ικανοποιητική	Ολοκληρωμένο
	Ανάπτυξη	Επιτεύγματα	Πρόοδος	Ανάπτυξη	

Πίνακας 8: Κλίμακα μέτρησης στην έξυπνη πόλη Riyadh [5.74]

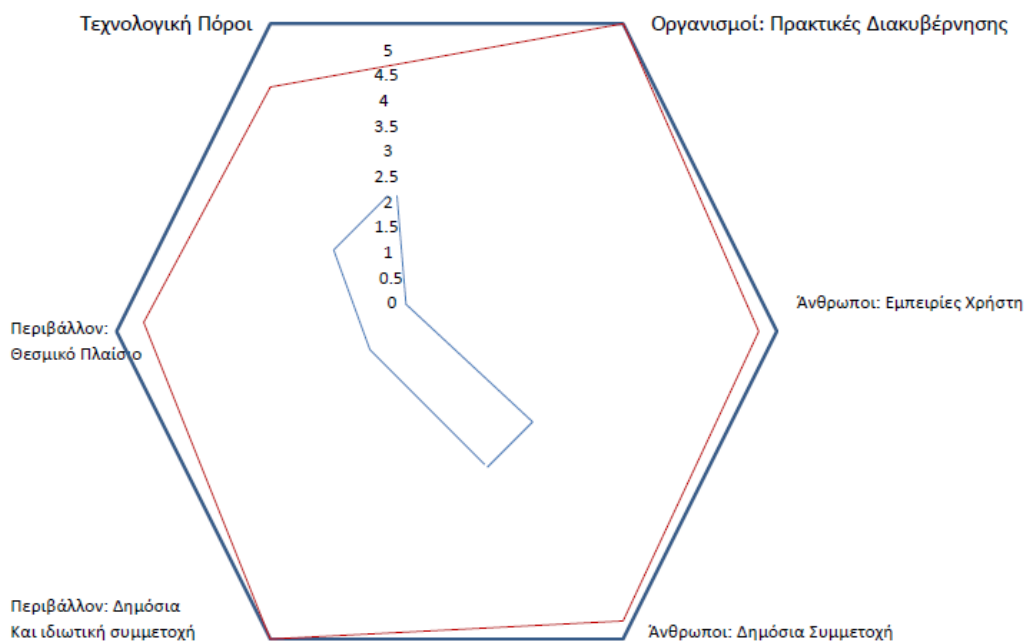
Την ίδια ώρα, στον παρακάτω πίνακα απεικονίζονται οι μετρήσεις των συστατικών για την παρούσα κατάσταση στην οποία βρίσκεται το περιβάλλον της πόλης. Γίνεται εμφανές με βάση και την κλίμακα του παραπάνω πίνακα ότι απαιτούνται ακόμα αρκετές προσπάθειες για τη μετατροπή της πόλης σε έξυπνη, καθώς πέρα από τη

δημόσια συμμετοχή η οποία αξιολογείται με 3, όλοι οι υπόλοιποι τομείς παίρνουν βαθμολογία από 2 και κάτω, που είναι αρκετά χαμηλή.

Πεδίο		Παρούσα Κατάσταση: Κλίμακα 0-5	
Τομέας	Συστατικά	Παρούσα Κατάσταση	Κλίμακα
Τεχνολογία	Πόροι	Κάποιες προσπάθειες: έξυπνες εφαρμογές	2
Οργανισμοί	Πρακτικές Διακυβέρνησης	Δεν υπάρχει γραφείο έξυπνης πόλης ακόμα	0
Άνθρωποι	Εμπειρία Χρήστη	Κάποια δεδομένα για τις έξυπνες εφαρμογές	2
	Δημόσια Συμμετοχή	Θετικές πρωτοβουλίες	3
Περιβάλλον	Θεσμικό Πλαίσιο	Δωρεάν δεδομένα και πρωτοβουλίες ηλεκτρονικής διακυβέρνησης	1
	Δημόσια-Ιδιωτική Συμμετοχή	Σε κάποιες λύσεις και υπηρεσίες	1

Πίνακας 9: Εκτίμηση της παρούσας κατάστασης στην πόλη βάση της κλίμακας [5.74]

Τέλος, στην παρακάτω εικόνα 7 απεικονίζονται οι καταστάσεις της πόλης με δύο γραμμές που τις ενώνουν, με τη μία να αναπαριστά την παρούσα και την άλλη την επιθυμητή. Γίνεται επομένως σαφές με μία προσεκτική ματιά στην εικόνα ότι το κενό ανάμεσα στις δύο καταστάσεις είναι αρκετά μεγάλο και ότι πρέπει να ληφθούν αρκετές ενέργειες ακόμα για να μικρύνει, όπως ούτως ή άλλως αποδεικνύεται και από τον πίνακα παραπάνω με τις αξιολογήσεις.



Εικόνα 17: Σύγκριση της παρούσας κατάστασης με την επιθυμητή για την πόλη[5.74]

Στην παραπάνω εικόνα 7, η μπλε σκούρα γραμμή που ορίζει και το περίγραμμα του σχήματος αναπαριστά τα μέγιστα όρια, η κόκκινη γραμμή αναπαριστά την επιθυμητή κατάσταση και η γαλάζια γραμμή αναπαριστά την παρούσα κατάσταση. Γίνεται εμφανές πως η πόλη έχει να διανύσει πολύ δρόμο ακόμα για να φτάσει στο επίπεδο να θεωρείται έξυπνη πόλη.

5.4.10 Επιτεύγματα για το μέλλον

Η στρατηγική της πόλης αυτής παρέχει και ένα σχέδιο για επιτεύγματα που αναμένεται να υλοποιηθούν σε μελλοντικό χρόνο που σχετίζονται με όλους τους εμπλεκόμενους τομείς, που είναι η τεχνολογία, οι οργανισμοί, η άνθρωποι και το περιβάλλον. Τα επιτεύγματα αυτά καθορίζονται σύμφωνα με τρία μελλοντικά χρονικά πλαίσια, το βραχυπρόθεσμο που εκτείνεται από ένα ως δύο χρόνια, το μεσοπρόθεσμο που εκτείνεται από δύο ως τρία χρόνια και το μακροπρόθεσμο που εκτείνεται από τρία ως πέντε χρόνια. Τα επιτεύγματα χωρίζονται σε τέσσερις κατηγορίες σύμφωνα με τα παρακάτω:

- Την κατηγορία της διακυβέρνησης, που ασχολείται με την καθιέρωση ενός γραφείου για την έξυπνη πόλη που θα αναλαμβάνει την πλήρη ευθύνη.

- Την κατηγορία των πολιτικών που ασχολείται με την ανάπτυξη του ρυθμιστικού πλαισίου διακυβέρνησης, τις έξυπνες κατευθυντήριες γραμμές και τις κατευθύνσεις για την κατασκευή έξυπνων κτηρίων.
- Την κατηγορία των πρωτοβουλιών που αντιστοιχεί με τη διευκόλυνση της αποτελεσματικής διοίκησης. Υπάρχουν μέχρι στιγμής δέκα πρωτοβουλίες που πρέπει να επιτευχθούν μέσα στα τρία χρονικά πλαίσια.
- Την κατηγορία των υπηρεσιών που ασχολείται με την παροχή έξυπνων υπηρεσιών. Υπάρχουν 13 υπηρεσίες που πρέπει να ολοκληρωθούν μέσα στα τρία χρονικά πλαίσια.

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται συγκεκριμένα ενέργειες που θα ληφθούν στα προβλεπόμενα χρονικά πλαίσια αναλόγως και την κατηγορία στην οποία ανήκουν, με σκοπό τη διευκόλυνση της μετατροπής της πόλης σε έξυπνη.

Χρονικός Ορίζοντας	Κατηγορία	Επιτεύγματα
Βραχυπρόθεσμος 1-2 χρόνια	Διακυβέρνηση	Γραφείο έξυπνης πόλης
	Πολιτικές	Πλαίσιο εφαρμογής
	Πρωτοβουλίες	Πλατφόρμα έξυπνης πόλης
	Υπηρεσίες	Wi-Fi σε όλη την πόλη
Μεσοπρόθεσμος 2-3 χρόνια		Έξυπνο σύστημα στάθμευσης
		Έξυπνη διαχείριση κίνησης
	Πολιτικές	Κατεύθυνση για πράσινα κτήρια Κατεύθυνση για πράσινη ανάπτυξη
	Πρωτοβουλίες	Έξυπνο Σύστημα Υγείας Διαχείριση ποιότητας αέρα Πλατφόρμα Έξυπνης Πόλης(2) Έξυπνη Μάθηση
	Υπηρεσίες	Portal ελεύθερων δεδομένων Έξυπνη δημόσια ασφάλεια

		Έξυπνο σύστημα διαχείρισης νερού και αποβλήτων Έξυπνες μετρήσεις
Μακροπρόθεσμος	Πρωτοβουλίες	Πλατφόρμα έξυπνης πόλης(3) Πλατφόρμα και κέντρα καινοτομίας Πλαστικό χρήμα
	3-5 χρόνια	Διαχείριση καταστάσεων άμεσης ανάγκης Υπηρεσίες Αποκατάσταση καταστροφών Αυτοκίνητα με αυτόματο σύστημα Κυβερνητικές διαδικασίες για εγκαθίδρυση του Blockchain Οπτικοποίηση σε τρεις διαστάσεις

Πίνακας 10: Στόχοι αναλόγως το χρονικό ορίζοντα για τη μετατροπή της πόλης σε έξυπνη [5.74]

5.5 Έξυπνες Πόλεις- Η προοπτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Οι έξυπνες ενεργειακά πόλεις αναμένεται να διαδραματίσουν ένα καθοριστικό ρόλο στην εκτέλεση του σχεδίου Ευρώπη 2020, το σχέδιο ανάπτυξης της Ευρώπης δηλαδή για την παρούσα δεκαετία, καθώς και στις εμβληματικές πρωτοβουλίες που θα πραγματοποιηθούν για να αντιμετωπιστούν αρκετές προκλήσεις προς το επόμενο σχέδιο, αυτό της Ευρώπης 2030, που θα ορίζει το πλαίσιο για το κλίμα και την ενέργεια [5.45]. Πιο συγκεκριμένα, κατά τη διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας, η Ένωση έχει θέσει ένα σαφές πλάνο προς τη βιώσιμη ενεργειακή ανάπτυξη μέσω δεσμευτικών στόχων μέχρι το 2020. Αναλυτικότερα, η δέσμευση περιλαμβάνει το στόχο της μείωσης ως και 20% των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα μέχρι το 2020, ενώ ο στόχος φτάνει το 40% για το 2030, ενώ το αισιόδοξο απότοκο προεκτείνεται μέχρι μείωση της τάξης 80 με 90% μέχρι το 2050, οδηγώντας σε ουδέτερες πόλεις όσον αφορά τις εκπομπές αυτές αερίων του θερμοκηπίου.

Για να επιτευχθούν αυτοί οι στόχοι καθαρής ενέργειας καινοτόμες έξυπνες ενεργειακές τεχνολογίες πρέπει να εφαρμοσθούν. Παράλληλα, η εκτεταμένη ανάπτυξη έξυπνων ενεργειακά πόλεων μπορεί να λειτουργήσει ως σημείο αναφοράς για την επίτευξη

αυτών των στόχων της μείωσης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Επιπροσθέτως, πολύ σημαντικός διάλογος έχει πραγματοποιηθεί πάνω στο ζήτημα των έξυπνων ενεργειακά πόλεων καθώς και στα πλεονεκτήματα τους τόσο για τις επιχειρήσεις όσο και για τους τελικούς καταναλωτές. Τα πλεονεκτήματα αυτά προέρχονται από τα περισσότερο διεσπαρμένα ενεργειακά συστήματα και τη μεγαλύτερη αποδοτικότητα των πηγών ενέργειας στις πόλεις [5.46].

Ακόμα, το μεγαλύτερο ερευνητικό και καινοτόμο πρόγραμμα της Ένωσης, το Horizon 2020, θέτει ως ένα από τους κύριους στόχους του την αντιμετώπιση της ενεργειακής πρόκλησης μέσω της εγκατάστασης έξυπνων ηλεκτρικών δικτύων, τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και τη χρήση τεχνολογιών όπως της πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών για την ενέργεια σε επίπεδο πόλης [5.47]. Η Σύνοδος των Δημάρχων, που αποτελεί μία από τις πιο σημαντικές πρωτοβουλίες της Ένωσης καθώς και παγκοσμίως τη μεγαλύτερη αστική πρωτοβουλία για το περιβάλλον και την ενέργεια έχει λάβει πολύ προσοχή τα τελευταία χρόνια. Τη δεδομένη χρονική στιγμή προσπαθεί να επεκτείνει το γεωγραφικό πεδίο δράσης της και έξω από τα σύνορα της Ευρώπης για να μεταφέρει πολύτιμη τεχνογνωσία σε περιοχές όπως τη Σαχάρα στην Αφρική [5.48].

Επιπροσθέτως των παραπάνω, υπάρχει μία σειρά πρωτοβουλιών που έχουν τεθεί σε ισχύ για να προωθήσουν το σκεπτικό της έξυπνης ενεργειακά πόλης. Πιο αναλυτικά, μία καινούργια ευρωπαϊκή συνεργασία καινοτομίας πάνω στις έξυπνες πόλεις και κοινότητες δημιουργήθηκε τον Ιούλιο του 2012 για να προωθήσει την ανάπτυξη έξυπνων λύσεων για τις πόλεις στην Ευρώπη [5.49]. Η συνεργασία αυτή εστιάζει κυρίως στους τομείς των τηλεπικοινωνιών, της πληροφορικής, της ενέργειας και των μεταφορών. Οι ίδιες οι πόλεις έχουν ήδη αναλάβει έναν δραστήριο ρόλο και έχουν εκκινήσει ένα πρόγραμμα, το Green Digital Charter το 2009. Η ιδέα αυτού είναι ότι οι πόλεις που υπογράφουν στο παραπάνω πρόγραμμα δεσμεύονται να μειώσουν το αποτύπωμα τους σε διοξείδιο του άνθρακα μέσω της εκτέλεσης λύσεων που βασίζονται σε τεχνολογίες πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών που οδηγούν σε μεγαλύτερη ενεργειακή απόδοση σε τομείς όπως ο κατασκευαστικός, ο μεταφορικός και ο ενεργειακός. Η πλατφόρμα μετόχων των έξυπνων πόλεων στοχεύει να υποστηρίξει την Ένωση να επιτύχει το στόχο της μείωσης κατά 80% των εκπομπών

αερίων του θερμοκηπίου μέχρι το 2050 προωθώντας την ανάπτυξη της ενεργειακής απόδοσης και τεχνολογικών εφαρμογών που απευθύνονται στο αστικό περιβάλλον. Η Ευρωπαϊκή Συμμαχία για την Έρευνα στην Ενέργεια (EERA) όσον αφορά τις έξυπνες πόλεις εκκίνησε το Σεπτέμβριο του 2010. Ο κύριος στόχος της συμμαχίας αυτής είναι να προωθήσει την ανάπτυξη εργαλείων και μεθόδων για να διευκολύνουν και να επιτρέπουν έναν καλύτερο σχεδιασμό και την καλύτερη λειτουργία των ενεργειακών συστημάτων στις πόλεις στο άμεσο μέλλον.

Η πρωτοβουλία του CitInES (σχεδιασμός ενός εργαλείου λήψης αποφάσεων για βιώσιμες, έμπιστες και με καλό κόστος ενεργειακές στρατηγικές σε πόλεις και βιομηχανικές περιοχές) στοχεύει στο σχεδιασμό καινοτόμων ενεργειακών συστημάτων μοντελοποίησης και βέλτιστων αλγορίθμων για να επιτρέπει στους τελικούς χρήστες να βελτιστοποιούν της ενεργειακή τους στρατηγική χρησιμοποιώντας δομές δεδομένων για την τοπική ενεργειακή παραγωγή, αποθήκευση, διανομή, μεταφορά και ζήτηση, συμπεριλαμβανομένης της διαχείρισης της ζήτησης που γίνεται δυνατή από τα έξυπνα δίκτυα. Η πρωτοβουλία αυτή ενσωματώνει την πληροφορία για τις τοπικές ανανεώσιμες ενέργειες, για την ενσωμάτωση των έξυπνων δικτύων και για τη διαχείριση της ζήτησης [5.50].

Η δομή του IREEN (χαρτογράφηση των τεχνολογιών πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών για ενεργειακά αποδοτικές γειτονιές) αναδεικνύει τρόπους που οι τεχνολογίες πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών για την ενεργειακή απόδοση και αποτελεσματικότητα μπορούν να διευρυνθούν πέρα από τα ατομικά σπίτια και κτήρια στο ευρύ πλαίσιο των κοινοτήτων και συνοικιών [5.51]. Το NiCE (Δικτύωση των έξυπνων πόλεων για την ενεργειακή απόδοση) προωθεί την εκτέλεση των δεσμεύσεων προς την Green Digital Charter, μέσω της εκμετάλλευσης των μελλοντικών τεχνολογιών του διαδικτύου για την ανάπτυξη έξυπνων υποδομών ενέργειας, επιτρέποντας καινούργια λειτουργικότητα, μειώνοντας παράλληλα τα έξοδα [5.52]. Η ENPROVE (Πρόβλεψη της ενεργειακής κατανάλωσης με μετρήσεις σε κτήρια με τα βοήθεια εργαλείων λήψης αποφάσεων) παρέχει μία καινοτόμα υπηρεσία για να μοντελοποιείται η ενεργειακή κατανάλωση των δομών που υποστηρίζονται από δεδομένα που προκύπτουν από αισθητήρες. Η υπηρεσία χρησιμοποιεί καινοτόμες λύσεις που προκύπτουν από τα συστήματα πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών για να

προβλέπει την απόδοση σχετικών ενδιαφερόμενων στη διαδικασία αναγνώρισης των βέλτιστων επενδύσεων για τη μεγιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης σε ένα κτήριο[5.53]

Είναι προφανές από την περιγραφή των παραπάνω πρωτοβουλιών ότι οι έξυπνες τεχνολογίες έχουν την ικανότητα να υποστηρίζουν σημαντικά την αστική μεταμόρφωση ενέργειας, παρέχοντας στους πολίτες την ικανότητα λήψης αποφάσεων για να βελτιστοποιούν την υιοθέτηση στρατηγικών ενέργειας, στοχεύοντας για την καθαρότερη ενεργειακή πηγή στο μικρότερο δυνατό κόστος. Η δέσμευση των πολιτών την ίδια ώρα στην κατεύθυνση αυτή δεν επηρεάζει σημαντικά τις αποφάσεις που λαμβάνονται για την πόλη συνολικά, αλλά παραμένει σημαντική σαν πληροφορία για τις τοπικές αρχές. Παρακάτω περιγράφονται κάποια παραδείγματα έξυπνων πόλεων μέσα στην Ευρωπαϊκή Ένωση δίνοντας έμφαση στα στοιχεία που τους προσδίδουν τα έξυπνα χαρακτηριστικά.

1. Λουξεμβούργο (Λουξεμβούργο)

Το Λουξεμβούργο διαδραματίζει ένα καθοριστικό και διακριτό ρόλο στην ενσωμάτωση των έξυπνων πόλεων. Το μέγεθος του, οι μικρές διαδρομές για τη λήψη των αποφάσεων, το κοινωνικοοικονομικό του μοντέλο, η πολυπολιτισμικότητα του μικρού πληθυσμού του και ο ρυθμός διασύνδεσης του που είναι από τους μεγαλύτερους παγκοσμίως είναι μόνο κάποια από τα πλεονεκτήματα που το καθιστούν ιδανικό για να δοκιμαστούν αρκετές έξυπνες πρακτικές και τεχνικές. Είναι χαρακτηριστικό ότι η χώρα έχει κερδίσει ήδη αρκετά βραβεία σε Ευρωπαϊκό επίπεδο σε τομείς όπως οι βιώσιμες κατασκευές και τα έξυπνα χρηματοοικονομικά. Ήδη, εδώ και παραπάνω από 10 χρόνια το Λουξεμβούργο επενδύει σημαντικά ποσά στις ψηφιακές υποδομές σε συνδυασμό με την υψηλή επιστημονική εξειδίκευση που χαρακτηρίζει τους κατοίκους εκεί, επιτρέποντας του να δοκιμάζει συνεχώς τις νέες λύσεις.

Χαρακτηριστικά, το Ινστιτούτο Επιστήμης και Τεχνολογίας του Λουξεμβούργου έχει τοποθετήσει στο επίκεντρο των διαδικασιών του την έξυπνη πόλη, παράγοντας αρκετή έρευνα πάνω στον τομέα αυτό. Ο τομέας Information Technology for Innovative Services δουλεύει πάνω στις έξυπνες πόλεις σε διαρκώς μεταβαλλόμενα περιβάλλοντα. Οι τομείς εφαρμογής του είναι οι κατασκευές, η υγεία, η βιωσιμότητα των ανθρώπων,

η κινητικότητα και οι IT υπηρεσίες. Το πρότζεκτ Goliath μπορεί να απομονωθεί και χαρακτηριστεί ως το πιο σημαντικό που διαδραματίζεται εκεί. Η ερευνητική ομάδα του δουλεύει πάνω στο σπίτι του μέλλοντος, όπου τα αντικείμενα θα αλληλεπιδρούν το ένα με το άλλο για να διασφαλίζονται υψηλά επίπεδα άνεσης και αποτελεσματικής χρήσης. Στα σχέδια ZAC-eMovin και Nordstad-eMovin, που τερματίστηκαν πριν από λίγο καιρό, οι ερευνητές έδωσαν βάση σε ηλεκτρικές λύσεις για την κίνηση σε βιομηχανικά πάρκα. Το ITIS συνεργάστηκε με μία κοινοπραξία 8 συνεργατών στην πιθανότητα χρήσης ηλεκτρικών αυτοκινήτων για τη μεταφορά αγαθών σε αστικά περιβάλλοντα λόγω του ότι ο τομέας των μεταφορών είναι από αυτούς που επιβαρύνουν περισσότερο τη μόλυνση του αέρα στις πόλεις. Ο τομέας περιβαλλοντικής έρευνας και καινοτομίας της χώρας ασχολείται με θέματα κυρίως που αφορούν την αποτελεσματική διαχείριση των υγρών πόρων, την αξιοποίηση της φυτικής βιομάζας για την παρασκευή βιοπολυμερών και βιοενέργειας καθώς και την ανάλυση βιωσιμότητας περιοχών μέσα σε ένα συγκεκριμένο χρονικό πλαίσιο [5.54].

2. Ταμπέρε (Φινλανδία)

Η πόλη Ταμπέρε στη Φινλανδία αποσκοπεί στο να γίνει μία από τις πιο έξυπνες πόλεις παγκοσμίως, επενδύοντας συνεχώς μεγάλα ποσά προς την κατεύθυνση αυτή. Χαρακτηριστικά, σκοπεύει να επενδύσει γύρω στα 6-10 δισεκατομμύρια ευρώ έτσι ώστε να δημιουργήσει μία εξυπνότερη πόλη μέχρι το 2030, προσπαθώντας να ενσωματώσει όλους τους τομείς της κοινωνικής και καθημερινής ζωής. Όσον αφορά τις έξυπνες μετακινήσεις, στόχος είναι η δημιουργία ενός δικτύου με παγκόσμια αναγνώριση λόγω της καινοτομίας του, που θα παρέχει το χώρο για δοκιμές για όλον τον κόσμο. Το δίκτυο παρέχει μία ελκυστική πλατφόρμα στις επιχειρήσεις για να αναπτύξουν καινούργιες υπηρεσίες μεταφορών καθώς και για τις δημόσιες αρχές να εισάγουν νέες καινοτομίες για να εκτελούν τις επίσημες υποχρεώσεις τους πιο αποτελεσματικά από ότι πριν. Κύριοι στόχοι του προγράμματος είναι:

- Ομαλή κίνηση – ολοκληρωμένες υπηρεσίες μετακίνησης.
- Το έξυπνο τραμ που θα ξεκινήσει το 2021.
- Έξυπνα κέντρα κίνησης.
- Αναμόρφωση του κέντρου της πόλης για τις μετακινήσεις.
- Καινούργιο σύστημα πληρωμών και πληροφοριών για τις δημόσιες μεταφορές.

- Μείωσης της ανάγκης για ιδιωτικά αυτοκίνητα.
- Εκμετάλλευση της τεχνητής νοημοσύνης για την ανάλυση δεδομένων κίνησης.
- Αλληλεπίδραση και καθοδήγηση και διδασκαλία στον κόσμο.

Όσον αφορά τον τομέα της υγείας, το όραμα είναι μέχρι το 2025 να έχουν ψηφιοποιηθεί όλες οι κοινωνικές υπηρεσίες υγείας με εύκολη χρήση για όλους τους κατοίκους. Ο στόχος είναι να προωθηθεί η διαφάνεια και ολοκλήρωση των ψηφιακών λύσεων και η προετοιμασία των δοκιμαστικών σχεδίων που θα παράγουν αυτόματα συστήματα υγείας. Υπάρχει σαφής έμφαση στην ψηφιοποίηση της υγείας και του ευζην που διαφαίνεται από τα νέα συστήματα πρόληψης, τα νέα αυτόνομα συστήματα υγείας για χρήση στο σπίτι καθώς και από τα σχέδια για τα μελλοντικά νοσοκομεία. Όσον αφορά τα έξυπνα σπίτια, στόχος είναι να παρέχονται καλύτεροι και πιο βιώσιμοι χώροι διαμονής με τη χρήση των τελευταίων τεχνολογιών. Η εγκατάσταση συστημάτων έξυπνης διαχείρισης του νερού, των απορριμμάτων, της ενέργειας καθώς και η καλύτερη διασύνδεση του χρήστη με την οικία είναι βασικά στοιχεία προς την κατεύθυνση αυτή. Ταυτόχρονα, η πόλη κάνει προσπάθειες για να μετατρέψει και τη βιομηχανία της σε πιο έξυπνη με τη χρήση των νέων τεχνολογιών, ψηφιοποιώντας πολλές διαδικασίες, αποσκοπώντας στην καλύτερη διαχείριση τους με σαφή παράγοντα το περιβάλλον. Παράλληλα, γίνονται σαφείς προσπάθειες για να ανανεωθούν οι υποδομές της πόλης προκειμένου να διευκολυνθεί η μετάβαση προς μια πιο βιώσιμη λειτουργία της. Τέλος, γίνονται προσπάθειες και επενδύονται χρήματα στην κατεύθυνση της έξυπνης διακυβέρνησης της πόλης, αλλά και της εκπαίδευσης. Η ψηφιοποίηση της γνώσης και η διδασκαλία των μαθημάτων με τη χρήση των νέων τεχνολογιών θα μετατρέψει τη διαδικασία αυτή σε πιο πολυδιάστατη και αποτελεσματική, ενώ οι νέες δημόσιες υπηρεσίες για τους πολίτες θα μετατρέψουν τη ζωή τους σε ευκολότερη, με σαφή στόχευση επίσης τη διευκόλυνση των τουριστών, προκειμένου να μετατραπεί η πόλη και σε πόλος έλξης διαφορετικών ατόμων από όλο τον κόσμο [5.55].

3. Umeaa (Σουηδία)

Το κύριο χαρακτηριστικό που κάνει αυτή την πόλη της Σουηδίας κέντρο καινοτομίας είναι ότι οι κάτοικοί της είναι από τους πιο μορφωμένους, με σαφή ευαισθητοποίηση πάνω σε περιβαλλοντικά ζητήματα. Η έξυπνη και καινοτόμα σκέψη είναι στον πυρήνα

του οράματος της πόλης για μία ανάπτυξη κοινωνική, οικονομική και περιβαλλοντικά βιώσιμη. Επενδύσεις σε δημόσιες και ιδιωτικές υποδομές σχεδιάζονται και υλοποιούνται ενώ ο στόχος είναι σαφής και αφορά τη μετατροπή της πόλης σε μία παγκόσμια κοινότητα γνώσης, έρευνας, υγείας και επιχειρηματικότητας. Η μετατροπή δηλαδή σε μία ελκυστική πόλη που θα περιλαμβάνει ποικίλες δραστηριότητες, στέγαση για όλους, υπηρεσίες φιλικές προς το περιβάλλον και εύκολες μετακινήσεις. Το κύριο στοιχείο στην όλη προσπάθεια αυτή είναι ότι το Πανεπιστήμιο της πόλης λειτουργεί όλο για το σκοπό αυτό, επομένως αξιοποιούνται σε μεγάλο βαθμό οι νέες γνώσεις και δεξιότητες των φοιτητών που επιφέρουν και μία συνολικότερη αλλαγή. Τέλος, η πόλη συμμετέχει σε ένα δίκτυο έξι πόλεων οι οποίες συνεργάζονται και αλληλεπιδρούν μεταξύ τους αλλά και με επιχειρήσεις και ερευνητικά κέντρα προκειμένου να συμβάλλουν στη σχεδίαση των έξυπνων πόλεων του μέλλοντος [5.56].

4. Αϊντχόβεν (Ολλανδία)

Στην πόλη έχει ήδη αποφασιστεί, σε συμφωνία με το πρόγραμμα Ευρώπη 2020 και το σχέδιο *triangulum* να μεταμορφωθούν δύο περιοχές σε έξυπνες. Συγκεκριμένα, με τη βοήθεια των υπηρεσιών πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών θα μπορούν οι πολίτες να δεσμεύουν για δική τους χρήση ηλεκτρικά αυτοκίνητα από επιλεγμένα σημεία καθώς και εγκαθίδρυση λογικών έξυπνης στάθμευσης. Επιπροσθέτως, υπάρχουν ηλεκτρικά λεωφορεία που συμβάλλουν στην ενεργειακή βιωσιμότητα της πόλης ενώ δίνονται συνεχώς κίνητρα σε πολίτες και φορείς της πόλης να επενδύουν κεφάλαια για τη μεταμόρφωση της, ενώ μεγάλο ρόλο έχει διαδραματίσει και η συνεχής εκπαίδευση των πολιτών από τις αρμόδιες αρχές πάνω στο συγκεκριμένο ζήτημα και η διαρκής ευαισθητοποίηση τους [5.57].

5. Νανσύ (Γαλλία)

Στην πόλη αυτή δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στη διατήρηση της ποικιλίας της χλωρίδας και της πανίδας, με τη συνεργασία μεταξύ κηπουρών και αρμόδιων φορέων και την ευαισθητοποίηση των πολιτών [5.58].

6. Sant Cugat (Βαρκελώνη- Ισπανία)

Η πόλη έχει λάβει μία δέσμευση από το 2011 για να μετατραπεί σε έξυπνη και το δημαρχείο, σε συνεργασία με τον επιχειρηματικό τομέα και την κοινωνία έχουν αναπτύξει ένα στρατηγικό πλάνο δημιουργίας μίας περιοχής όπου η γνώση, το ταλέντο και η καινοτομία θα συνδυάζονται με τη βιώσιμη ανάπτυξη. Σύμφωνα με το σχέδιο, η πόλη έχει αρχίσει ήδη να θέτει σε εφαρμογή ορισμένες έξυπνες εφαρμογές, όπως τον έξυπνο δρόμο “smart street”, μία περιοχή όπου με τη βοήθεια της πιο υψηλής τεχνολογίας εκτελούνται μία σειρά από καινοτόμες διαδικασίες. Αποτέλεσμα των διαδικασιών αυτών είναι το έξυπνο σύστημα στάθμευσης, το έξυπνο σύστημα συλλογής απορριμμάτων και ένα σύστημα οδοφωτισμού με αισθητήρες κίνησης για εξοικονόμηση ενέργειας το οποίο πλέον έχει επεκταθεί σε όλη την πόλη. Τέλος η πόλη είναι από τις λίγες που προωθούν το κοινωνικό πρωτόκολλο της πόλης, το οποίο είναι ένα διεθνές φόρουμ που προσκαλεί τους δημοτικούς συμβούλους, τη βιομηχανία, τους ερευνητικούς οργανισμούς και άλλους φορείς που εμπλέκονται στην πόλη να συνεργαστούν για να μοιραστούν και ανταλλάξουν γνώσεις και εμπειρίες σχετικά με την προσπάθεια για τη βιώσιμη ανάπτυξη. Το αποτέλεσμα που αποσκοπεί να έχει το φόρουμ αυτό είναι η καθιέρωση διεθνών προτύπων και πολιτικών που θα θεμελιώνουν την βιώσιμη ανάπτυξη των πόλεων, ενώ χαρακτηριστικά το φόρουμ αυτό υποστηρίζεται από καταξιωμένα ονόματα όπως η Microsoft και το London School of Economics [5.59].

7. Μιλάνο (Ιταλία)

Ο κεντρικός στόχος της μετατροπής του Μιλάνου σε έξυπνη πόλη, σχέδιο που προωθείται τόσο από το Δημοτικό Συμβούλιο της πόλης αλλά και από το Υπουργείο Εμπορίου είναι να συμπεριληφθούν στην προσπάθεια που συντελείται όσο το δυνατόν περισσότεροι φορείς για την ανάπτυξη της πόλης. Ήδη σε διεθνές επίπεδο η πόλη είναι ενεργό μέλος των ευρωπαϊκών και παγκόσμιων δικτύων έξυπνων πόλεων ενώ έχει δεσμευτεί να δημιουργήσει σταθερές και ισχυρές συνεργασίες ανάμεσα στην έρευνα και την κοινωνική καινοτομία, τις επιχειρήσεις και τον χρηματοοικονομικό κόσμο. Η πόλη έχει επιλέξει ειδικά να προωθήσει όσο το δυνατόν περισσότερο την κοινωνική καινοτομία, σε συνεργασία ειδικά και με το Πανεπιστήμιο και Πολυτεχνείο της πόλης, και στην παρούσα φάση θέτει τα θεμέλια για την ανάπτυξη της [5.60].

8. Λονδίνο (Ηνωμένο Βασίλειο)

Η πόλη του Λονδίνου αποτελεί μία από τις μεγαλύτερες πόλεις της Ευρώπης, συνδυάζοντας πληθυσμό διαφορετικών εθνικοτήτων και νοοτροπιών σε μεγάλο βαθμό. Προκειμένου η πόλη να αντιμετωπίσει με έξυπνο τρόπο τα προβλήματα και τις καθημερινές της δυσκολίες, έχει εκκινήσει ένα δημοτικό πρόγραμμα που ονομάζεται Smart London και έχει ορίζοντα το 2050. Κύριος πυλώνας του προγράμματος είναι το δημαρχείο της πόλης το οποίο έχει αναλάβει να συντονίζει όλες τις ενέργειες και πρωτοβουλίες, όπως να υποστηρίζει τις έξυπνες καινοτόμες τεχνολογικές λύσεις που απευθύνονται τόσο στα άτομα αλλά και στις επιχειρήσεις αλλά και τη δημιουργία έξυπνων υποδομών, όπως ενός σύγχρονου δικτύου ύδρευσης και ηλεκτρισμού [5.61].

Έξυπνες Πόλεις	Τομείς					
	Οικονομία	Μετακινήσεις	Περιβάλλον	Διαβίωση	Διακυβέρνηση	Άνθρωποι
Luxembourg (LU)	✓	✓	✓	✓		
Tampere (FI)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Umeaa (SE)			✓	✓		
Eindhoven (NL)		✓	✓			✓
Nancy (FR)			✓			
San Cugat (ES)	✓			✓	✓	✓
London (UK)	✓		✓	✓	✓	✓
Milan (IT)	✓	✓			✓	

Πίνακας 11: Έξυπνες πόλεις της Ευρώπης με τα κύρια χαρακτηριστικά τους

5.6 Έξυπνες Εφαρμογές

Για τη μεταμόρφωση των πόλεων σε έξυπνες είναι αναγκαία η χρήση εργαλείων και τεχνολογιών που προσδίδουν στις πόλεις τα αναγκαία χαρακτηριστικά και τις προσδίδουν το όρο αυτό. Τέτοια εργαλεία είναι τα ακόλουθα:

1. Smart Watt

Στόχος της υπηρεσίας smart watt είναι να προσφέρει στους καταναλωτές τη δυνατότητα να ελέγχουν οποιαδήποτε ώρα και στιγμή την ενεργειακή κατανάλωση της οικίας τους μέσω από τα κινητά τους τηλέφωνα, αξιοποιώντας δηλαδή τις καινοτομίες της τεχνολογίας. Συγκεκριμένα δίνεται η δυνατότητα διαχείρισης του φωτισμού, των ηλεκτρικών συσκευών και των ρευματοδοτών από οποιοδήποτε σημείο και ανά πάσα ώρα και στιγμή, ενώ η εγκατάσταση στην οικία αισθητήρων κίνησης και πόρτας, καθώς

και αισθητήρων υγρασίας και διαρροής αυξάνει την εξοικονόμηση ενέργειας και χρημάτων. Πρόκειται δηλαδή για εφαρμογή που βοηθά τον καταναλωτή να κάνει καλύτερη διαχείριση της κατανάλωσης στο σπίτι του, οδηγώντας σε σημαντικές εξοικονομήσεις [5.62].

2. Bidgely

Η εφαρμογή αυτή στα έξυπνα κινητά έχει σχεδιαστεί για να συμβάλλει στον πιο διαδραστικό έλεγχο της ηλεκτρικής κατανάλωσης στα σπίτια. Αρχικά η εφαρμογή αναλύει μέσω πολύπλοκων αλγορίθμων και κάνοντας χρήση τεχνητής νοημοσύνης δεδομένα όσον αφορά καταναλώσεις και χρεώσεις με σκοπό να υπολογίσει για τον κάθε χρήστη σε κάθε σπίτι ενέργειες που θα οδηγήσουν στη βέλτιστη ηλεκτρική κατανάλωση και στην ελάχιστη χρέωση προς τον πάροχο ρεύματος. Η εφαρμογή επιτρέπει στο χρήστη να αντιληφθεί ποιες συσκευές κάνουν τις μεγαλύτερες καταναλώσεις ενώ ακόμα συγκρίνει τις καταναλώσεις με αυτές των γειτονικών σπιτιών προκειμένου να συμβάλλει στη γενικότερη μείωση τους. Απαιτείται απλά η εγκατάσταση στην κατοικία ενός έξυπνου μετρητή καθώς και η κατοχή ενός έξυπνου τηλεφώνου για την εφαρμογή, η οποία ευαισθητοποιώντας το χρήστη πάνω στις καταναλώσεις τους επιτυγχάνει μέγιστη ενεργειακή, αλλά και οικονομική εξοικονόμηση [5.63].

3. DexCell (DEXMA)

Η ψηφιακή αυτή εφαρμογή αφορά τις επιχειρήσεις και συσχετίζεται με την αποτελεσματική μείωση της ενεργειακής τους κατανάλωσης σε συνδυασμό με τη μείωση του κόστους για αυτές. Είναι μία εφαρμογή που μέσω αλγορίθμων και δεδομένων αναλύει όλες τις καταναλώσεις και τις χρεώσεις της εταιρείας ή της βιομηχανίας για ένα παρελθοντικό διάστημα και καταλήγει σε συμπεράσματα, τα οποία και επιδεικνύει στο χρήστη μαζί με αναλυτική καθοδήγηση για το πώς θα βελτιστοποιήσει την κατανάλωση με ταυτόχρονη μείωση των χρεώσεων για αυτή. Παράλληλα, επιτρέπει τον διαρκή έλεγχο όλων των καταναλώσεων ανά πάσα στιγμή καθώς και την ανάλυση τους προκειμένου να αντιλαμβάνεται ο χρήστης ποιες λειτουργίες της επιχείρησης του καταναλώνουν πόση ενέργεια. Παρόμοια με τις προηγούμενες δύο εφαρμογές, αποτελεί μία σαφή προσπάθεια για την αντιμετώπιση

της κατασπατάλησης ενέργειας από τις βιομηχανίες μέσω του αποτελεσματικού ελέγχου και της αποδοτικής διαχείρισης που μπορεί να προσφέρουν οι νέες τεχνολογίες [5.64].

4. Ameresco Intelligent Solutions

Η εφαρμογή αυτή παρέχει ένα πλήρες και ολοκληρωμένο πακέτο από εργαλεία υπολογισμού της ενέργειας που παρέχουν μεταξύ άλλων τη ζωντανή πληροφόρηση σχετικά με την ενεργειακή κατανάλωση, που οι επιχειρήσεις μπορούν να αξιοποιούν για να διαπραγματεύονται τα συμβόλαια με τους παρόχους και να διατηρούν χαμηλό το ενεργειακό τους αποτύπωμα στο περιβάλλον. Παράλληλα προσφέρει εργαλεία που αντιλαμβάνονται ποια συστήματα δεν είναι αποδοτικά όσον αφορά την κατανάλωση και προτείνουν έξυπνες λύσεις όσον αφορά το σε ποια συστήματα μέσω επενδύσεων θα συνέφερε οικονομικά η τροφοδότηση τους από ανανεώσιμες πηγές [5.65].

5. EnergyPLAN

Το εργαλείο αυτό προσομοιώνει τη λειτουργία των εθνικών συστημάτων ενέργειας σε ωριαία βάση συμπεριλαμβανομένων των τομέων του ηλεκτρισμού, της θέρμανσης, της ψύξης, της βιομηχανίας και των μεταφορών. Το μοντέλο χρησιμοποιείται από ερευνητές, συμβουλευτικές εταιρείες και υπεύθυνους πολιτικών παγκοσμίως αφού έχει φιλικό προς το χρήστη λογισμικό, παρέχεται δωρεάν με αρκετά επιμορφωτικά προγράμματα να το συνοδεύουν, οπότε η λειτουργία του είναι εύκολη χωρίς κάποια ειδική εκπαίδευση. Οι παροχές του είναι ποικίλες, αφού πέραν της ωριαίας απεικόνισης και καταγραφής των καταναλώσεων παρέχει εργαλεία που συμβάλλουν στον πιο αποδοτικό ενεργειακό σχεδιασμό μίας περιοχής, παρέχει μεγάλη και δωρεάν λίστα με βιβλιογραφία προσβάσιμη σε όλους πάνω στο θέμα του ενεργειακού σχεδιασμού ενώ παρέχει και πρόσβαση στο χρήστη σε ένα παγκόσμιο δίκτυο πληροφοριών και χρηστών από το οποίο αυτός μπορεί να επωφεληθεί με πολλούς τρόπους. Η διαδικτυακή αυτή εφαρμογή συμβάλλει σημαντικά στον πιο αποδοτικό σχεδιασμό όσον αφορά την ενέργεια για επιχειρήσεις, περιοχές αλλά και ολόκληρες χώρες [5.66].

6. Smart Transport (at SmartGrid.com)

Η εφαρμογή αυτή που είναι διαθέσιμη για τα έξυπνα κινητά τηλέφωνα είναι σχεδιασμένη και αποσκοπεί στο να βοηθά τους καταναλωτές και τις επιχειρήσεις να χρησιμοποιούν λιγότερη ενέργεια και να εξοικονομούν χρήματα με την αύξηση της γνώσης τους πάνω στους υπάρχοντες ή σε αυτούς που σχεδιάζονται σταθμούς φόρτισης των ηλεκτρικών αυτοκινήτων. Ενισχύει και ενθαρρύνει δηλαδή τη χρήση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων τα οποία και πιο φιλικά προς το χρήστη είναι αφού η κατανάλωση τους κοστίζει λιγότερο από ότι των συμβατικών καθώς και είναι πολύ πιο φιλικά προς το περιβάλλον [5.67].

7. National Transportation Library: Rural Transport Toolbox

Η διαδικτυακή αυτή εργαλειοθήκη σχεδιάστηκε για να βοηθήσει τους δημόσιους αλλά και τους ιδιώτες επενδυτές και ενδιαφερόμενους στην πιο αποδοτική επένδυση τους πάνω στο σχεδιασμό, την ανάπτυξη και τη βελτίωση των αγροτικών περιοχών και των μικρών κοινοτήτων ειδικά μέσω της βελτίωσης του δικτύου μεταφορών στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής. Αποσκοπεί στην αποδοτική και φιλική προς το περιβάλλον αντιμετώπιση προκλήσεων που προκύπτουν από τις μεγάλες μεταφορές αγροτικών προϊόντων, από τη μόλυνση που προκαλούν τα αγροτικά οχήματα και από την ταλαιπωρία που σε πολλές περιπτώσεις αντιμετωπίζουν οι επιβάτες τους. Στην ουσία της, η σελίδα αυτή συμβάλλει στη βιώσιμη ανάπτυξη των αγροτικών περιοχών της Αμερικής στοχεύοντας στην αντιμετώπιση του ζητήματος των μεταφορών, λειτουργώντας ως μία επιστημονική πλατφόρμα ιδεών και τεχνικών διαθέσιμα και κατανοητά για όλους τους χρήστες [5.68].

8. Transportation Software (Schneider Electric)

Μία από τις μεγάλες προκλήσεις που πρέπει να αντιμετωπιστούν για να επιτευχθεί η βιώσιμη μετάβαση είναι η πολυπλοκότητα των οδικών, σιδηροδρομικών, υδάτινων και εναέριων δικτύων. Αυτά πρέπει να λειτουργούν με ασφάλεια, αξιοπιστία, αποτελεσματικότητα και να είναι φιλικά πλέον προς το περιβάλλον. Το λογισμικό αυτό έχει σχεδιαστεί για να παρέχει έξυπνες λύσεις όσον αφορά τις προκλήσεις αυτές βασισμένες στην εξελιγμένη αρχιτεκτονική του λογισμικού ArchestrA καθιστώντας αυτές εύκολα ολοκληρώσιμες και προσβάσιμες. Το λογισμικό περιλαμβάνει εφαρμογές για την καταγραφή ζωντανών αλλά και ιστορικών δεδομένων κίνησης αλλά και για την

ανάλυσης τους, για τη διαχείριση της επικοινωνίας των επιβατών αλλά και για τον έλεγχο και τη λειτουργικότητα των υποδομών και των εγκαταστάσεων. Συνολικά αποτελεί ένα λογισμικό ιδιαίτερα χρήσιμο για τη βιώσιμη και φιλική προς το περιβάλλον μετάβαση, με τις λύσεις που παρέχει να καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα προκλήσεων κυρίως του τομέα των μεταφορών αλλά και του τομέα των πόλεων [5.69].

9. Sunverge

Η ενεργειακή πλατφόρμα αυτή παρέχει στους χρήστες αλλά και στους λειτουργούς των δικτύων ορατότητα που δεν υπήρχε στο παρελθόν αλλά και έλεγχο των σημείων που υπάρχουν πηγές ανανεώσιμης ενέργειας. Συνδέοντας τα σημεία αυτά με τις λειτουργίες του δικτύου, η πλατφόρμα δραστικά επεκτείνει τη δυνατότητα για ισχυρή ανάμειξη της ηλιακής αλλά και γενικότερα ανανεώσιμης ενέργειας στο παγκόσμιο ενεργειακό ισοζύγιο. Παράλληλα, η πλατφόρμα βοηθά ιδιώτες και επιχειρήσεις που κατέχουν πηγές ηλιακής ενέργειας ή αποθήκες της ή άλλες εφαρμογές διαχείρισης της να ελαχιστοποιούν το κόστος των λογαριασμών τους και να ικανοποιούν ανά πάσα χρονική στιγμή τις ανάγκες ισχύος με μία πολύ εύκολη εφαρμογή. Τέλος, τα συστήματα που διαθέτει η πλατφόρμα αντιλαμβάνονται την πλεονάζουσα ηλιακή ενέργεια για να παρέχουν ισχύ όταν χρειάζεται στο μέγιστο, όταν δηλαδή υπάρχει πτώση τάσης, όταν δεν υπάρχει ηλιοφάνεια ή όταν οι τιμές ηλεκτρικής ενέργεια αυξάνονται πάρα πολύ. Τέλος διατηρεί ένα χαρτοφυλάκιο από διεθνώς αναγνωρισμένους παρόχους για να παρέχει στους ιδιώτες ή στις επιχειρήσεις ανανεώσιμη ενέργεια με ασφάλεια και αξιόπιστα [5.70].

Έξυπνα Ενεργειακά Εργαλεία	Πεδίο Εφαρμογής			
	Κτήρια	Μεταφορές	ΑΠΕ	Σχεδιασμός
Smart Watt	✓			
Bidgely	✓			
DexCell apps (DEXMA)	✓			
Ameresco Intelligent Solutions	✓			
EnergyPLAN				✓
Smart Transport (at SmartGrid.com)		✓		
National Transportation Library: Rural Transport Toolbox		✓		
Transportation Software (Schneider Electric)		✓		
Sunverge			✓	

5.7 Blockchain

Το Blockchain είναι μία δημόσια πλατφόρμα που καταγράφει όλες τις συναλλαγές με ψηφιακά νομίσματα που έχουν πραγματοποιηθεί από τη γέννηση τους. Συνεχώς αναπτύσσεται καθώς καινούργια κομμάτια προστίθενται με νέες καταγραφές, γραμμικά και με χρονολογική σειρά. Το Blockchain έχει αναλυτικές πληροφορίες για όλες τις διευθύνσεις και τις κινήσεις τους από τα πρώτα κομμάτια (blocks) μέχρι τα τελευταία που έχουν προστεθεί. Ουσιαστικά αποτελεί την απόδειξη για όλες τις συναλλαγές που πραγματοποιούνται στο διαδίκτυο. Κάθε φορά που ολοκληρώνεται η δημιουργία ενός block, εκκινεί η δημιουργία ενός καινούργιου, όχι τυχαία αλλά γραμμικά με χρονολογική σειρά έτσι ώστε κάθε block να συνδέεται με το προηγούμενο του. Σε σύγκριση με το συμβατικό πραγματικό τραπεζικό σύστημα, το Blockchain είναι σαν ένα πλήρες ιστορικό τραπεζικών συναλλαγών. Με βάση το πρωτόκολλο του Bitcoin, η βάση δεδομένων είναι κοινόχρηστη για όλους όσους συμμετέχουν στο σύστημα. Έτσι μπορεί να παρέχει πληροφορίες για γεγονότα όπως πόση αξία άνηκε σε μία συγκεκριμένη διεύθυνση ανά πάσα στιγμή του παρελθόντος. Το ζήτημα είναι πως η τεχνολογία αυτή αξιοποιείται για τον τομέα της ενέργειας.

Τα τελευταία χρόνια επίσης, η εξέλιξη της τεχνολογίας έχει προκαλέσει οικονομική επανάσταση σε μία εντελώς διαφορετική παράμετρο, με την ανάπτυξη μοντέλων αποκεντρωμένων ψηφιακών νομισματικών συστημάτων. Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούν το πρωτόκολλο Blockchain και αυξάνονται συνεχώς, με τον πιο γνωστό αντιπρόσωπό τους να είναι το Bitcoin. Το πρωτόκολλο Blockchain καταργεί τη συσσώρευση των χρημάτων και την εκτέλεση συναλλαγών από κεντρικούς φορείς, όπως είναι οι τράπεζες και αντί αυτού καθιστά δυνατή την εκτέλεση τους αποκλειστικά μεταξύ χρηστών (peer to peer). Όσο για την επικύρωση των συναλλαγών, αυτή πραγματοποιείται από το σύνολο των χρηστών, οι οποίοι έχουν πλήρη πρόσβαση στα λογιστικά έγγραφα από την απαρχή της σύστασης του νομισματικού συστήματος. Ξεκινώντας από ένα αρχικό block που ορίζει την κατανομή ορισμένων χρηματικών μονάδων (Genesis Block) οι συναλλαγές συσσωρεύονται σε νέα blocks, τα οποία αφού επικυρωθούν από την πλειοψηφία της κοινότητας των χρηστών ως έγκυρα συνδέονται με το αμέσως προηγούμενο block [5.71]. Το αποτέλεσμα είναι η πλήρης διαφάνεια των

συναλλαγών και, υποθέτοντας τίμιους χρήστες, η αποφυγή λογιστικών λαθών ή παρατυπιών στις συναλλαγές. Ακόμα όμως και με συμμετοχή χρηστών που έχουν πρόθεση να επηρεάσουν κερδοσκοπικά το αποτέλεσμα απαιτείται η συγκέντρωση ασύμφωρα πολλών πόρων για να καταφέρουν να αντισταθούν ενάντια στην επικρατούσα άποψη του τεράστιου πλήθους των υπολοίπων χρηστών. Έτσι τίθενται τα θεμέλια για ένα αποκεντρωμένο και ασφαλές νομισματικό σύστημα.

5.8 Το Microgrid του Μπρούκλιν

Το Microgrid του Μπρούκλιν είναι η διαδικασία ανάπτυξης ενός κοινοτικού δικτύου στις γειτονιές της πόλης που λέγονται Gowanus και Park Slope. Ουσιαστικά, το Microgrid είναι μία ομάδα διασυνδεδεμένων φορτίων και πηγών ανανεώσιμης ενέργειας με σαφή και καθορισμένα ηλεκτρικά όρια που λειτουργεί ως μία ενιαία ελεγχόμενη οντότητα με σεβασμό στο δίκτυο και που μπορεί να συνδέεται και αποσυνδέεται από αυτό. Το δίκτυο αυτό απαρτίζεται από διαδικτυακά συστήματα ελέγχου, μετατροπείς, αποθηκευτικές μπαταρίες λιθίου και έξυπνους ηλεκτρικούς μετρητές. Ένα τέτοιο δίκτυο είναι μία μορφή παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας που μπορεί να λειτουργεί ανεξάρτητα από το παραδοσιακό, κεντρικό ηλεκτρικό δίκτυο. Μπορεί να επιτρέπει σε πόλεις, κοινότητες ή οργανισμούς να αναπτύσσουν τις δικές τους πηγές ενέργειας καθώς και τα δικά τους συστήματα αποθήκευσης, να διανέμουν την ενέργεια αυτή και ακόμα και να πωλούν το πλεόνασμα ισχύος σε τοπικές υπηρεσίες. Η βάση δεδομένων του Microgrid του Μπρούκλιν είναι μία διαδικτυακή βιβλιοθήκη που χρησιμοποιεί τεχνολογία κρυπτογραφίας για να αποθηκεύει δεδομένα ενέργειας με ένα τρόπο που είναι φτηνός και διατηρεί την αυθεντικότητά τους.

Στα δίκτυα αυτά οι χρήστες μπορούν να μοχλεύουν τοπικές πηγές ενέργειας και να διανέμουν την ενέργεια αλλά και να τις διαχειρίζονται. Οι χρήστες αυτοί παραμένουν διασυνδεδεμένοι και στο κανονικό δίκτυο, αλλά αν αποσυνδεθούν από αυτό λόγω κάποιας έκτακτης ανάγκης, μπορούν να λαμβάνουν τοπική ενέργεια από το Microgrid. Η τροφοδότηση του δικτύου γίνεται σε μεγάλο βαθμό από τους κατοίκους της κοινότητας οι οποίοι έχουν εγκατεστημένα φωτοβολταϊκά πάνελ στις οροφές των κατοικιών τους, οι οποίοι μπορούν να διοχετεύουν στο δίκτυο την ενέργεια από αυτά, αποκομίζοντας και οικονομικά οφέλη. Σε επόμενο στάδιο, με τη βοήθεια του της τεχνολογίας του Blockchain η οποία ελέγχεται τη δεδομένη χρονική στιγμή στην

περιοχή εκεί, θα διασφαλίζεται η ασφάλεια και η αξιοπιστία των συναλλαγών στο δίκτυο, προστατεύοντας τόσο τους πολίτες οι οποίοι αποτελούν και τους παραγωγούς, αλλά και το ίδιο το δίκτυο και τους καταναλωτές.

Τα δίκτυα αυτά θέτουν μία νέα προσέγγιση στις λειτουργίες των δικτύων που υπηρετούν την επίτευξη βιώσιμων, ασφαλών και μικρού κόστους ενεργειακών συστημάτων παρέχοντας μακροπρόθεσμη και τοπική ασφάλεια ισχύος για την κοινότητα. Τα Microgrids έχουν την ικανότητα να λειτουργούν ανεξάρτητα από τα μεγαλύτερα ηλεκτρικά δίκτυα κατά τη διάρκεια ακραίων καιρικών φαινομένων ή άλλων καταστάσεων εκτάκτου ανάγκης, παρέχοντας την υποδομή και τη βάση για ανθεκτική, βιώσιμη και αποδοτική παραγωγή ενέργειας. Σε περίπτωση ενός ακόμα τυφώνα όπως το 2012, οι κάτοικοι που συνδέονται στο Microgrid θα συνεχίσουν να τροφοδοτούνται για ένα χρονικό διάστημα επαρκές όπως και κατά τη διάρκεια ενός μεγάλου βραχυκυκλώματος.

Οι στόχοι του Microgrid του Μπρούκλιν είναι οι εξής:

- Αύξηση της ποσότητας καθαρής, ανανεώσιμης ενέργειας που παράγεται για την κοινότητα από τα ίδια της τα μέλη.
- Ανάπτυξη ενός διασυνδεδεμένου δικτύου από ανανεώσιμες ενεργειακές πηγές που θα βελτιώσει την ανθεκτικότητα και την απόδοση του ηλεκτρικού δικτύου.
- Διαχείριση των πηγών αυτών κατά τη διάρκεια καταστάσεων έκτακτης ανάγκης για την προστασία της κοινότητας και της τοπικής οικονομίας.
- Δημιουργία χρηματοοικονομικών κινήτρων και επιχειρηματικών μοντέλων που ενθαρρύνουν τις επενδύσεις της κοινότητας για τη μελλοντική τους ενέργεια δημιουργώντας ενέργεια και θέσεις εργασίας που τονώνουν την τοπική οικονομία.

Το Microgrid του Μπρούκλιν λειτουργεί ως ένας κερδοσκοπικός όμιλος με στόχευση να έχει ένα θετικό αντίκτυπο στην κοινωνία, στους εργαζόμενους και στο περιβάλλον. Μόλις όμως το δίκτυο αναπτυχθεί πλήρως και ξεκινήσει να λειτουργήσει σε πλήρεις ρυθμούς, τότε θα πουληθεί ή παραχωρηθεί στην τοπική κοινότητα της πόλης προκειμένου να μετατραπεί πλήρως σε ένα σύστημα που θα είναι πραγματικά ιδιοκτησία της κοινότητας, η οποία θα έχει και τον πλήρη έλεγχο πάνω σε αυτό. Η

συμμετοχή στο δίκτυο αυτό από όλα τα μέλη της κοινότητας είναι αναγκαία για την ενίσχυση της ανάπτυξης του, για να συντελέσει στο τέλος σε ένα δίκτυα με οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη με τη συνύπαρξη σε αυτό πολλαπλών ανανεώσιμων ενεργειακά πηγών όπως της ηλιακής, των μπαταριών και άλλων πηγών.

Η πλατφόρμα του Blockchain για το Μπρούκλιν λειτουργείται από την καινούργια εταιρεία LO3 Energy, και λειτουργεί με τρόπο να αποθηκεύει ψηφιακά δεδομένα που θα μπορούν ύστερα να αξιοποιηθούν και χρησιμοποιηθούν με ασφάλεια από τους χρήστες. Η βάση για τα κρυπτογραφημένα ψηφιακά νομίσματα είναι ότι η τεχνολογία του Blockchain επιτρέπει σε μία ομάδα χρηστών να πραγματοποιούν συναλλαγές χωρίς έναν ενδιάμεσο όπως μία τράπεζα ή έναν πάροχο ενέργειας. Η τεχνολογία αυτή ουσιαστικά επιτρέπει να μοιράζονται ελεύθερα στο διαδίκτυο όχι μόνο αρχεία και μηνύματα αλλά οτιδήποτε αξίας όπως συναλλαγές αποκόπτοντας ενδιάμεσους και ενισχύοντας την ασφάλεια. Συγκεκριμένα, για το Microgrid του Μπρούκλιν, κάθε συναλλαγή μετατρέπεται σε μία αλυσίδα από ασφαλή κομμάτια, καθένα από τα οποία καταγράφεται. Με τον τρόπο αυτό, όλοι οι χρήστες του Microgrid μπορούν να ανταλλάσουν και να εμπορεύονται ποσότητες πράσινης ενέργειας χωρίς ενδιάμεσους. Οι τιμές ορίζονται από αυτοματοποιημένες δημοπρασίες προσανατολισμένες προς την ανώτερη τιμή ανά κιλοβατώρα που ένας καταναλωτής είναι διατεθειμένος να πληρώσει [5.72].

Βιβλιογραφία 5^{ου} Κεφαλαίου

1. <http://ec.europa.eu/eurostat/web/sdi/indicators/demographic-changes>
2. Eurostat
3. Albino, Vito, Umberto Berardi, and Rosa Maria Dangelico. "Smart cities: Definitions, dimensions, performance, and initiatives." *Journal of Urban Technology* 22, no. 1 (2015): 3-21.
4. Michael and Gregory O'hare. "How smart is your city?." *Science* 335, no. 6076 (2012): 1581-1582.
5. Ballas, Dimitris. "What makes a 'happy city'?" *Cities* 32 (2013): S39-S50.
6. Caragliu, Andrea, Chiara Del Bo, and Peter Nijkamp. "Smart cities in Europe." *Journal of urban technology* 18, no. 2 (2011): 65-82.
7. Hafedh, Taewoo Nam, Shawn Walker, J. Ramon Gil-Garcia, Sehl Mellouli, Karine Nahon, Theresa A. Pardo, and Hans Jochen Scholl. "Understanding smart cities: An integrative framework." In *System Science (HICSS), 2012 45th Hawaii International Conference on*, pp. 2289-2297. IEEE, 2012.
8. ITU (2016): International Telecommunication Union, Technical Report & Specifications (ITU-T's): Shaping smarter and more sustainable cities: Striving for Sustainable Development Goals (SDG).
9. ISO-IEC JTC 1 (2014) Information Technology, Smart Cities: Preliminary Report.
10. BSI-PD (2015): British Standard Institute - Published Document 8100, Smart cities overview—Guide.
11. Alawadhi, Suha, Armando Aldama-Nalda, Hafedh Chourabi, J. Ramon Gil-Garcia, Sofia Leung, Sehl Mellouli, Taewoo Nam, Theresa A. Pardo, Hans J. Scholl, and Shawn Walker. "Building understanding of smart city initiatives." In *International Conference on Electronic Government*, pp. 40-53. Springer Berlin Heidelberg, 2012.
12. Anthopoulos, Leonidas G., Marijn Janssen, and Vishanth Weerakkody. "Comparing Smart Cities with different modeling approaches." In *Proceedings of the 24th International Conference on World Wide Web*, pp. 525-528. ACM, 2015.
13. Öderström, Ola, Till Paasche, and Francisco Klauser. "Smart cities as corporate storytelling." *City* 18, no. 3 (2014): 307-320.
14. International Telecommunications Union (ITU), "Overview of key performance indicators in smart sustainable cities," 2014 [Online]. Available: <http://www.itu.int/en/ITU/focus/groups/ssc/Pages/default.aspx>.
15. United Nations (UN), "State of the World's Cities 2012/2013," 2014 [Online]. Available:<http://mirror.unhabitat.org/pmss/listItemDetails.aspx?publicationID=3387>.
16. International Standards Organization (ISO), "ISO 37120:2014 - Sustainable development of communities --Indicators for city services and quality of life," 2014.
17. Anthopoulos, Leonidas G. "Understanding the smart city domain: A literature review." In *transforming city governments for successful smart cities*, pp. 9-21. Springer International Publishing, 2015.
18. P. Neirotti, A. De Marco, A.C. Cagliano, G. Mangano, and F. Scorrano, "Current trends in Smart City initiatives: Some stylised facts," *Cities*, (38), 25-36, 2014.
19. H. Lee, M.G. Hancock, and M-C Hu, "Towards an effective framework for building smart cities: Lessons from Seoul and San Francisco," *Technological Forecasting & Social Change*, 2013
20. <http://ww2.unhabitat.org/campaigns/governance/documents/>
21. M. Pires, T. Fidelis, and T.B. Ramos, "Measuring and comparing local sustainable development through common indicators: Constraints and achievements in practice," *Cities*, 39, pp. 1-9, 2014.
22. K. Kourtit, C. Macharis, and P. Nijkamp, "A multi-actor multi-criteria analysis of the performance of global cities," *Applied Geography*, 49, pp. 24-36, 2014.

23. K.C. Desouza, and T.H. Flanery, "Designing, planning, and managing resilient cities: A conceptual framework," *Cities*, 35, pp. 88-89, 2014.
24. N.F. da Cruz, and R.C. Marques, "Scorecards for sustainable local governments," *Cities*, 39, pp. 165-170, 2014.
25. Bakry, S. H. (2004), Development of e-government: a STOPE view, *International Journal of Network Management*, 14(5), 339-350.
26. Schaffers, H., Komninos, N., Pallot, M., Trousse, B., Nilsson, M. and Oliveira, A. (2011), *Smart Cities and the Future Internet: Towards Cooperation Frameworks for Open Innovation*, Future Internet Assembly, LNCS 6656.
27. KPMG (2015). Dubai – a new paradigm for smart cities.
28. <http://press.ihs.com/press-release/design-supply-chain-media/smart-cities-rise-fourfold-number-2013-2025> (accessed 15 March 2017).
29. Glick, Y., Fuge, D., Goodwin, C., Hourdouillie, R., 2012. *Smart Grids for Smart Cities: Strategic Options for Smart Grid Communication Networks*. Ericsson Discussion Paper, March 2012.
30. Van Landegem, T. 2012. *ICT Infrastructure as a key enabler for Smart Cities*. Alcatel-Lucent Bell Labs, FIA Aalborg, May 2012.
31. Tok E., McSparren J.J., Merekhi M.A., Elghaish H. and Ali F.M. (2015). *Crafting Smart Cities in the Gulf Region: A Comparison of Masdar and Lusail*. IGI Global, 2015.
32. Karlsson, P-O, Decker, C. and Moussalli, J. (2015). *Energy efficiency in the UAE: Aiming for sustainability*. *Strategy&*, June 4, 2015
33. Alsharhan, A. S., Z. A. Rizk, Alan Eben Mackenzie Nairn, D. W. Bakhit, and S. A. Alhajari, eds. *Hydrogeology of an arid region: the Arabian Gulf and adjoining areas*. Elsevier, 2001.
34. Ministry of Climate Change and Environment. *UAE State of Environment Report*, 2015.
35. Ministry of Energy. *UAE State of Energy Report*, 2015.
36. Alpen Capital .GCC food Industry, 2015.
37. Statistics Center-Abu Dhabi .Abu Dhabi Emirate: Facts and Figures, 2017.
38. Abu Dhabi Urban Planning Council. *The Pearl Rating System for Estidama* ,2010
39. Urban Planning Council: *ESTIDAMA Statistics 2017*
40. Masdar. *Masdar sustainability report*, 2014.
41. *Masdar City Master Plan 2015*.
42. ADA (2017): *Alriyadh Development Authority, Information on the Riyadh City the Capital of Saudi Arabia*, Riyadh, Saudi Arabia.
43. ADA (2017): *Alriyadh Development Authority, Riyadh Smart City Strategy: Master Plan to Transform Riyadh to Smart City*, Riyadh, Saudi Arabia.
44. *KSA Vision 2030 (2016)*, National Transformation Program 2020, Riyadh, Saudi Arabia.
45. EC – Communication from the Commission. *Europe 2020. A strategy for smart, sustainable and inclusive growth*, COM (2010) 2020 final, 3 March 2010, Brussels. Available at: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:2020:FIN:EN:PDF> (accessed 20 March 2017).
46. Griffiths S. (2016). *Integrating humanity and technology in smart city design*. Article at: www.innovationandtech.ae (accessed 8 March 2017).
47. EC - Horizon 2020 Programme, Available at: <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/secure-clean-and-efficient-energy> (accessed 7 March 2017).
48. *Covenant of Mayors website*. Available at http://www.eumayors.eu/news_en.html?id_news=696 (accessed 23 March 2017).
49. Page, J., Basciotti, D., Pol, O., Fidalgo, J.N., Couto, M., Aron, R., Chiche, A., Fournie, L. 2013. *A multi-energy modeling, simulation and optimization environment for urban energy infrastructure planning*.
50. *Proceedings of BS2013, 13th Conference of International Building Performance Simulation Association*, Chambéry, France, August 26-28.
51. *IREEN Roadmap for European-scale innovation and take-up*, 2013.

52. Fluhr, J.W., Williams, F. 2011. FINSENY: Future Internet for Smart Energy, Unternehmen der Zukunft 2/2011.
53. ENPROVE Final Report, 2013.
54. <https://www.list.lu/en/news/moving-towards-smarter-cities/>
55. <http://smart tampere.fi/>
56. <http://www.ruggedised.eu/cities/umeaa/>
57. <http://triangulum-project.eu/index.php/lighthouse-cities/city-of-eindhoven-netherlands/>
58. <https://www.nancy.fr/aimons-nancy-cap-sur-2020/nancy-un-art-de-vivre/nancy-smart-city-633.html>
59. <http://barcelonaregion.net/sant-cugat-smart-city/?lang=en>
60. <http://www.milanSMARTcity.org/joomla/>
61. <https://www.london.gov.uk/what-we-do/business-and-economy/science-and-technology/smart-london>
62. <https://www.watt-volt.gr/smart-watt-popup>
63. <https://www.bidgely.com/>
64. <http://www.dexmatech.com/software/>
65. <https://ais2.ameresco.com/>
66. <http://www.energyplan.eu/>
67. <https://appsforenergy.devpost.com/submissions/7980-smart-transport-at-smartgrid-com>
68. <https://ntl.bts.gov/ruraltransport/toolbox/>
69. <http://software.schneider-electric.com/industries/transportation/>
70. <http://www.sunverge.com>
71. Satoshi Nakamoto, "Bitcoin: A Peer to Peer Electronic Cash System," 2008.
72. <http://brooklynmicrogrid.com/>
73. *Monitor Deloitte (2015)*
74. Gulf Research Meeting 2017 Workshop 1: "Smart Cities in the Gulf: Current State, Opportunities, and Challenges", Cambridge 1-4 August 2017, p. 27

Κεφάλαιο 6

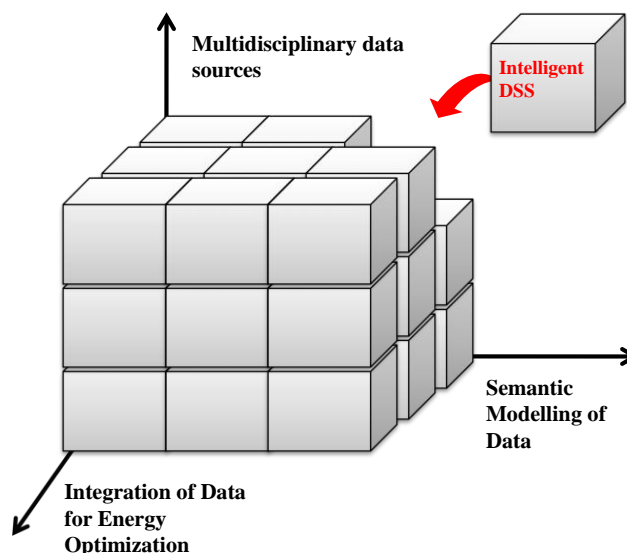
Η έννοια του Ενεργειακού Νομίσματος και η συνεισφορά του στην Ενεργειακή Μετάβαση

6.1 Έξυπνα συστήματα διαχείρισης της ενέργειας

Πραγματοποιείται σήμερα αρκετή έρευνα σχετικά με τη σχεδίαση στρατηγικών ενέργειας σε επίπεδο πόλης προκειμένου να επιτευχθεί η βιώσιμη ενεργειακή μετάβαση και να μειωθεί η συνολική κατανάλωση ενέργειας. Ο επιτυχής συνδυασμός έξυπνων διαδικασιών (π.χ. διαχείριση ζήτησης, διαχείριση πραγματικής ζήτησης) και έξυπνων τεχνολογιών (π.χ. έξυπνοι μετρητές, έξυπνες συσκευές διαχείρισης ενέργειας) μπορούν να επιτρέψουν την ενεργειακή αποτελεσματικότητα και να επιτευχθεί ο στόχος της μείωσης της συνολικής κατανάλωσης. Η εκμετάλλευση των έξυπνων συστημάτων και των εργαλείων πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών μπορεί να αποδειχθεί πολύ επωφελής για τις τοπικές αρχές, καθώς θα μπορούν να βοηθούν στη διαχείριση των ηλεκτρικών δικτύων διανομής με ένα βέλτιστο, ελεγχόμενο και ασφαλές τρόπο. Τα έξυπνα συστήματα διαχείρισης της ενέργειας μπορούν έτσι να υποστηρίξουν τη διαδικασία λήψης αποφάσεων στις έξυπνες ενεργειακά πόλεις μέσω ποικίλων δομών δεδομένων όπως τον καιρό, τα προφίλ των κτηρίων και των τιμών της ενέργειας, για να προτείνουν σε βραχυπρόθεσμο επίπεδο με το στόχο της μείωσης της ενεργειακής κατανάλωσης και εξόδων [6.1].

Η πολυδιάστατη φύση του πλαισίου του συστήματος υποστήριξης των αποφάσεων συνενώνει σκεπτικά (λογικές) και τεχνολογίες από έξυπνες πόλεις, ενεργειακή βελτιστοποίηση και υποστήριξη αποφάσεων. Είναι σημαντικό η προτεινόμενη μεθοδολογία να μπορεί να χαρακτηριστεί από έναν ικανοποιητικό βαθμό γενίκευσης, για να μπορεί εύκολα να υιοθετηθεί σε πόλεις με διαφορετικά χαρακτηριστικά, υποδομές ενέργειας, ανάγκες, προτεραιότητες και τύπους ενεργειακής ζήτησης. Μία τόσο γενικευμένη μεθοδολογία μπορεί εύκολα να εφαρμοσθεί για να βελτιστοποιήσει την ενεργειακή χρήση στα κύρια κτήρια των πόλεων, σε μεγάλες αίθουσες και σε ολόκληρα στάδια (τόσο σε όρους ενεργειακή προσφοράς αλλά και ζήτησης), λαμβάνοντας υπ όψιν την αποκεντρωμένη παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, τη σύνδεση με το έξυπνο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας και την ενσωμάτωση του έξυπνου συστήματος θέρμανσης και ψύξης μέσω του CHP (Combined Heat and Power) και άλλων ανανεώσιμων ενεργειακών πόρων όπως και μία σειρά πολυδιάστατων δεδομένων.

Ο τρόπος με τον οποίο λειτουργεί ένα σύστημα υποστήριξης αποφάσεων και πως μπορεί να υποστηρίξει μία συνολική θεώρηση παρουσιάζεται και φαίνεται στην επόμενη φωτογραφία.



Εικόνα 18: Προσέγγιση του πολυδιάστατου συστήματος υποστήριξης αποφάσεων

6.1.1 Πεδίο Ενδιαφέροντος

Κατά τη διαδικασία της κατασκευής των μελλοντικών έξυπνων ενεργειακά πόλεων, οι υποδομές πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών θα διαδραματίσουν καθοριστικό ρόλο. Μεταξύ άλλων, οι έξυπνες ενεργειακά πόλεις διαχωρίζουν τους εαυτούς τους χρησιμοποιώντας καινοτόμες λύσεις για την παροχή ενέργειας πιο αποτελεσματικά και λειτουργικά, σε όρους κόστους, περιβαλλοντικού αποτυπώματος και κοινωνικών επιπτώσεων [6.2]. Ορισμένα πεδία ενδιαφέροντος με βάση τα παραπάνω είναι τα επόμενα:

- Ανταλλαγή εμπειριών και ιδεών για τα συστήματα διαχείρισης της ενέργειας και τη βελτιστοποίηση της ενεργειακής χρήσης στις έξυπνες πόλεις.
- Μεθοδολογίες και εργαλεία για εκτίμηση της ενεργειακής κατάστασης των έξυπνων πόλεων.
- Συστήματα πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών για την ενεργειακή απόδοση στις έξυπνες πόλεις.

- Συλλογή και μοντελοποίηση διαθέσιμων δεδομένων από τις υποδομές των πόλεων, τους αισθητήρες, τους μετρητές και άλλες τέτοιες πηγές.
- Προσεγγίσεις για την εκμετάλλευση πολυδιάστατων πηγών δεδομένων, για την ανάλυση και ενσωμάτωση τους με έξυπνο τρόπο.
- Ανάπτυξη και εφαρμογή εκδηλώσεων σε επίπεδο πόλης για την κινητοποίηση ιδιωτικών κεφαλαίων προς πρωτοβουλίες πράσινης ενέργειας.
- Εφαρμογή καινοτόμων τεχνολογιών.
- Παρακολούθηση από μακριά και έλεγχο της ενεργειακής χρήσης.
- Συστήματα πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα σε επίπεδο πόλης.
- Βέλτιστες πρακτικές στο σχεδιασμό και την οργάνωση των πόλεων.
- Εφαρμογές και πρακτικές σε αληθινά περιβάλλοντα.

Τα ενδιαφερόμενα μέρη που έχουν αναγνωρισθεί να έχουν έντονο ενδιαφέρον στην εκτεταμένη εκτέλεση και ανάπτυξη έξυπνων πόλεων είναι κυβερνητικές αρχές, βιομηχανίες, χρηματοπιστωτικά ιδρύματα, αρχές ρύθμισης, ακαδημαϊκοί αλλά και απλοί πολίτες. Η αποτελεσματική ανάμειξη αυτών των ενδιαφερόμενων είναι τεράστιας αξίας για να μπορέσει να επιτευχθεί η ενεργειακή μετάβαση σε μία νέα πραγματικότητα. Ο συνδυασμός αυτών παρέχει γόνιμο έδαφος για την εκμετάλλευση μίας εφαρμοσμένης αρχιτεκτονικής ενεργειακής διαχείρισης που συνδέει τα συστήματα ενέργειας και τις τοπικές οικονομίες με πολλούς τρόπους, γεφυρώνοντας το εκτεταμένο κενό ανάμεσα στο φυσικό και στο χρηματοοικονομικό σύστημα. Προτού αναλυθεί ποια είναι η αρχιτεκτονική αυτή που μπορεί να συνδυάσει τα παραπάνω χαρακτηριστικά, αναλύεται η κατάσταση σχετικά με τη διαχείριση της ζήτησης ενέργειας .

6.1.2 Διαχείριση της ενεργειακής ζήτησης: στόχοι και πολιτικές κινήτρων

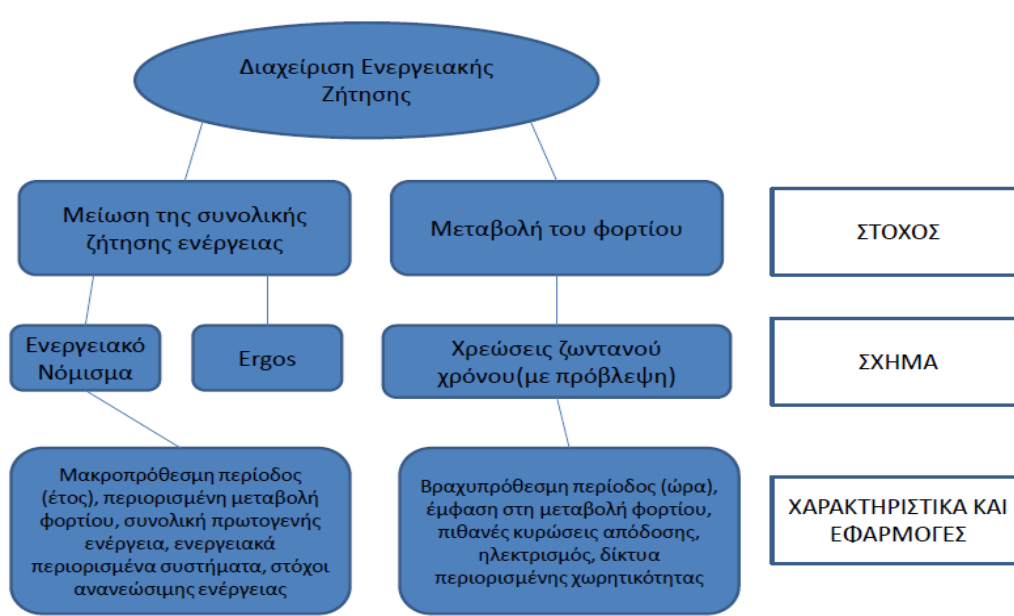
Το συμπληρωματικό νόμισμα με βάση την ενέργεια αποτελεί από τη φύση του έναν μηχανισμό απονομής κινήτρων για την καλύτερη διαχείριση της ενέργειας. Γενικότερα, η διαχείριση της ζήτησης της ενέργειας μπορεί να δομηθεί με βάση τους 2 παρακάτω στόχους:

1. Τη συνολική μείωση της ζήτησης.

2. Τη μεταβολή του φορτίου για τη συμμόρφωση του με τους περιορισμούς του δικτύου.

Συνήθως, οι πολιτικές για τη συνολική μείωση της ζήτησης υποθέτουν την ύπαρξη μεγάλης πλεονάζουσας παραγωγικής ικανότητας συνδεδεμένης στο δίκτυο αναπαριστώντας έτσι ένα βραχυπρόθεσμο περιορισμό. Το τελευταίο είναι πιο ανταγωνιστικό για δίκτυα που είναι συνδεδεμένα σε διεσπαρμένη παραγωγή και έχουν περιορισμένη ή πολύ ακριβή χωρητικότητα για αποθήκευση παρά για αυτά που τροφοδοτούνται άμεσα από ενέργεια από ορυκτά καύσιμα. Ενώ μπορεί να φαίνεται με μία πρώτη ανάγνωση ότι οι στόχοι διαφέρουν μόνο ως προς το χρονοδιάγραμμά τους, στην ουσία είναι αντικρουόμενοι. Πιο συγκεκριμένα, τα κίνητρα για τη μεταβολή του φορτίου μπορεί να ενισχύσουν τη χρήση λιγότερο αποδοτικών μηχανισμών όπως την αποθήκευση ενέργειας όταν οι τιμές είναι χαμηλές με την ακούσια συνέπεια της αύξησης της συνολικής ενεργειακής ζήτησης στο σύστημα [6.3].

Ο όγκος των προσπαθειών πρόσφατα προς την ανάπτυξη των έξυπνων δικτύων αποσκοπεί την επίτευξη των στόχων της μεταβολής του φορτίου παρά τη μείωση της συνολικής ζήτησης ενέργειας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα στις εφαρμογές των έξυπνων δικτύων να χρησιμοποιούνται ως κίνητρα οι ζωντανές χρεώσεις και ο άμεσος έλεγχος των συσκευών. Από την άλλη, η συνολική διαχείριση της ενέργειας απαιτεί κάποιου είδους μέσου συναλλαγής [6.4]. Όλα τα παραπάνω αναλύονται και σχηματικά παρακάτω:



Εικόνα 19: Σχέσεις μεταξύ των στόχων για τη διαχείριση της ενεργειακής ζήτησης και των κινήτρων που μπορούν να δοθούν [6.4]

Με βάση την παραπάνω περιγραφή, στο παρακάτω κομμάτι του κεφαλαίου αυτού αναπτύσσεται και αναλύεται η θεώρηση του ενεργειακού νομίσματος, ενός εργαλείου το οποίο περικλείει όλα τα παραπάνω χαρακτηριστικά και μπορεί να λειτουργήσει μέσα στα όρια της έξυπνης ενεργειακά πόλης ως ένας μηχανισμός που θα συνεισφέρει στην επίτευξη της βιώσιμης ενεργειακής μετάβασης.

6.2 Ιστορική Αναδρομή

Η θεωρητική προοπτική του ενεργειακού νομίσματος μελετήθηκε πρώτα από τον Scott το 1933 [6.5], υπό την οπτική γωνία του να συμπεριλαμβάνεται η ενέργεια σε ένα καλάθι εμπορευμάτων που θα ορίζουν το χρήμα. Εναλλακτικές θεωρήσεις αργότερα, όπως αυτή του Douthwaite το 1999 με τη θεώρηση των ECBU [6.6], του Lietaer το 2001 [6.7] που αναφερόταν στα Terra και τα Turnbull του Benello το 1989 [6.8] αντανakλούν αυτή την αρχική θεώρηση, αφού προτείνουν ότι πέρα από μια αυθαίρετη αξία για την ενέργεια, πρέπει να ορίζεται μία συσχέτιση ανάμεσα στην ποσότητα του χρήματος και στην παραγωγή ενέργειας. Ουσιαστικά, οι θεωρήσεις αυτές οδηγούν και συντελούν σε ένα καθολικό νόμισμα, που θα αντικαταστήσει ολόκληρο το συμβατικό εκάστοτε νομισματικό σύστημα και που θα μπορούσε να εκδοθεί μόνο από τις κυβερνητικές αρχές. Ο υπολογισμός της ενέργειας για το ενεργειακό νόμισμα θα πραγματοποιούταν σε μία ευρεία κλίμακα χρησιμοποιώντας εκτιμήσεις για την παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας.

Αντιθέτως με την παραπάνω θεώρηση όπου η χρηματική προμήθεια είναι συνδεδεμένη με την ενεργειακή διαθεσιμότητα αλλά τα χρήματα αυτά καθ'αυτά δεν είναι άμεσα εξαγοράσιμα, τα ενεργειακά νομίσματα που περιγράφονται παρακάτω ανταλλάσσονται με βάση την πραγματική ενέργεια που αναπαριστούν. Τέτοια ενεργειακά νομίσματα μπορούν να λειτουργούν ωστόσο μόνο ως συμπληρωματικά νομίσματα ταυτόχρονα δηλαδή με το συμβατικό χρηματοπιστωτικό σύστημα της εκάστοτε περιοχής. Ο Collins το 2012 [6.9] παρουσιάζει ένα πλήθος τέτοιων νομισμάτων που προσπαθούν να υποστηρίξουν μία ποσότητα των ενεργειακών αναγκών σε τοπικό επίπεδο, με έμφαση στη χρηματοδότηση έργων ανανεώσιμης ενέργειας. Αυτές είναι μικρές, κλίμακας κοινότητας, προσπάθειες υποστήριξης

κατασκευής τέτοιων έργων εκδίδοντας πιστώσεις που βασίζονται σε μελλοντική παραγωγή ενέργειας. Αυτές οι πιστώσεις μπορούν να κυκλοφορούν ως τοπικό νόμισμα και να εξαγοράζονται σε αντάλλαγμα με ενέργεια ή με άλλα αγαθά. Ο υπολογισμός της ενέργειας σε ένα τέτοιο σύστημα πρέπει να αντανακλά με ακρίβεια το καθαρό ενεργειακό διαθέσιμο για τον τελικό χρήστη υπολογίζοντας ακόμα απώλειες μετάδοσης και διεργασίας. Οι πιστώσεις εκδίδονται με βάση την πραγματική ενεργειακή παραγωγή. Εξ ορισμού, οι πιστώσεις ενέργειας παραιτούνται όταν χρησιμοποιούνται σε αντάλλαγμα ενέργειας και για αυτό πρέπει να εκδίδονται συνεχώς για να αντιστοιχούν στο ρυθμό παραγωγής ενέργειας. Αυτή η σύνδεση ανάμεσα στις ενεργειακές χρήσεις και στην έκδοση πιστώσεων μπορεί να μοχλεύεται για να υποστηρίξει αυστηρές βραχυπρόθεσμες και μεσοπρόθεσμες ενεργειακές διαχειρίσεις.

6.3 Κατηγοριοποίηση Ενεργειακών Νομισμάτων

Τα ψηφιακά νομίσματα είναι μέρος της αναπτυσσόμενης οικογένειας εναλλακτικών νομισμάτων. Ο Collins [6.9] παρέχει μία σφαιρική εικόνα μίας μεγάλης και πολυποίκιλης ποσότητας ηλεκτρονικών νομισμάτων και προτάσεων και πρόσφατες δημοσιεύσεις όσον αφορά το ζήτημα αυτό είναι διαθέσιμες από το πρώτο τοπικό συνέδριο, το ISTC που έγινε το 2012 [6.10]. Οι εφαρμογές και οι πιστώσεις κάθε ενεργειακού νομίσματος μπορεί να διαφέρουν σημαντικά τόσο στην ενσωμάτωση, στο πεδίο εφαρμογής αλλά και στην προοπτική τους για τη βιώσιμη ενεργειακή μετάβαση. Προκειμένου να υπάρξει ένα γενικότερο πεδίο ορισμού των ενεργειακών νομισμάτων, δημιουργείται παρακάτω μία μορφή κατηγοριοποίησης τους με βάση τις κύριες παραμέτρους τους. Με βάση το μοντέλο και τις θεωρήσεις του Collins [9], αναγνωρίζονται τα παρακάτω χαρακτηριστικά που ορίζουν τη σχέση των ενεργειακών νομισμάτων με την πραγματική ενέργεια και το οικονομικό σύστημα:

- **Στόχος:** Ο βασικός σκοπός της εισαγωγής ψηφιακών νομισμάτων μπορεί να είναι η χρηματοδότηση ενεργειακών έργων, η βραχυπρόθεσμη διαχείριση της ενέργειας ή η μακροπρόθεσμη ευθυγράμμιση ανάμεσα στο οικονομικό και στο βιοφυσικό σύστημα, αλλά και στο περιβάλλον.

- **Αναφορά:** Το ερώτημα για το αν το ψηφιακό αυτό νόμισμα αναφέρεται στους ενεργειακούς πόρους και μπορεί να εξαργυρωθεί για ενέργεια στην ονομαστική της αξία, δημιουργώντας την ενεργειακή πίστωση, ή αν το νόμισμα αναφέρεται στους ενεργειακούς πόρους αλλά δεν είναι άμεσα εξαργυρώσιμο.
- **Πεδίο εφαρμογής:** Τα ψηφιακά ενεργειακά νομίσματα εκδίδονται με βάση την ενέργεια από τις ανανεώσιμες πηγές ή τα ορυκτά καύσιμα, αλλά είτε και συνδυασμό και των δύο. Για τα νομίσματα που αναφέρονται στην ενέργεια, η ενέργεια αυτή πρέπει να είναι μετρήσιμη ποσότητα, να μπορεί να διανεμηθεί αλλά και να ανταλλαχθεί. Το πεδίο εφαρμογής των ενεργειακών νομισμάτων μπορεί να επεκταθεί σε όλες τις ενεργειακές πηγές (συμπεριλαμβανομένων της τροφής και της παραδοσιακής βιομάζας).
- **Λογιστική:** Τα ψηφιακά νομίσματα μπορούν να αναπαριστούν πρωτογενή ενέργεια σε επίπεδο παραγωγής ή εξόρυξης, τελική ενέργεια σε καταναλωτικό επίπεδο και μπορούν να προσαρμόζονται ως ενέργεια ή απλά να χρησιμοποιούνται ως θερμική αξία.
- **Χρονοδιάγραμμα:** Μπορούν να υπολογίζονται με βάση μόνο τις παρούσες ενεργειακές ροές ή και να υπολογίζονται και εκτιμώνται με βάση προβλεπόμενη μελλοντική παραγωγή.
- **Κλίμακα:** Τα ενεργειακά νομίσματα μπορεί να αναπαριστούν ένα μέρος από την ενεργειακή χρήση όλου του κοινωνικού συνόλου ή ακόμα και το σύνολο όλης της χρήσης. Σε επίπεδο χωρικής εφαρμογής, το ενεργειακό νόμισμα σχεδιάζεται για να μπορεί να προσαρμοστεί τόσο σε τοπικό, εθνικό ή και διεθνές επίπεδο.
- **Συναλλαγές:** Το ψηφιακό ενεργειακό νόμισμα χρησιμοποιείται τόσο για τις ενεργειακές χρήσεις και υπηρεσίες, αλλά η αξία του μπορεί στο μέλλον να καλύπτει και τη μη ενεργειακή συνιστώσα αυτών.
- **Διακυβέρνηση:** Η αρχιτεκτονική του ελέγχου και της διοίκησης του συστήματος του ψηφιακού ενεργειακού νομίσματος μπορεί να ελέγχεται κεντρικά ή να εκδίδεται σε μία βάση άμεσης επαφής υπό την επίβλεψη όμως. Αναλόγως την κλίμακα εφαρμογής, εθνικές κυβερνήσεις, δήμοι, οργανισμού αλλά και τα ίδια τα άτομα μπορούν να κινητοποιούνται για να διασφαλίζουν την έκδοση και τη ρύθμιση των ενεργειακών νομισμάτων.

6.4 Εκτονώνοντας την ενεργειακή παγίδα: ενεργειακά νομίσματα και η βιώσιμη ενεργειακή μετάβαση

Οι διαφορετικές εκδοχές ψηφιακών νομισμάτων έχουν σημαντικό ρόλο να διαδραματίσουν στην επίτευξη της βιώσιμης ενεργειακής μετάβασης. Ο απλούστερος ρόλος τους έχει να κάνει με τη χρηματοδότηση σχεδίων μετάβασης που είναι εύκολο να εφαρμοστούν και ως τέτοια τα νομίσματα αυτά παρέχουν εργαλεία για:

1. Τη χρηματοδότηση έργων ανανεώσιμης ενέργειας.
2. Την εξοικείωση των κοινοτήτων με τη δυνατότητα απόδοσης αξίας στην ενέργεια.

Αυτά τα συστήματα, παρ' όλα αυτά, δεν έχουν μηχανισμούς υποστήριξης για να προσαρμόζουν το ρυθμό βιώσιμης μετάβασης ούτε περιορίζουν την έκδοση χρέους στην παραγωγική χωρητικότητα της οικονομίας. Είναι πολύ σημαντικό, για μία τοπική ή εθνική προσπάθεια μετάβασης ένα ψηφιακό νόμισμα να μπορεί να περικλείει όλη την ενεργειακή χρήση. Τόσο τα ενεργειακά πιστωτικά συστήματα όπως το ergo, που καλύπτει όλες τις άμεσες ενεργειακές εισροές στην οικονομία ή το TEQ, που καλύπτει όλες τις εισροές ορυκτών καυσίμων, καθίστανται χρήσιμες επιλογές.

Και τα δύο αυτά συστήματα είναι σχεδιασμένα με ένα αυτοπροσαρμοσμένο μηχανισμό αγοράς για να παρέχουν συνεχή υποστήριξη στην οικονομία με έμφαση στο αν η άμεση ενεργειακή χρήση (μόνο η ορυκτή στην περίπτωση του TEQ) είναι σε σύμπνοια με τη στοχευόμενη ή διαθέσιμη ενεργειακή χωρητικότητα. Κατά συνέπεια, επιπροσθέτως της διαχείρισης της κατανάλωσης ενέργειας, υπάρχει άμεσο κίνητρο για δημιουργία τοπικής ανανεώσιμης προμήθειας σε σημείο να επιτυγχάνεται τοπική βιώσιμη ενεργειακή μετάβαση. Με αυτό τον τρόπο, οι ενεργειακοί στόχοι για μία ενεργειακή προμήθεια βασισμένη σε ανανεώσιμες πηγές δεν απεμπλέκονται από την οικονομία αυτοί καθ' αυτοί. Ενώ τα TEQs είναι μόνο σχεδιασμένα να διαχειρίζονται τη σταδιακή κατάργηση των ορυκτών καυσίμων, το σύστημα του Ergo ακόμα παρέχει ενεργούς υποστηρικτικούς μηχανισμούς για να επιτευχθεί η ενεργειακή διαχείριση σε μία οικονομία ενεργειακής ροής, συγκεκριμένα προσαρμόζοντας τον κύκλο έκδοσης και την ημερομηνία λήξης των ergos στην ασύμμετρη αγορά [6.11].

Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα της έννοιας του ψηφιακού ενεργειακού νομίματος είναι η ικανότητα του να είναι περιλαμβάνει όλα τα είδη ενέργειας σε μακροπρόθεσμο επίπεδο και να είναι αυτοπροσαρμοσμένο ύστερα από τη χρονική στιγμή εκκίνησής τους. Παρ' όλα αυτά, η έλλειψη συναφών πολιτικών και μηχανισμών απαιτούν επιπλέον καθοδήγησης και παρέμβασης στον τομέα των περιβαλλοντικών στόχων, και σαφώς απαιτείται ακόμα χρόνος προκειμένου τα ψηφιακά νομίματα να αφομοιωθούν από τις κοινωνίες και να αποδώσουν τα πλεονεκτήματά τους [6.11].

6.4.1 Χαρακτηριστικά κοινοτήτων που υιοθετούν το ενεργειακό νόμισμα

Στο θέμα της υιοθεσίας, κύριοι υιοθετητές των ενεργειακά πιστωτικών συστημάτων μπορεί να είναι κοινότητες με σφιχτούς ενεργειακούς περιορισμούς και εύκολη πρόσβαση σε πηγές ανανεώσιμης ενέργειας. Αυτές οι κοινότητες ιδανικά θα πρέπει να έχουν καθορισμένα όρια, να είναι εισαγωγείς ορυκτών καυσίμων, να έχουν εύκολη πρόσβαση σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και να έχουν θέσει σφιχτούς ενεργειακούς στόχους για να επιτύχουν στο επόμενο χρονικό διάστημα. Όσον αφορά το τεχνολογικό επίπεδο και υπόβαθρό τους, πρέπει να διαθέτουν ή να σχεδιάζουν να αναπτύξουν ένα έξυπνο δίκτυο καθώς επίσης και απαιτείται ο πληθυσμός τους να είναι εξοικειωμένος με τις νέες τεχνολογικές εξελίξεις και να είναι ευαισθητοποιημένος όσον αφορά το ζήτημα της ενέργειας και της κλιματικής αλλαγής [6.12].

Ο Σγουρίδης μαζί με τον Kennedy ανέπτυξαν τη θεώρηση του ψηφιακού νομίματος του Ergo για να εφαρμοστεί αυτό στην πόλη της Mazdar η οποία έχει αναλυθεί παραπάνω. Ακόμα, κοινότητες όπως η Zug στην Ελβετία συμμετέχουν σε ένα διάλογο για το αν θα κατευθυνθούν στη δημιουργία μίας κοινωνίας των 2000W. Η θεώρηση υποστηρίζει ότι οι δυτικές κοινωνίες πρέπει να συγκλίνουν προς την εκτιμώμενη μέση κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κατά κεφαλή, που αντιπροσωπεύει το 70% της μείωσης της υπάρχουσας κατανάλωσης ενέργειας στην Ελβετία. Η Ευρωπαϊκή Ένωση όπως και δήμοι υπό τη Σύνοδο των Δημάρχων επιχειρηματολογούν για τη θέσπιση υψηλότερης διείσδυσης ανανεώσιμων στόχων ενέργειας στο μέλλον. Κάθε είδους τέτοιου στόχου, από 20% και 30% ως 100% μόλις γίνει δέσμευση, τοποθετεί ένα όριο στην πραγματική ενέργεια που είναι διαθέσιμη για κατανάλωση βασισμένη στη

χωρητικότητα παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας (υπάρχουσας ή αναμενόμενης) και για αυτό μπορούν να υποστηριχθούν από κάθε ενεργειακά πιστωτικό σύστημα [6.12].

Βιβλιογραφία 6^{ου} Κεφαλαίου

1. Net!Works European Technology Platform. 2011. Expert Working Group on Smart Cities Applications and Requirements. White Paper.
2. "Enabling Local Authorities to Produce Short-Term Energy Plans: A Multidisciplinary Decision Support Approach", *Management of Environmental Quality Journal*, Vol. 27 Iss 2, pp. 146 - 166, 2016
3. Fleming, D. (2005), *Energy and the Common Purpose: Descending the Energy Staircase with Tradable Energy Quotas (TEQs)* (London: The Lean Economy Connection).
4. Sgouridis, S., and Kennedy, S. (2010), 'Tangible and Fungible Energy: Hybrid Energy Market and Currency System for Total Energy Management. A Masdar City Case Study', *Energy Policy*, 38 (4) (April): 1749–1758, doi:10.1016/j.enpol.2009.11.049.
5. Scott, H. (1933). Technology smashes the price system. *Harper's Magazine* 166, 129–144.
6. Douthwaite, R. (1999). *The Ecology of Money*. Totnes: Green Books.
7. Lietaer, B. A. (2001). *The Future of Money: A New Way to Create Wealth, Work and a Wiser World*. London: Random House.
8. Benello, C. G., Swann, R. S., Turnbull, S., and Morehouse, W. (1989). *Building Sustainable Communities: Tools and Concepts for Self-Reliant Economic Change*. TOES Books.
9. Collins, J. R., Schuster, L., and Greenham, T. (2012). *Energising Money: An Introduction to Energy Currencies and Accounting*. London: New Economics Foundation.
10. ISTC. (2012). "Tesla energy currency conference proceedings," in *Energy as the Fundamental Measure of Price, Cost and Value*. Split.
11. <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fenrg.2014.00008/full>
12. Sgouridis, S., and Kennedy, S. (2010), 'Tangible and Fungible Energy: Hybrid Energy Market and Currency System for Total Energy Management. A Masdar City Case Study', *Energy Policy*, 38 (4) (April): 1749–1758, doi:10.1016/j.enpol.2009.11.049.

Κεφάλαιο 7

Παραδείγματα Ενεργειακών Νομισμάτων και Ενσωμάτωση τους στις Έξυπνες Πόλεις

7.1 Εισαγωγή

Η θεώρηση που αναλύθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο σχετικά με το ψηφιακό ενεργειακό νόμισμα έχει αρχίσει ήδη να υλοποιείται σε ορισμένες περιπτώσεις. Το ενεργειακό νόμισμα είναι ένα από τα εργαλεία και μέσα που μπορούν να διευκολύνουν τη βιώσιμη ενεργειακή μετάβαση και χρόνο με το χρόνο κερδίζει όλο και πιο πολύ προσοχή πάνω του. Παρακάτω, περιγράφονται και αναλύονται ορισμένα από τα ενεργειακά νομίσματα που υπάρχουν αυτή τη στιγμή στην αγορά, με έμφαση στο ψηφιακό νόμισμα Ergo, στο οποίο γίνεται πλήρης ανάλυση της θεώρησης του και του μέσου εφαρμογής του.

Οι πόλεις οι οποίες έχουν θέσει σκληρούς ενεργειακούς περιορισμούς για το μέλλον τους προσπαθούν να τους επιτύχουν μέσω διαφόρων προσεγγίσεων, όπως κινήτρων για αύξηση της διείσδυσης της ανανεώσιμης ενέργειας στο δίκτυο καθώς και της ενεργειακής απόδοσης, χωρίς όμως να ενδιαφέρονται για τη διαφάνεια των διαδικασιών και για το αν οι προσεγγίσεις αυτές είναι βιώσιμες για τον τελικό καταναλωτή. Το κενό αυτό που δημιουργείται αναπαριστά την ανάγκη για ένα μηχανισμό που προσδίδει διαφάνεια στην κατανάλωση ενέργειας, ελαστικότητα για την παροχή κινήτρων αναλόγως τη συμπεριφορά του καταναλωτή αλλά και που είναι ακόμα ευέλικτο και λειτουργικό για να επιτρέπει την ίση και δίκαιη ικανοποίηση των ατομικών προτιμήσεων ή και των ενεργειακών απαιτήσεων. Η έκδοση ενός συμπληρωματικού νομίσματος που θα συνδέεται άμεσα με την ενεργειακή διαθεσιμότητα είναι ένα μέσο που θα μπορούσε να σχεδιασθεί για να αντιμετωπίσει τις ανάγκες αυτές. Ακόμα, για περιοχές ή πόλεις όπου η ρευστότητα αποτελεί σοβαρό πρόβλημα, ένα ενεργειακό νόμισμα έχει την προοπτική να αποτελέσει μία επιτυχημένη εναλλακτική καθώς μπορεί να συναλλαχθεί άμεσα σε κάτι παρόμοια αξίας όπως την ενέργεια.

Προτού γίνει ανάλυση των ενεργειακών που χρησιμοποιούνται σήμερα, περιγράφονται δύο συστήματα που θα μπορούσαν να θεωρηθούν ως πρόδρομοι των σημερινών ενεργειακών νομισμάτων.

- ***Kilowatt Cards***

Πρόκειται για υλικές κάρτες που λειτουργούν ως έγγραφες εγγυήσεις παροχής ηλεκτρικής ενέργειας σε kWh από εταιρείες ηλεκτρισμού. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως κάρτες δώρου ή ακόμα και σε συναλλαγές, αποδίδοντας έτσι στην ενέργεια την ιδιότητα ανταλλάξιμου αγαθού. Οι κάρτες αυτές δεν παρέχονται απευθείας από τους παρόχους ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά η εξαργύρωση τους γίνεται μόνο μέσω συγκεκριμένου ιστότοπου [7.1]. Κάθε κάρτα διαθέτει ένα μοναδικό εξαψήφιο κωδικό που απαιτείται για την εξαργύρωση της. Ο ίδιος κωδικός χρησιμοποιείται επίσης για να επικυρώσει την αυθεντικότητα της. Η επικύρωση γίνεται και αυτή μέσω του ίδιου ιστότοπου και μετά από αυτή ο κωδικός της κάρτας τροποποιείται. Ο νέος κωδικός δημιουργείται από τα τέσσερα τελευταία ψηφία του παλαιού και δύο νέα που δημιουργούνται αυτόματα από την εφαρμογή επικύρωσης. Έτσι ο αποδέκτης μιας τέτοιας κάρτας σε μια συναλλαγή μπορεί όχι μόνο να βεβαιωθεί για τη γνησιότητα της, αλλά και να είναι ο μοναδικός κάτοχος του νέου κωδικού της μετά τη συναλλαγή. Επίσης, με αυτό τον τρόπο για κάθε κάρτα είναι δυνατός απεριόριστος αριθμός επικυρώσεων [7.1]. Αφού ο κάτοχος μίας κάρτας συμπληρώσει τα στοιχεία του και προχωρήσει σε εξαργύρωση της, αποστέλλονται στην κατάλληλη εταιρεία παροχής ηλεκτρισμού οι ανάλογες πληρωμές, οι οποίες βέβαια διαφέρουν ανά εταιρεία, καθώς εξαρτώνται από το κόστος χρέωσης της kWh στους πελάτες.

- ***Πιστοποιητικά Ανανεώσιμης Ενέργειας (Renewable Energy Certificates – RECs)***

Τα RECs χρησιμοποιούνται προς το παρών αποκλειστικά στις Ηνωμένες Πολιτείες και αποτελούν αποδείξεις παραγωγής μίας MWh ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και τροφοδότησης της στο δίκτυο. Είναι ανταλλάξιμα και αντιπροσωπεύουν ουσιαστικά τις περιβαλλοντικές ιδιότητες της ενέργειας που παρήχθησαν από ανανεώσιμες πηγές, ενώ πωλούνται ξεχωριστά από την εμπορεύσιμη ηλεκτρική ενέργεια [7.2]. Αυτό σημαίνει ότι η παραχθείσα ηλεκτρική ενέργεια πωλείται σα να έχει προκύψει από μη ανανεώσιμες πηγές και στη συνέχεια παρέχονται οι κατάλληλες αμοιβές ως RECs προς τον παραγωγό. Η κατοχή ενός REC από ένα ιδιώτη μπορεί να μεταφραστεί στο ότι εκείνος έχει αγοράσει ανανεώσιμη ενέργεια. Υπάρχουν επίσης και RECs που προέρχονται αποκλειστικά από παραγωγή ηλιακής ενέργειας και ονομάζονται Solar RECs (SRECs).

Τα RECs αποτελούν ουσιαστικά ένα κίνητρο χρήσης πηγών μηδενικών εκπομπών άνθρακα, δίνοντας πρακτικά επιδοτήσεις στις παραγωγές που χρησιμοποιούν ανανεώσιμες πηγές, σε αντίθεση με τα κλασικά προγράμματα επιβολής προστίμων σε παραγωγές με αυξημένες εκπομπές άνθρακα. Είναι ευρέως αποδεκτό από τις πολιτείες των ΗΠΑ ότι τα RECs μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να παρακολουθούν την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στο δίκτυο αλλά και να εκτελούν συναλλαγές με αυτή [7.3]. Οι συναλλαγές αυτές γίνονται με συμβόλαια που προσδιορίζουν τον παραγωγό και τον αγοραστή.

7.2 ERGO: ένα ψηφιακό νόμισμα για τις ενεργειακά περιορισμένες κοινωνίες

Ο Σγουρίδης και ο Kennedy το 2010 [7.4] αναπτύξανε τη λογική του ergo για να απευθυνθούν στις ανάγκες των αστικών κοινωνιών που απαιτούν αυστηρό ενεργειακό λογαριασμό προκειμένου να παραμείνουν εντός ενός συγκεκριμένου προϋπολογισμού ενέργειας και εκπομπών ρύπων. Το σύστημα αυτό οραματίστηκε να εκκινήσει ως ένα ενεργειακά πιστωτικό σύστημα για να υποστηρίξει τον ενεργειακό λογαριασμό και για να ικανοποιηθούν οι ενεργειακοί στόχοι σε αστικές περιοχές. Οι πόλεις είναι ιδανικές για να είναι οι πρώτες που θα υιοθετήσουν το σύστημα αυτό όχι μόνο λόγω του ποσοστού πρωτογενούς ενεργειακής κατανάλωσης αλλά και των στόχων καθαρής ενέργειας που έχουν θέσει, αλλά επειδή έχουν την πληθυσμιακή πυκνότητα και την πολυδιάστατη οικονομική βάση που επιτρέπει για μία αλλαγή να συμβεί με ένα συμπληρωματικό νόμισμα. Ακόμα, στις πόλεις έχει ήδη εκκινήσει η διαδικασία εγκατάστασης υποδομών έξυπνων δικτύων συμβατά με το ergo και τη λογική του που μπορούν οργανικά να εξελίξουν τις δομές για να το υποστηρίξουν [7.5].

Όσο το σύστημα θα εγκαθίσταται και εφαρμόζεται, είναι αναμενόμενο η κοινωνία να επεκτείνει τη χρήση του για να πραγματοποιεί και μη ενεργειακές συναλλαγές, μετατρέποντας έτσι το ergo ως τη νομισματική μονάδα που θα έχει άμεση και αδιάβλητη συσχέτιση με μία μονάδα ενέργειας όπως για παράδειγμα την kWh, κάνοντας το πλήρες νομισματικό συμπλήρωμα. Παρακάτω αναλύονται τα χαρακτηριστικά που διέπουν ένα τέτοιο σύστημα ψηφιακού νομίσματος [7.5].

- **Κάλυψη συναλλαγών**

Το σύστημα του Ergo είναι σχεδιασμένο να καλύπτει την ενεργειακή συνιστώσα των συναλλαγών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, ακόμα και για συναλλαγές που είναι αμιγώς ενεργειακές (ηλεκτρισμός ή κατανάλωση ζεστού νερού), η μη ενεργειακή συνιστώσα που απαιτείται να πρέπει να καλύπτεται από το συμβατικό νόμισμα μέχρι το σύστημα να γενικευτεί αρκετά έτσι ώστε η χρησιμότητα να πληρώνει τους μισθούς των εργαζομένων σε ergos. Αρχικά, οι συναλλαγές που θα καλύπτονται θα είναι οι ενεργειακές όπως ο ηλεκτρισμός, η θέρμανση και η ψύξη του νερού και οι μεταφορές. Το εύρος των υπηρεσιών που μπορούν να καλυφθούν με τη χρήση του Ergo συμπεριλαμβάνει [7.5]:

1. Ηλεκτρική Ενέργεια
2. Κλιματισμός
3. Παροχή νερού
4. Αστικές συγκοινωνίες
5. Διαχείριση ρύπων
6. Λοιπές κοινόχρηστες υπηρεσίες

- **Έκδοση ergos**

Τα ergos, στην απλούστερη τους μορφή, χαρακτηρίζονται με βάση την ποσότητα της συνολικής πρωτογενούς ενέργειας που είναι διαθέσιμη στην εκάστοτε κοινωνία και ικανοποιεί τους στόχους της σε παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας. Η κοινωνία εκτιμά την ποσότητα της ενέργειας που θα παραχθεί σε κάθε λογιστική περίοδο η οποία συνήθως είναι το έτος.

- **Κατανομή ζήτησης και περίοδος λήξης**

Αφού η επιθυμητή ποσότητα ergos έχει εκδοθεί μέσα σε μια ορισμένη και συγκεκριμένη λογιστική περίοδο, οι πιστώσεις αυτές πρέπει να κατανεμηθούν μέσα στην ίδια περίοδο και σε όλους τους χρήστες. Η χρονική κατανομή θα μπορούσε στην πραγματικότητα να αντιστοιχεί στο μοτίβο της ζήτησης (υψηλότερη κατανομή κατά τη διάρκεια της μέγιστης ζήτησης μέσα στο έτος) αν υπάρχει άφθονη πλεονάζουσα χωρητικότητα, αλλά θα έπρεπε να αντιστοιχεί και στην προσφορά αν η εφαρμογή θα

ήταν για ένα αυτόνομο αστικό σύστημα. Ένας παράγοντας που περιπλέκει την χρονική κατανομή είναι η ημερομηνία λήξης, ένα στοιχείο εφάμιλλο στα *ergos*. Οι λόγοι καθορισμού ημερομηνίας λήξης είναι πολλοί με χαρακτηριστικότερους [6]:

1. Η ανανεώσιμη ενέργεια είναι ακριβή να αποθηκεύεται για μακρές περιόδους: αυτό μπορεί να είναι λιγότερο σημαντικό για περιπτώσεις υψηλής διεύθυνσης ορυκτών καυσίμων ή φθηνής αποθήκευσης.
2. Οι ψυχολογικοί λόγοι μελλοντικής εξόφλησης: είναι απίθανο οι χρήστες που τους δίνεται το ετήσιο μερίδιο σε *ergos* να είναι ικανοί να προβλέπουν και να σχεδιάζουν την κατανάλωσή τους στο τέλος του χρόνου, αυξάνοντας έτσι την πιθανότητα για ελλείψεις στο τέλος του χρόνου, που θα μπορούσε να γίνει καλύτερα με ημερήσια ή εβδομαδιαία κατανομή.
3. Ένα υποτιμημένο νόμισμα παρέχει το κίνητρο για πρόωρη χρήση παρά για εγκράτεια.

Η κατανομή ανάμεσα στους χρήστες θα πρέπει να είναι ισότιμη ή να ακολουθεί ένα σύστημα εγγραφής με συγκεκριμένες κατηγορίες.

- ***Καθορισμός τιμής: η ασύμμετρη αγορά των *ergos****

Το κλειδί στην επιτυχία κάθε προσπάθειας διαχείρισης της ζήτησης είναι η ικανότητα να αντιμετωπίζεται κάθε στιγμιαία ανάγκη με την επιθυμητή απόληξη. Στη συγκεκριμένη περίπτωση η παραμονή μέσα σε ένα προκαθορισμένο ενεργειακό προϋπολογισμό. Κάθε χρήστης έχει δύο λογαριασμούς, έναν με *ergos* και έναν με το συμβατικό νόμισμα. Καθώς ο χρήστης καταναλώνει τα *ergos* για τις ενεργειακές δραστηριότητες μέσα στην περίοδο χρήσης η συσσωρευτική κατανάλωση εγγράφεται σε μία ασύμμετρη αγορά που λειτουργείται από έναν κεντρικό διαχειριστή. Όσο η συσσωρευμένη και συνολική προσφορά αντιστοιχούν στο αναμενόμενο προφίλ ζήτησης τότε η τιμή των *ergos* παραμένει σταθερή. Καθώς όμως υπάρχουν αποκλίσεις μεταξύ προσφοράς και ζήτησης η τιμή δεν μπορεί να είναι σταθερή, αλλά αντιθέτως παρουσιάζει διακυμάνσεις. Ο ατομικός λογαριασμός κάθε χρήστη είναι προσβάσιμος και ελέγξιμος μέσω ενός διαδικτυακού προγράμματος που παρέχει πληροφορίες μέσα από τα έξυπνα τηλέφωνα, προσδίδοντας διαφάνεια. Ο χρήστης έχει ολοκληρωμένη πρόσβαση σε πληροφορίες παρόντων ή παρελθόντων τιμών ενώ η ισορροπία των

ergos μπορεί να θέσει ένα επίπεδο εμπορίας για όταν οι τιμές αυξηθούν πάνω από μια προκαθορισμένη τιμή. Σε αυτή την περίπτωση, τα ergos του λογαριασμού του χρήστη πουλιούνται στην αγορά και η χρηματική τους τιμή εναποτίθεται στο λογαριασμό του χρήστη. Αυτό που μετατρέπει την αγορά σε ασύμμετρη είναι το γεγονός ότι ο χρήστης δε μπορεί να αγοράσει ergos χωρίς αμέσως να τα αφαιρέσει από μια ενεργειακή διαδικασία. Σε αυτή την περίπτωση, υπάρχει μια επιλογή για τα ergos που θα οδηγήσει στη λήξη τους όταν οι τιμές μειωθούν. Αν ο λογαριασμός του χρήστη αδειάσει από ergos, τότε θα πρέπει να αγοράσει ergos στην τιμή της αγοράς μέχρι να εκκινήσει η νέα περίοδος κατανομής πιστώσεων [7.5].

- ***Χρέη σε ergos***

Σε περίπτωση που ο αρχικός προϋπολογισμός ήταν αρκετά αισιόδοξος, η ζήτηση των χρηστών μπορεί να ωθήσει τις τιμές των ergos να αποκτήσουν ανοδική τάση μέχρι το σημείο που δε θα είναι οικονομικώς βιώσιμη η αγορά τους. Σε αυτή την περίπτωση, ergos μπορεί να εκδοθούν σε μία βάση χρέους για να θέσουν αποτελεσματικά ένα ανώτερο όριο στην τιμή τους. Αφού η έκδοση τους είναι μία διαφανής διαδικασία, αυτή η ενεργητική ισορροπία είναι μία ένδειξη της βιωσιμότητας της κοινωνίας. Τα χρέη που έχουν δημιουργηθεί θα πρέπει να καλυφθούν σε επόμενη λογιστική περίοδο μέσω παραπάνω επενδύσεων σε ενεργειακή παραγωγή. Πέρα δηλαδή από τα ergos που κατανέμονται σε κάθε λογιστική περίοδο, που είναι τα κανονικά, υπάρχουν και τα μελλοντικά. Για να διευκολυνθεί η μακροπρόθεσμη ενεργειακή ζήτηση, τα μελλοντικά ergos μπορούν να εμπορευθούν. Αυτά είναι ergos που έχουν μελλοντική ημερομηνία ενεργοποίησης και αναπαριστούν προβλεπόμενη παραγωγή. Αντίθετα με τα ενεργά ergos, αυτά είναι συμμετρικά εμπορεύσιμα και μπορούν να λογαριαστούν. Με το που γίνουν ενεργά μετατρέπονται σε συνηθισμένα ergos. Ένας ελεγκτής μπορεί να προσαρμόζει την χωρητικότητα ελέγχοντας τις μελλοντικές τιμές των ergos [7.5].

Η βασική αρχή της έννοιας του Ergo είναι ότι πρέπει να αντανακλά όσο καλύτερα γίνεται τα βασικά χαρακτηριστικά του πραγματικού ενεργειακού συστήματος στο οποίο εμπεριέχεται. Για αυτό, ο κύριος του στόχος είναι η διαχείριση των ενεργειακών πόρων. Οι ενεργειακές πιστώσεις, τα ergos δηλαδή πρέπει να:

1. Εκδίδονται σύμφωνα με την χωρητικότητα της παροχής πρωτογενούς ενέργειας και να προσαρμόζονται για εξέργεια κάτω από καθαρούς λογιστικούς κανόνες.
2. Να λήγουν κατά τη χρήση και να έχουν μια καθορισμένη εκ των προτέρων περίοδο εγκυρότητας.
3. Να ανταλλάσσονται σε ασύμμετρες αγορές όπου οι χρήστες που έχουν υπερβεί την ποσότητα τους να μπορούν να αγοράσουν ergos στην τιμή αγοράς την περίοδο της χρήσης.

Ωστόσο, παρά τα καινοτόμα στοιχεία που χαρακτηρίζουν αυτό το ενεργειακό νομισματικό σύστημα, υπάρχουν κοινωνικοί κίνδυνοι που προκύπτουν από την εφαρμογή του. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η δυνατότητα πλήρους παρακολούθησης της κατανάλωσης ενέργειας κάθε ατόμου, όπως για παράδειγμα του τόπου και του είδους ενεργειακής δραστηριότητας του κάθε στιγμή. Ακόμα και αν τα δεδομένα αυτά είναι σχεδιασμένο να είναι γνωστά και να υφίστανται επεξεργασία αποκλειστικά και μόνο από ένα κεντρικό υπολογιστή, τίθεται το ζήτημα παραβίασης της ιδιωτικής ζωής του ατόμου, που είναι ένας σημαντικός ανασταλτικός παράγοντας [7.7].

Το σύστημα αυτό οραματίστηκε να υποστηρίζει κοινωνίες που έχουν να διατηρήσουν δεσμευτικούς ενεργειακούς περιορισμούς. Πέραν όμως από το ψηφιακό νόμισμα που καλείται ergo, έχουν αναπτυχθεί σε διάφορα σημεία του κόσμου το τελευταίο χρονικό διάστημα και άλλα ψηφιακά νομίσματα παρόμοια με το ergo που αναλύθηκε εκτενώς παραπάνω. Αυτά είναι:

- **DeKo**

Τα τελευταία χρόνια έχουν πραγματοποιηθεί προσανατολισμένες προσπάθειες σύστασης νομισματικών συστημάτων που βασίζονται στην ενέργεια έναντι των υπαρχόντων συστημάτων που είναι βασισμένα στο χρυσό (gold backed) ή στα δάνεια/χρέη (debt backed). Η βασική ιδέα πίσω από αυτό είναι ότι η σταθερότητα της χρηστικής αξίας και κατ'επέκταση της τιμής μιας μονάδας ενέργειας είναι μεγαλύτερη από ότι αυτή της τιμής του χρυσού ή των δανείων [7.8].

Ένα τέτοιο νομισματικό σύστημα που βασίζεται στην ενέργεια είναι το σύστημα DeKo (Delivered Kilowatt hours). Σε αυτό, μια νομισματική μονάδα αντιπροσωπεύει παραδοτέες kWh (κιλοβατώρες) ηλεκτρικής ενέργειας. Η κατοχή μίας ποσότητας DeKo από έναν ιδιώτη μεταφράζεται σε δέσμευση παροχής μίας ποσότητας ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο. Μια μορφή DeKo οικονομικών συναλλαγών υφίσταται ήδη ως συμφωνία ανάμεσα στους χρήστες και τις εταιρείες παροχής ηλεκτρικής ενέργειας, στις οποίες μία εταιρεία πραγματοποιεί την πώληση μελλοντικώς παραγόμενου ηλεκτρισμού σε εταιρείες μεταφοράς και διανομής έναντι μιας συμφωνηθείσας τιμής για ένα ορισμένο χρονικό διάστημα. Οι συμφωνίες αυτές είναι συμβόλαια που αντιπροσωπεύουν αξία παραδοτέας ηλεκτρικής ενέργειας, που όμως δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν από λιανικούς καταναλωτές λόγω του μεγέθους τους [7.8]. Με το παρόν σύστημα τέτοιες συναλλαγές καθίστανται δυνατές και σε μικρότερη κλίμακα.

Ορισμένα από τα νεοσυσταθέντα νομίσματα που χρησιμοποιούν το πρωτόκολλο Blockchain, το οποίο έχει αναλυθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο βασίζονται επίσης και στο DeKo σύστημα, δημιουργώντας έτσι στιβαρά συστήματα με συνδυασμό των πλεονεκτημάτων και από τα δύο χαρακτηριστικά τους. Παρακάτω περιγράφονται και αναλύονται τα σημαντικότερα από αυτά.

- ***SolarCoin***

Το SolarCoin δημιουργήθηκε το 2014 από μια ομάδα εθελοντών ως μία προσπάθεια να ευνοήσουν το περιβάλλον, που ονομάζονται SolarCoin Foundation και ανταμείβουν με Solarcoins τους παραγωγούς ηλιακής ενέργειας. Το νόμισμα αυτό αντιστοιχεί αποκλειστικά σε άτομα που διαμένουν σε κατοικίες που διαθέτουν στην οροφή τους πάνελ ηλιακής ενέργειας. Κάθε SolarCoin αντιστοιχεί σε 1 MWh (μεγαβατώρα) παραχθείσας ηλιακής ηλεκτρικής ενέργειας. Ο στόχος που τίθεται είναι η απονομή κινήτρων για την παραγωγή περισσότερης ηλιακής ενέργειας παγκοσμίως τα επόμενα 40 χρόνια μέσω της ανταμοιβής όσων την παράγουν [7.9]. Τα νομίσματα αυτά αποσκοπούν στο να μετατοπίσουν και να μειώσουν το κόστος της ενέργειας.

Αν και τα περισσότερα Blockchain πρωτόκολλα βασίζονται σε ένα αλγόριθμο που ονομάζεται Proof of Work (POW), το SolarCoin μετέβη σε εναλλακτικό αλγόριθμο, τον Proof of Stake (POS), ο οποίος στη συνέχεια μετατράπηκε σε Proof of Stake- Time

(POST) [7.10]. Οι διαφορές τους ξεφεύγουν από το εύρος της εργασίας αυτής, αλλά είναι σημαντικό ότι ο POW είναι εξαιρετικά ενοργοβόρος, σε αντίθεση με τους άλλους δύο, οι οποίοι επιλέχθηκαν ως πιο κατάλληλοι για την εξοικονόμηση πόρων και την ελάττωση της επιβάρυνσης του περιβάλλοντος. Αξίζει τέλος να σημειωθεί ότι εισόδημα σε SolarCoins μπορεί να εξασφαλιστεί όχι μόνο από την παραγωγή ηλιακής ενέργειας, αλλά επίσης και από τη συμμετοχή στη δημιουργία νέων blocks, βάσει των αρχών λειτουργίας του πρωτοκόλλου Proof of Stake- Time. Η ανταμοιβή για κάθε block προέρχεται από δασμούς στις συναλλαγές που περιέχονται σε αυτό. Σε αντίθεση με τα Blockchains που χρησιμοποιούν Proof of Work, δεν υπάρχει επιπλέον ανταμοιβή και τοποθέτηση νέου block στην υπάρχουσα σελίδα.

- **NRGcoin**

Το NRGcoin όπως και το SolarCoin σχεδιάστηκε για να προωθήσει την ανάπτυξη της παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Η παραγωγή NRGcoins γίνεται με την εισροή ανανεώσιμης ενέργειας κάθε είδους στο δίκτυο μετά από επικύρωση από κατάλληλα μετρητικά στοιχεία [7.11]. Για κάθε 1 kWh ενέργειας που παρέχεται στο δίκτυο, ο παραγωγός λαμβάνει 1 NRGcoin [7.12]. Το επιπλέον χαρακτηριστικό του νομίσματος αυτού είναι ότι οι ανταμοιβές παρόχων ανανεώσιμης ενέργειας στο δίκτυο δεν είναι στατικές αλλά μεταβάλλονται ανάλογα με τις ανάγκες του δικτύου, δίνοντας κίνητρα στους παραγωγούς- καταναλωτές να αυξήσουν ή να μειώσουν την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια, υλοποιώντας έτσι ένα λειτουργικό μοντέλο απόκρισης ζήτησης [7.12]. Έτσι, σε περιπτώσεις χαμηλής παραγωγής και υψηλής ζήτησης η ανταμοιβή σε NRGcoin της παρεχόμενης ενέργειας θα αυξηθεί και το αντίστροφο. Σημαντικά πλεονεκτήματα που προσφέρει το νόμισμα αυτό είναι:

1. Παρέχει μια μορφή επιδότησης σε εγκαταστάσεις ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, ελαττώνοντας το ρίσκο σε περίπτωση αλλαγής πολιτικής, αφού η τιμή του νομίσματος μπορεί να αλλάξει μόνο με τη θέληση της πλειοψηφίας και όχι από μεμονωμένους επενδυτές.
2. Ένα νόμισμα που δίνει στους καταναλωτές τη δυνατότητα για φθηνότερη ανανεώσιμη ενέργεια, αφού μεγαλύτερη παροχή NRGcoins θα οδηγήσει σε μείωση της τιμής του και κατά συνέπεια σε χαμηλότερο κόστος ενέργειας.

3. Λόγω της άμεσης φύσης των συναλλαγών μεταξύ ιδιωτών το NRGcoin παρέχει μεγαλύτερη ταχύτητα συναλλαγών με μηδενικά πρόσθετα κόστη συναλλαγής.
4. Προσφέρει ένα μηχανισμό που μειώνει την ανάγκη κυβερνητικής υποστήριξης αφού οι παραγωγοί και καταναλωτές παράγουν δικά τους χρήματα, μειώνοντας τον προϋπολογισμό.

- **TEQs**

Το σύστημα των TEQs είναι ένα ηλεκτρονικό σύστημα που στοχεύει στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας η παραγωγή της οποίας διαθέτει υψηλό αποτύπωμα σε εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα σε εθνικό επίπεδο. Υπάρχουν δύο λόγοι που επιτάσσουν την επίτευξη του στόχου αυτού:

1. Η διατήρηση της δίκαιης διανομής καυσίμων και ηλεκτρισμού κατά τη διάρκεια ανταγωνιστικών καιρών.
2. Η παροχή μίας μεθόδου για την εξασφάλιση της μείωσης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα σε εθνικό επίπεδο.

Σε κάθε άτομο προσφέρεται ένα ισόποσο μερίδιο μονάδων teqs κάθε βδομάδα. Άλλοι ενεργειακοί χρήστες όπως η κυβέρνηση ή οι βιομηχανίες λαμβάνουν την ποσότητα που τους αναλογεί σε δημοπρασίες ή στο εβδομαδιαίο Tender. Το συγκεκριμένο σύστημα λειτουργεί ως εξής: Όταν ο χρήστης αγοράζει καύσιμο ή ενέργεια, όπως βενζίνη για το αυτοκίνητο του, αφαιρούνται από τον λογαριασμό του τόσα teqs όσα αντιστοιχούν στην ποσότητα της ενέργειας που αγόρασε. Έτσι γίνονται οι συναλλαγές με teqs μονάδες ενώ γενικότερα οι συναλλαγές γίνονται αυτόματα, με χρήση πιστωτικών καρτών.

Όλα τα καύσιμα και η παροχή ηλεκτρισμού φέρουν ένα αποτύπωμα διοξειδίου του άνθρακα σε μονάδες. Μια μονάδα αναπαριστά ένα κιλό διοξειδίου του άνθρακα ή το ισοδύναμο σε κάποιο άλλο αέριο του θερμοκηπίου. Το αποτύπωμα αυτό ελευθερώνεται στην παραγωγή και χρήση των καυσίμων. Αν γίνει χρήση λιγότερων μονάδων από αυτών που διανέμονται σε κάθε χρήστη, αυτός μπορεί να πουλήσει το πλεόνασμα του. Αν ο χρήστης απαιτεί παραπάνω μονάδες, μπορεί να τις αγοράσει. Όλες οι συναλλαγές πραγματοποιούνται κάτω από μία εθνική τιμή, που αυξάνεται ή μειώνεται συναρτήσει της ζήτησης. Η συνολική ποσότητα μονάδων που είναι διαθέσιμες για τη χώρα ορίζεται εκ των προτέρων από τον προϋπολογισμό της. Το

μέγεθος του μειώνεται χρόνο με το χρόνο και ορίζεται από την επιτροπή κλιματικής αλλαγής, που είναι ανεξάρτητη από την κυβέρνηση. Η κυβέρνηση περιορίζεται από τα TEQs και ο ρόλος της είναι να υποστηρίξει τη χώρα στο να επιτυγχάνει τους στόχους της σε ενέργεια και διοξείδιο του άνθρακα. Τέλος, αφού η εθνική τιμή των TEQs ορίζεται από την εθνική ζήτηση, είναι στο χέρι όλων των χρηστών να αλληλοβοηθούν για να μειωθεί η ζήτηση της ενέργειας, και να συνεργαστούν για τον κοινό εθνικό σκοπό [7.13].

- ***EnergyCoin- Greenwood Coin***

Τα νομίσματα αυτά είναι κρυπτογραφημένα ψηφιακά νομίσματα που λειτουργούν όπως και το Bitcoin που δημιουργήθηκε το 2014 ως συνέχεια του PeerCoin. Στόχος είναι τα νομίσματα αυτά να παρέχουν μία πλατφόρμα στις κοινότητες, τις εταιρείες αλλά και σε μεμονωμένα άτομα για να δημιουργούν εφαρμογές ενέργειας χρησιμοποιώντας τις έμφυτες δυνάμεις των κρυπτογραφημένων νομισμάτων και του Blockchain. Ο σκοπός τους είναι να διευκολύνουν τη βιώσιμη ενεργειακή μετάβαση και την αλλαγή κατεύθυνσης από τη χρήση των ορυκτών καυσίμων προς την τοπική παραγωγή από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Το EnergyCoin ειδικά χρησιμοποιεί τεχνολογία που το καθιστά ελεύθερο ως προς την πρόσβαση, ασφαλές και αξιόπιστο για κοινωνίες που έχουν τις κατάλληλες υποδομές για να το υποστηρίξουν [7.14],[7.15].

- ***GENERcoin***

Το ψηφιακό αυτό νόμισμα συνδυάζει δύο από πιο αναπτυσσόμενα και με προοπτική πεδία του κόσμου σήμερα, την ανανεώσιμη ενέργεια και τα κρυπτογραφημένα νομίσματα. Και οι δύο τεχνολογίες αυτές προσπαθούν να αναπτύξουν τα χαρακτηριστικά τους μέσω της ευφυούς καινοτομίας, ενώ το συγκεκριμένο νόμισμα είναι προϊόν της канаδέζικης ενεργειακής εταιρείας Arterran Renewables. Η αξία ενός τέτοιου νομίσματος αναπαρίσταται από την παραδοτέα ενέργεια από την οποία υποστηρίζεται, που μπορεί να είναι πιο σταθερή από αποθέματα χρέους που μπορεί να υποτιμώνται λόγω πληθωρισμού.

Το GENERcoin υποστηρίζεται από την παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, που ύστερα πωλούνται σε διανομείς χονδρικής και από εκεί στους τελικούς χρήστες.

Κάθε τέτοιο ψηφιακό νόμισμα, χτισμένο πάνω σε ένα συγκεκριμένο πρωτόκολλο είναι μία απόδειξη που ύστερα μπορεί να εξαργυρωθεί, ανταλλαχθεί ή αξιοποιηθεί με οποιοδήποτε τρόπο θέλει ο χρήστης [7.16].

- **ATOM coin**

Για να αναδειχθεί η λειτουργία του νομίσματος αυτού, υποτίθεται ότι υπάρχουν n χρήστες που συμμετέχουν στην αγορά ATOM νομισμάτων. Το προφίλ του καθενός είναι προσδιορισμένο, εποχιακά προσαρμοσμένο και ένας προσωπικός στόχος μείωσης ενέργειας έχει τεθεί για την επόμενη μέρα. Οι n_1 χρήστες καταφέρνουν να πετύχουν το στόχο ενώ οι n_2 χρήστες καταναλώνουν πιο πολλή ενέργεια από την προβλεπόμενη. Με αυτό δεδομένο, οι n_2 χρήστες εκτός από το τυπικό κόστος που προσδιορίζεται από την πολιτική του παρόχου τους, θα χρεωθούν επιπλέον μία μικρή ποινή p βασισμένη στην ενέργεια που ξοδεύτηκε (πραγματική ενέργεια-στόχο) και στο λόγο των χρηστών n_2/n . Όσο ψηλότερο ο λόγος, τόσο μεγαλύτερες θα είναι οι επιπλέον χρεώσεις. Οι χρήστες που εξοικονομούν ενέργεια θα κερδίζουν 1 ATOM νόμισμα για κάθε kWh που εξοικονομούν (ES) που η τιμή της ισούται με B/ES €/coin. Η ποσότητα B υποδηλώνει το μπόνους του χρήστη σε πραγματική χρηματική αξία, η ποσότητα της οποίας υπολογίζεται με το να μοιράζεται η συνολική ποινή p στους n_1 χρήστες που έχουν πετύχει το στόχο τους αναλόγως στο μερίδιο τους στη συνολική εξοικονόμηση της ενέργειας. Μετά από k μέρες συμμετοχής στην αγορά ATOM νομισμάτων, κάθε χρήστης j έχει συλλέξει m_j νομίσματα, που η παρούσα τους αξία προσδιορίζεται με τον παρακάτω τύπο:

$$Value\ of\ ATOM\ coins_j = \frac{C_{Day1} * ES_{Day1} + C_{Day2} * ES_{Day2} + \dots + C_{Dayk} * ES_{Dayk}}{m_j}$$

$$Penalty = \sum_{j=1}^{n_1} Value\ of\ ATOM\ coins_j = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_2} p_{ij}$$

Όπου C_i είναι η ποσότητα ATOM νομισμάτων τη i μέρα και ES_i η ενέργεια που εξοικονομείται την ημέρα εκείνη σε kWh, που είναι ίδια με την ποσότητα νομισμάτων που κερδίζονται. Παράλληλα, η ποσότητα p_{ij} υποδηλώνει την ποινή που χρεώνεται στο χρήστη j τη μέρα i , που αθροίζεται στη συνολική ποσότητα ATOM νομισμάτων διαθέσιμων στο σύστημα.

Δεδομένης της παρούσας αξίας των ΑΤΟΜ νομισμάτων, το μέσο νόμισμα για κάθε χρήστη προσδιορίζεται και τα νομίσματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο χαμηλότερο κόστος του λογαριασμού στο τέλος κάθε λογιστικής περιόδου. Για παράδειγμα, για μία κατανάλωση x kWh σε μία τιμή p_1 €/kWh, το πραγματικό ενεργειακό κόστος του χρήστη $p_1 \cdot x$. Δεδομένου ότι ο χρήστης έχει m νομίσματα αξίας p_2 , ο χρήστης μπορεί να ανταλλάξει τα νομίσματα και να πληρώσει $p_2 \cdot m + p_1 \cdot (x - m)$, εξοικονομώντας έτσι $m \cdot (p_2 - p_1)$. Αν η ποσότητα p_2 είναι μικρότερη της ποσότητας p_1 , τότε ο χρήστης στην πραγματικότητα εξοικονομεί χρήματα, ενώ αντιθέτως ο χρήστης πρέπει να γίνει φιλικός προς το περιβάλλον για να αυξήσει την αξία τους και να τα ανταλλάξει όταν θα έχει κέρδος. Όσο χαμηλότερη η αξία p_2 , τόσο υψηλότερο το ενεργειακό κόστος της εξοικονόμησης. Η παραπάνω προσέγγιση βασίζεται στο πρόγραμμα ανταμοιβής Ergo που είναι σχεδιασμένο για να δίνει κίνητρα στους χρήστες και δοκιμασμένο και επεξεργασμένο από τον καθηγητή κ. Σγουρίδη.

Ενεργειακά Νομίσματα	Γενικά Χαρακτηριστικά			Πεδίο Εφαρμογής		
	Παγκόσμια Χρήση	Σταθερή Απόδοση Νομίσματος	Μείωση CO2	Έξυπνες Πόλεις	Ηλιακή Ενέργεια	Άλλες Πηγές
Renewable Energy Certificates		✓	✓		✓	✓
Kilowatt Cards	✓					
Ergos			✓	✓		
SolarCoin	✓	✓	✓		✓	
NRGcoin	✓		✓		✓	✓
GENERcoin	✓	✓	✓			
EnergyCoin	✓	✓	✓		✓	✓
Greenwood Coin	✓		✓		✓	✓
TEQs			✓			
Atom Coin	✓		✓			

Πίνακας 12: Σύγκριση των διαφορετικών μορφών ενεργειακών ανταλλακτικών μέσω

Βιβλιογραφία 7^{ου} Κεφαλαίου

1. www.kilowattcards.com
2. . “Renewable Energy Certificates (RECs)”.Green Power Network, United States Department of Energy. 2010-06-22.
3. “The Legal Basis for Renewable Energy Certificates (PDF),” Center for Resource Solutions.
4. Sgouridis, S., and Kennedy, S. (2010), ‘Tangible and Fungible Energy: Hybrid Energy Market and Currency System for Total Energy Management. A Masdar City Case Study’, Energy Policy, 38 (4) (April): 1749–1758, doi:10.1016/j.enpol.2009.11.049.
5. Sgouridis, S. (2012), ‘using energy as currency: re-establishing the bridge between the financial and the real world’, Network Industries Quarterly, vol. 14, no. 2
6. www.journal.frontiersin.org/article/10.3389/fenrg.2014.00008/full
7. Gokce Gunel, “Ergos: A New Energy Currency,” Anthropological Quarterly, vol. 87, no. 2, pp. 359-379, Spring 2014.
8. N. Gogerty, J. Zitoli, “DeKo: An electricity-backed currency proposal,” SSRN Electronic Journal, Jan. 2011.
9. www.solarcoin.org
10. D. Pike, P. Nosker, D. Boehm, D. Grisham, S. Woods, J. Marston, “Proof of Stake Time”, May 2015
11. M Mihaylov, S Jurado, N. Avellana, K. Van Moffaert, I. M. de Abril, A. Nowe, “NRGcoin: Virtual currency for trading of renewable energy in smart grids,” 11th International Conference on the European Energy Market, May 2014.
12. M Mihaylov, I. S. Razo-Sapata, R. Radulescu, A. Nowe, “Boosting the renewable energy economy with NRGcoin,” ICT for Sustainability, Jan 2016.
13. <http://www.teqs.net/>
14. <http://cryptomining-blog.com/tag/energycoin-info/>
15. G. Newkirk, “White Paper for decentralized Peer to Peer Energy Platform Greenwood Digital Currency,” April 2017
16. <http://www.genercoin.org/>

Κεφάλαιο 8

Συμπεράσματα-Προοπτικές

8.1 Συμπεράσματα

Με βάση την ανάλυση που προηγήθηκε σε όλη την εργασία, προκύπτουν ποικίλα και ενδιαφέροντα συμπεράσματα σχετικά με την επίτευξη της βιώσιμης ενεργειακής μετάβασης και την αξιοποίηση του ενεργειακού νομίματος προς την κατεύθυνση αυτή. Σε πρώτο στάδιο, αναδεικνύεται η προβληματική κατάσταση στις μεγάλες πετρελαϊκές χώρες σήμερα όπως η Ρωσία και η Σαουδική Αραβία, όπου η δημιουργία πλεονάζων πλούτου από την οικονομική διαχείριση των πόρων συντελεί σε αρνητικές επιπτώσεις. Συμπεραίνεται ότι για τις χώρες αυτές είναι αναγκαία η καλύτερη διανομή και ανακατανομή των εσόδων από τα ορυκτά καύσιμα προκειμένου να εξασφαλιστεί η κοινωνική συνοχή και ευημερία, ενώ με βάση και τις τελευταίες τάσεις στην παγκόσμια αγορά ενέργειας, κρίνεται αδήριτη η ανάγκη για διαφοροποίηση της οικονομίας τους από τα ορυκτά καύσιμα. Η κατάσταση στις χώρες αυτές, σε συνδυασμό με τις ολέθριες επιπτώσεις στο περιβάλλον αλλά και στην ανθρώπινη βιωσιμότητα από την κλιματική αλλαγή οριοθετούν το πλαίσιο και την ανάγκη για την αλλαγή χάραξης ενεργειακής πολιτικής προς μία βιώσιμη μετάβαση.

Η βιώσιμη ενεργειακή μετάβαση είναι μια ολόκληρη και πολυδιάστατη διαδικασία η οποία έχει στον πυρήνα της τις κυβερνήσεις των χωρών, οι οποίες θέτουν τους στόχους και τις πολιτικές τους όσον αφορά το περιβάλλον. Αναζητούνται τρόποι μείωσης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα προκειμένου να αναχαιτιστεί η αύξηση της μέσης τιμής της θερμοκρασίας σε παγκόσμιο επίπεδο. Συμπεραίνεται ότι είναι αναγκαίο να δοθεί έμφαση σε καινοτόμες τεχνικές και πολιτικές άμεσα για να επιτευχθούν οι στόχοι, ενώ η αναγνώριση των τεσσάρων τομέων που επιβαρύνουν πιο πολύ το περιβάλλον λόγω των υπέρογκων εκπομπών τους σε αέρια του θερμοκηπίου είναι ένα θετικό πρώτο βήμα. Αναγνωρίζοντας συγκεκριμένα τους τομείς αυτούς καθιστά ευκολότερη τη χάραξη της ενεργειακής στρατηγικής με στοχευόμενα μέτρα για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, όπως για παράδειγμα την αλλαγή στον τρόπο παραγωγής της ενέργειας ή όσον αφορά τον τομέα των μεταφορών την έμφαση στα ηλεκτρικά αυτοκίνητα που δεν εκπέμπουν ρύπους.

Στην κατεύθυνση της βιώσιμης ενεργειακής μετάβασης πολύ σημαντικό ρόλο συμπεραίνεται πως θα διαδραματίσουν και οι έξυπνες πόλεις, και ιδιαίτερα οι έξυπνες ενεργειακά πόλεις. Είναι χαρακτηριστικό ότι ήδη οι χώρες του Αραβικού κόλπου

αντιλαμβανόμενες το πρόβλημα που βιώνουν από την εξάρτησή τους από το πετρέλαιο έχουν εκκινήσει μεγάλα σχέδια προκειμένου να μετατρέψουν τα αστικά τους κέντρα σε έξυπνα και να ενσωματώσουν στην ευρύτερη περιοχή τις ανανεώσιμες ενέργειες. Την ίδια ώρα, στην Ε.Ε. με βάση και το σχέδιο Horizon 2020 ήδη πολλά μεγάλα αστικά κέντρα εκτελούν σχέδια μετατροπής τους σε έξυπνα προκειμένου να αντιμετωπίσουν τις προκλήσεις της νέας κατάστασης που διαμορφώνεται, με τα χαρακτηριστικά που αναπτύσσουν να μην περιορίζονται μόνο στον ενεργειακό τομέα αλλά να επεκτείνονται σε όλους τους τομείς της καθημερινής κοινωνικής και οικονομικής ζωής, όπως τις μεταφορές, τα κέντρα καινοτομίας και τα συστήματα ύδρευσης. Προκειμένου να αντιμετωπιστούν οι σύγχρονες προκλήσεις και το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής απαιτείται συντονισμένη προσπάθεια σε παγκόσμιο επίπεδο, και στο κομμάτι αυτό μεγάλο ρόλο αναμένεται να διαδραματίσουν και οι έξυπνες εφαρμογές καθώς και η ανάπτυξη έξυπνων λύσεων. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η τεχνολογία του Blockchain και η διασύνδεση της με την αγορά ενέργειας στην οποία αναμένεται να προσδώσει πολλά νέα και ενδιαφέροντα χαρακτηριστικά.

Η αναζήτηση έξυπνων και πολυδιάστατων λύσεων και εφαρμογών που θα συμβάλλουν στην κατεύθυνση της βιώσιμης ενεργειακής μετάβασης είναι στον πυρήνα της έρευνας σήμερα πάνω στο θέμα. Ένα εργαλείο που προτείνεται από μέρος της επιστημονικής κοινότητας είναι το ενεργειακό νόμισμα, μία μονάδα συναλλάγματος η οποία θα αντιπροσωπεύει μία μονάδα ενέργειας, και μέσω αυτής θα γίνεται το εμπόριο ενέργειας αλλά και η χρηματοδότηση έργων ανανεώσιμης ενέργειας. Συμπεραίνεται ακόμα πως η εφαρμογή του ενεργειακού νομίσματος, σε πρώτη φάση σε μικρές κοινότητες μπορεί να τις οδηγήσει σε αποδοτικότερη διαχείριση ή ακόμα και μείωση της συνολικής ζήτησης ενέργειας, ταυτόχρονα με την επίτευξη μιας στροφής προς την πράσινη και βιώσιμη ενέργεια. Αναδεικνύεται ότι ήδη υπάρχουν στην αγορά ή σχεδιάζεται άμεσα να εκδοθούν ενεργειακά νομίσματα τα οποία με τη σωστή και σχεδιασμένη εφαρμογή μπορούν να διαδραματίσουν καθοριστικό ρόλο στην επίτευξη της βιώσιμης ενεργειακής μετάβασης.

8.2 Προοπτικές

Η μελέτη του φαινομένου της βιώσιμης ενεργειακής μετάβασης που πραγματοποιείται στην παρούσα εργασία αποτελεί ένα πρώτο βήμα προς την επίτευξη της με την απόληξη στην πρόταση της εφαρμογής του ενεργειακού νομίσματος προκειμένου να επιτευχθεί καλύτερη διαχείριση της ζήτησης ενέργειας. Με βάση τα παραπάνω συμπεράσματα, προτάσεις μπορούν να γίνουν για διεύρυνση της μελέτης πάνω στο συγκεκριμένο θέμα όπως οι ακόλουθες:

- Διεύρυνση της μελέτης και της εφαρμογής του ενεργειακού νομίσματος από το επίπεδο της μικρής πόλης και κοινότητας σε επίπεδο πόλης, ή ακόμα και σε εθνικό επίπεδο μιας και τα οφέλη του μπορούν να συμβάλλουν στη μεταστροφή ολόκληρης μίας εθνικής ενεργειακής πολιτικής.
- Από τη στιγμή που θα εφαρμοστεί το ενεργειακό νόμισμα σε κάποια από τις κοινότητες, και με βάση τα ευρήματα που θα προκύψουν είναι δυνατό να πραγματοποιηθούν προσομοιώσεις αλλάζοντας την κλίμακα εφαρμογής από μικρή κοινότητα σε πόλη. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιαδήποτε από τα ενεργειακά νομίσματα που προτείνονται στη βιβλιογραφία ή ακόμα και το *ergos*.
- Αναζήτηση και μελέτη πάνω σε διαφορετικούς μηχανισμούς οι οποίοι μπορούν να συνεισφέρουν στην κατεύθυνση της βιώσιμης ενεργειακής μετάβασης.