



**ΑΝΟΙΚΤΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΚΥΠΡΟΥ**

**ΣΧΟΛΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ  
ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ  
«ΔΙΟΙΚΗΣΗ, ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΗΤΑ»**

## **ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΜΑΣΤΕΡ**

**ΕΞΥΠΝΑ ΔΙΚΤΥΑ: ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΟΣ  
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΗΣ ΔΕΛΔΗΕ Α.Ε. ΚΑΙ  
ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ**

**ΙΩΑΝΝΑ Η. ΚΕΡΑΝΤΖΗ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ  
ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΚΑΠΕΤΑΝΟΠΟΥΛΟΥ**

**ΛΕΥΚΩΣΙΑ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2017**

# Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Σχολή Οικονομικών Επιστημών και Διοίκησης

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών  
Διοίκηση, Τεχνολογία και Ποιότητα

## Μεταπτυχιακή Διατριβή



Έξυπνα Δίκτυα: Στρατηγικός Σχεδιασμός της ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε.  
και Ευρωπαϊκή Στρατηγική

Ιωάννα Η. Κεραντζή

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια  
Παρασκευή Καπετανοπούλου

Ιούνιος 2017

# **Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου**

**Σχολή Οικονομικών Επιστημών και Διοίκησης**

**Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών  
Διοίκηση, Τεχνολογία και Ποιότητα**

## **Μεταπτυχιακή Διατριβή**

**Έξυπνα Δίκτυα: Στρατηγικός Σχεδιασμός της ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε.  
και Ευρωπαϊκή Στρατηγική**

**Ιωάννα Η. Κεραντζή**

**Επιβλέπουσα Καθηγήτρια  
Παρασκευή Καπετανοπούλου**

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή υποβλήθηκε προς μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων για απόκτηση μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών στη Διοίκηση, Τεχνολογία και Ποιότητα από τη Σχολή Οικονομικών Επιστημών και Διοίκησης του Ανοικτού Πανεπιστημίου Κύπρου.

**Ιούνιος 2017**

ΛΕΥΚΗ ΣΕΛΙΔΑ

## Περίληψη

Σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής είναι η διερεύνηση της μετάβασης του Ελληνικού συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας στην εποχή των έξυπνων δικτύων μέσω της **μελέτης της ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε.**, η οποία είναι ο Διαχειριστής του Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας. Για το σκοπό αυτό μελετήθηκε ο στρατηγικός επιχειρησιακός σχεδιασμός της ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε. και διερευνήθηκαν ευκαιρίες, προοπτικές και δυνατότητες, προκλήσεις και εμπόδια στην ανάπτυξη και εφαρμογή των έξυπνων δικτύων στην Ελλάδα. Επιπλέον, αναγνωρίστηκε ο καθοριστικός ρόλος της ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε. στην ομαλή και αποτελεσματική μετάβαση σε ένα νέο πολυσύνθετο αμφίδρομο μοντέλο αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας με ενεργή συμμετοχή των καταναλωτών, μεθόδους παραγωγής φιλικότερες προς το περιβάλλον και υψηλού επιπέδου ενεργειακά προϊόντα και υπηρεσίες.

Δεύτερος στόχος και επιδίωξη της διατριβής είναι η αποτύπωση της στρατηγικής και των πρακτικών άλλων Ευρωπαϊκών χωρών, οι οποίες έχουν ήδη μεταβεί ή σχεδιάζουν τη μετάβασή τους σε έξυπνα δίκτυα, ώστε να καταστεί δυνατή η **συγκριτική ανάλυση** και να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα για τη θέση του ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε. στην ενιαία Ευρωπαϊκή στρατηγική.

Ως κύριο μεθοδολογικό εργαλείο χρησιμοποιήθηκε η μελέτη περίπτωσης της ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε.. Σε πρώτο στάδιο πραγματοποιήθηκε συλλογή πρωτογενών δεδομένων από την εταιρεία και στη συνέχεια, μέσω της ανάλυσης των συλλεχθέντων δεδομένων, διαφωτίστηκε η στρατηγική ανάπτυξης έξυπνων δικτύων από τη ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε.. Επιπλέον, πραγματοποιήθηκε επισκόπηση της Ευρωπαϊκής και Ελληνικής νομοθεσίας που διέπει τη λειτουργία των έξυπνων δικτύων και μελετήθηκε από Ελληνική και ξενόγλωσση βιβλιογραφία η υφιστάμενη κατάσταση σχετικά με την ανάπτυξη έξυπνων δικτύων σε άλλες Ευρωπαϊκές χώρες. Τέλος, παρατίθενται συμπεράσματα και προτάσεις που αφορούν τη βελτίωση της στρατηγικής ανάπτυξης έξυπνων δικτύων της ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε..

## Summary

The purpose of this master thesis is the investigation of the transition of the Greek electric power system to the new era of smart grids through the **case-based study of DEDDIE S.A.**, which is the Operator of the Hellenic Electricity Distribution Network. To this purpose, the strategic business planning of DEDDIE S.A. was studied in order to investigate opportunities, prospects and capabilities, challenges and barriers to the development and implementation of smart grids in Greece. Furthermore, DEDDIE's S.A. determinative role in the orderly and effective transition to a new multifunctional two-way model of electric power market with active consumer participation, environment-friendly production methods and high quality electric power products and services was recognized.

The second objective of this thesis are the mapping of strategies and practices of other European countries that have already moved or are planning to move to smart grids in order to allow for **comparative analysis** and to draw useful conclusions on the position of the DEDDIE S.A. in a common European strategy.

The case study of DEDDIE S.A. was used as the main research tool. In first stage carried out the collection of primary data by the company and then, through the collected data analysis, elucidated the smart grids development strategy. Furthermore, an overview of the European and Greek legislation governing the operation of smart grids was carried out and the existing situation about the development of smart grids in other European countries was studied from Greek and foreign literature. Finally, conclusions and proposals pertain to the improvement of the development strategy of smart grids of DEDDIE S.A. are presented.

## Ευχαριστίες

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτριά μου και Παρασκευή Καπετανοπούλου για τις συμβουλές της, την καθοδήγησή της, τις επισημάνσεις της, τη διάθεσή της για συνεργασία και τη διαρκή επικοινωνία που αποτέλεσαν πολύτιμη βοήθεια για την ολοκλήρωση της παρούσας διατριβής.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον Πρόεδρο και Διευθύνοντα Σύμβουλο της ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε. κ. Νικόλαο Χατζηαργυρίου γιατί αγκάλιασε από την πρώτη στιγμή την προσπάθεια και αφιέρωσε χρόνο για την επίλυση οποιασδήποτε απορίας μου.

Ευχαριστίες οφείλω στο Διευθυντή Οργάνωσης, Ασφάλειας Εργασίας και Στεγαστικής Μέριμνας/ΔΕΔΔΗΕ κ. Κων/νο Θεμελή και στο Βοηθό Διευθυντή της Διεύθυνσης Στρατηγικής/ΔΕΔΔΗΕ κ. Γεώργιο Φέρλια για την ενεργό και πολύτιμη βοήθεια τους, στον Εκπρόσωπο Εργαζομένων στο Διοικητικό Συμβούλιο της ΔΕΗ Α.Ε. κ. Νικόλαο Φωτόπουλο για τη στήριξή του καθώς και σε όλους όσους συνέβαλαν στην ολοκλήρωση της παρούσας διατριβής.

Ευχαριστώ επίσης το σύντροφό μου Κώστα, τα αδέρφια μου Βασίλη και Δήμητρα και την υπέροχη ανιψιά μου Μαριέττα για την αμέριστη κατανόηση και την ενθάρρυνση τους καθ' όλο το διάστημα των μεταπτυχιακών μου σπουδών.

Τέλος, ευχαριστώ τους γονείς μου Ηλία και Αθανασία Κεραντζή που με δίδαξαν ότι τα αγαθά κόποις κτώνται. Τους αφιερώνω την παρούσα διατριβή και εύχομαι να νοιώθουν περήφανοι για μένα εκεί «ψηλά» που βρίσκονται.

# Περιεχόμενα

<b>Κεφάλαιο 1</b> .....	1
<b>Εισαγωγή</b> .....	1
1.1 Αναγκαιότητα και σπουδαιότητα της έρευνας.....	2
1.2 Μεθοδολογία και δομή της διατριβής.....	2
<b>Κεφάλαιο 2</b> .....	4
<b>Έξυπνα Δίκτυα</b> .....	4
2.1 Έξυπνα Δίκτυα: Η μετάβαση σε μια νέα εποχή.....	4
2.2 Ορισμός έξυπνου δικτύου.....	6
2.3 Χαρακτηριστικά και οφέλη έξυπνου δικτύου.....	9
2.4 Τεχνολογίες που εκπληρώνουν τις υποσχέσεις του έξυπνου δικτύου.....	13
<b>Κεφάλαιο 3</b> .....	20
<b>Η Ελληνική Πραγματικότητα</b> .....	20
3.1 Το Ελληνικό σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας.....	20
3.2 Η περίπτωση της ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε. και ο ρόλος της στην ανάπτυξη των έξυπνων δικτύων στην Ελλάδα.....	23
3.3 Εξυπνότερο Ελληνικό ηλεκτρικό δίκτυο: Νέες προκλήσεις για τη ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε. ....	28
3.4 Έργα έξυπνων δικτύων και μελλοντικοί σχεδιασμοί.....	30
3.5 Ερευνητικές δραστηριότητες της ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε.....	39
3.6 Τα έξυπνα δίκτυα και η νέα αλυσίδα αξίας της ηλεκτρικής ενέργειας.....	41
3.7 Παράγοντες που εμποδίζουν την ανάπτυξη των έξυπνων δικτύων.....	45
<b>Κεφάλαιο 4</b> .....	49
<b>Ευρωπαϊκή Στρατηγική</b> .....	49
4.1 Η περίπτωση της Ιταλίας.....	50
4.2 Η περίπτωση της Σουηδίας.....	52
4.3 Η περίπτωση του Ηνωμένου Βασιλείου.....	54
4.4 Περιπτώσεις άλλων Ευρωπαϊκών χωρών.....	56
<b>Κεφάλαιο 5</b> .....	59
<b>Συμπεράσματα Έρευνας – Προτάσεις</b> .....	59
5.1 Συμπεράσματα έρευνας.....	59
5.2 Προτάσεις.....	65
Βιβλιογραφία.....	67



Νομοθεσία.....	79
Γλωσσάριο .....	80

## **Κατάλογος Σχημάτων**

Σχήμα 1. Ποσοστό εκπομπών αερίων θερμοκηπίου ανά πηγή, 2014, ΕΕ-28 .....	4
Σχήμα 2. Η πυραμίδα του έξυπνου δικτύου .....	8
Σχήμα 3. Υπάρχον και μελλοντικό μοντέλο αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας.....	22
Σχήμα 4. Το οργανόγραμμα της ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε. ....	25
Σχήμα 5. Ποσοστιαία συμμετοχή καυσίμων στην ηλεκτροπαραγωγή για το έτος 2013	47

## **Κατάλογος Πινάκων**

Πίνακας 1. Ορισμοί έξυπνου δικτύου σε παγκόσμιο επίπεδο .....	6
Πίνακας 2. Ορισμοί έξυπνου δικτύου σε Ευρωπαϊκό επίπεδο .....	7
Πίνακας 3. Σύγκριση μεταξύ παραδοσιακού και έξυπνου δικτύου .....	10
Πίνακας 4. Χαρακτηριστικά έξυπνων δικτύων.....	10

## **Κατάλογος Εικόνων**

Εικόνα 1. Η εξέλιξη του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας σε έξυπνο δίκτυο .....	9
Εικόνα 2. Δυνατότητες και λειτουργικά χαρακτηριστικά έξυπνου δικτύου.....	12
Εικόνα 3. Τρόπος λειτουργίας έξυπνου μετρητή και Αυτοματοποιημένης Υποδομής Μέτρησης .....	14
Εικόνα 4. Διεσπαρμένη παραγωγή και συστήματα αποθήκευσης ενέργειας.....	17
Εικόνα 5. Επισκόπηση της λειτουργίας ενός μικρο-δικτύου .....	18
Εικόνα 6. Υποδομή φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων .....	18
Εικόνα 7. Λογότυπο της ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε.....	23
Εικόνα 8. Ποσοτικά μεγέθη του δικτύου Διανομής .....	24

Εικόνα 9. Η οργάνωση του δικτύου Διανομής πανελλαδικά.....	25
Εικόνα 10. Ο ρόλος της ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε. ως παρόχου και λειτουργού μιας πλατφόρμας διανομής ενέργειας.....	27
Εικόνα 11. Ο ρόλος των ΚΕΔΔ.....	31
Εικόνα 12. Το νέο σύστημα SCADA-DMS για τα ΜΔΝ.....	32
Εικόνα 13. Αντιπαραβολή ενδεικτικών σχεδίων δικτύου (μέχρι σήμερα & μέσω GIS)....	34
Εικόνα 14. Αναμενόμενα οφέλη από την ηλεκτρονική διαδραστική απεικόνιση του δικτύου διανομής (GIS).....	34
Εικόνα 15. Οι νέοι τρόποι τηλε-εξυπηρέτησης των πελατών της ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε. ....	35
Εικόνα 16. Αυτόνομα συστήματα ΜΔΝ.....	38
Εικόνα 17. Διανεμόμενη ενέργεια ανά κατηγορία πελατών & απεικόνιση Κέντρου Τηλεμέτρησης.....	39
Εικόνα 18. Η συμμετοχή της ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε. σε Ευρωπαϊκά προγράμματα έρευνας και καινοτομίας.....	40
Εικόνα 19. Το υπάρχον δίκτυο και το έξυπνο δίκτυο.....	42
Εικόνα 20. Έργα έξυπνων δικτύων στην Ε.Ε.....	49
Εικόνα 21. Έργα έξυπνων δικτύων στην Ιταλία.....	51
Εικόνα 22. Το Σουηδικό δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας.....	52
Εικόνα 23. Ο οδικός χάρτης για την ανάπτυξη των Βρετανικών έξυπνων δικτύων με ενδεικτικά χρονοδιαγράμματα.....	55

# Κεφάλαιο 1

## Εισαγωγή

Στις μέρες μας ο αποκλεισμός εκπομπών CO<sub>2</sub> και αερίων ρύπων είναι απαραίτητος για τη διασφάλιση της μακροπρόθεσμης βιωσιμότητας της παγκόσμιας οικονομίας. Ο Ευρωπαϊκός τομέας της ηλεκτρικής ενέργειας είναι παγκόσμιος ηγέτης στη μετάβαση μιας εποχής απαλλαγμένης από εκπομπές CO<sub>2</sub> και αερίων ρύπων και έχει δεσμευτεί πλήρως να οδηγήσει τη μετάβαση αυτή. Το 2014, το 56% της ηλεκτρικής ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση προήλθε από πηγές χαμηλών εκπομπών CO<sub>2</sub>. Την ίδια χρονιά το μερίδιο των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) στο ενεργειακό μείγμα κατέστη η μεγαλύτερη πηγή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας αποτελώντας το 28% της συνολικής παραγωγής (Pan European Networks: Government 2016).

Η επιταχυνόμενη τεχνολογική εξέλιξη, η μετατόπιση των προτιμήσεων των καταναλωτών, η αύξηση των ΑΠΕ, η εφαρμογή των Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) για τη σύνδεση της παραγωγής και της ζήτησης καθώς και η εξέλιξη της ατζέντας της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ε.Ε.) για το κλίμα και την ενέργεια προκειμένου να εξασφαλιστεί ασφαλή, βιώσιμη, προσιτή και ανταγωνιστική ενέργεια για όλους τους πολίτες και τις επιχειρήσεις τους αποτελούν σημαντικές προκλήσεις αλλά και σημαντικές ευκαιρίες για τον Ευρωπαϊκό τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας [Pan European Networks: Government 2016, European Commission (EC) 2012]. Ως απάντηση των νέων αυτών προκλήσεων και προσδοκιών έχει αναδειχθεί η έννοια των «έξυπνων δικτύων».

## **1.1 Αναγκαιότητα και σπουδαιότητα της έρευνας**

Τα έξυπνα δίκτυα αποτελούν ένα αναδυόμενο πεδίο στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας. Όπως αναφέρεται στο Smart Grids: From Innovation to Deployments (EC 2011α), τα έξυπνα δίκτυα θα συμβάλλουν ουσιαστικά στη νέα στρατηγική της Ε.Ε. για ευφυή, αειφόρο και χωρίς αποκλεισμούς ανάπτυξη, συμπεριλαμβανομένων των αποκαλούμενων 20-20-20 στόχων της (EC 2012) και μελλοντικά θα αποτελέσουν τη σπονδυλική στήλη του συστήματος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής είναι η διερεύνηση της μετάβασης του Ελληνικού συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας στην εποχή των έξυπνων δικτύων μέσω της μελέτης της ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε., η οποία αποτελεί τον Διαχειριστή Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας. Σε δεύτερο επίπεδο επιδίωξη της διατριβής αποτελεί η αποτύπωση της υφιστάμενης κατάστασης Ευρωπαϊκών χωρών, οι οποίες έχουν ήδη μεταβεί ή σχεδιάζουν τη μετάβασή τους σε έξυπνα δίκτυα, ώστε να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα για τη θέση της ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε. στην ενιαία Ευρωπαϊκή στρατηγική.

## **1.2 Μεθοδολογία και δομή της διατριβής**

Η μεθοδολογία εκπόνησης περιλαμβάνει τη συλλογή πρωτογενών δεδομένων μέσω συνεντεύξεων – συζητήσεων με στελέχη της ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε. στο πλαίσιο του στρατηγικού σχεδιασμού έξυπνων δικτύων. Για τη διεξαγωγή της έρευνας πραγματοποιήθηκε έρευνα σε Ελληνική και ξενόγλωσση βιβλιογραφία σχετική με τα έξυπνα δίκτυα καθώς και με τις πρακτικές Ευρωπαϊκών χωρών που έχουν προχωρήσει ή στρατηγικά σχεδιάζουν τη μετάβασή τους στην εποχή των έξυπνων δικτύων. Επιπλέον, πραγματοποιήθηκε επισκόπηση της Ευρωπαϊκής και Ελληνικής νομοθεσίας που διέπει τη λειτουργία των έξυπνων δικτύων.

Στο Κεφάλαιο 2 γίνεται αναφορά στον τρόπο μετάβασης του Ευρωπαϊκού τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας πάνω στο αναδυόμενο πεδίο των έξυπνων δικτύων καθώς και στους διάφορους ορισμούς των έξυπνων δικτύων σε παγκόσμιο και Ευρωπαϊκό επίπεδο. Επίσης παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά και τα οφέλη του έξυπνου δικτύου,

ενώ παράλληλα αναφέρονται οι τεχνολογίες που εκπληρώνουν τις υποσχέσεις του, όπως εντοπίζονται στη διεθνή βιβλιογραφία.

Στο Κεφάλαιο 3 αναλύεται η περίπτωση της ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε. και μελετάται η στρατηγική ανάπτυξης έξυπνων δικτύων μέσω των έργων έξυπνων δικτύων που υλοποιεί και των ερευνητικών προγραμμάτων στα οποία συμμετέχει. Γίνεται αναφορά στο Ελληνικό σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας και αναγνωρίζονται τόσο ο ρόλος της ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε. στην ανάπτυξη έξυπνων δικτύων στην Ελλάδα όσο και οι νέες προκλήσεις που καλείται να αντιμετωπίσει. Τέλος, αναφέρονται η νέα αλυσίδα αξίας που δημιουργούν τα έξυπνα δίκτυα αλλά και οι παράγοντες που εμποδίζουν την ανάπτυξη τους στον Ελληνικό χώρο.

Στο Κεφάλαιο 4 παρουσιάζεται η Ευρωπαϊκή στρατηγική για τα έξυπνα δίκτυα και συγκεκριμένα αναλύεται η υφιστάμενη κατάσταση στην Ιταλία, τη Σουηδία και το Ηνωμένο Βασίλειο καθώς και περιπτώσεις άλλων Ευρωπαϊκών χωρών (Γαλλία, Ολλανδία, Ισπανία).

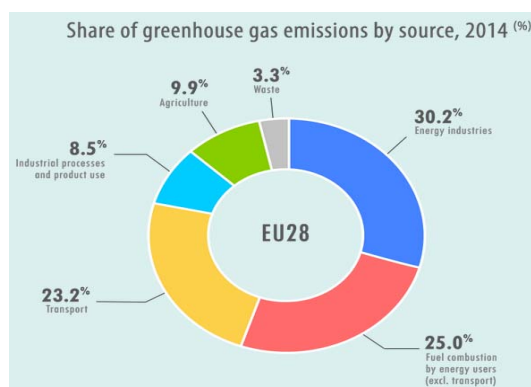
Στο Κεφάλαιο 5 διεξάγονται συμπεράσματα και ακολουθούν προτάσεις προς την εταιρεία ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε. για τη βελτιστοποίηση του σχεδιασμού και των πρακτικών ανάπτυξης έξυπνου δικτύου.

# Κεφάλαιο 2

## Έξυπνα Δίκτυα

### 2.1 Έξυπνα Δίκτυα: Η μετάβαση σε μια νέα εποχή

Σήμερα ο τομέας της ηλεκτρικής ενέργειας αντιμετωπίζει τις μεγαλύτερες προκλήσεις στην ιστορία του υπό τη μορφή της κλιματικής αλλαγής και της εξάντλησης των ενεργειακών πόρων (Cambini et al. 2016). Σε απάντηση των προκλήσεων αυτών και δεδομένου ότι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από καύση ορυκτών καυσίμων αποτελεί σημαντική πηγή εκπομπών αερίων ρύπων (σχήμα 1), η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θέσει ως βασικούς στόχους της ενεργειακής της πολιτικής την εξασφάλιση μεγαλύτερης ενεργειακής ασφάλειας, βιωσιμότητας και ανταγωνιστικότητας (EC 2015, Eurostat 2016).



**Σχήμα 1.** Ποσοστό εκπομπών αερίων θερμοκηπίου ανά πηγή, 2014, ΕΕ-28 (Πηγή: Eurostat 2016)

Οι παραπάνω στόχοι υποστηρίζονται από άλλους μακροπρόθεσμους ενεργειακούς στόχους για έξυπνη, διατηρήσιμη και χωρίς αποκλεισμούς ανάπτυξη. Οι στόχοι αυτοί αφορούν την αύξηση της ενεργειακής απόδοσης κατά 20%, την αύξηση της προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) κατά 20% και τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 20% έως το 2020 και κατά 80 – 95% έως το 2050 (EC 2012), σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990, προκειμένου να συγκρατηθεί η υπερθέρμανση από την κλιματική αλλαγή σε λιγότερο από 2 °C (Cambini et al. 2016, EC 2011β).

Σύμφωνα με τους Cambini et al. (2016), Chaaban et al. (2015) και Gungor et al. (2017) οι φιλόδοξοι στόχοι που έχουν τεθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση δημιουργούν νέες επενδυτικές ανάγκες και απαιτούν νέους τρόπους σχεδιασμού, κατασκευής και λειτουργίας των δικτύων ηλεκτρικής ενέργειας της Ευρώπης, εξαιτίας

- της γήρανσης των υποδομών, καθώς τα παραδοσιακά δίκτυα έχουν παραμείνει αμετάβλητα για περίπου εκατό χρόνια
- της αναμενόμενης αύξησης των ΑΠΕ και της μεταβλητότητας που τις χαρακτηρίζει
- της ραγδαίας αύξησης των διεσπαρμένων πηγών ενέργειας (distributed energy resources – DER)
- της ανάπτυξης των ηλεκτροκίνητων οχημάτων
- των χαμηλής απόδοσης τεχνολογιών
- της αύξησης του πληθυσμού και κατ' επέκταση της μεγαλύτερης ζήτησης για ενέργεια.

Οι νέες και σημαντικές προκλήσεις που καλούνται να αντιμετωπίσουν τα Ευρωπαϊκά δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας επιβάλλουν το μετασχηματισμό τους από μια γηρασμένη υποδομή σε ένα προηγμένο και έξυπνότερο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας. Ένα δίκτυο που θα προσθέτει αξία σε όλους τους συμμετέχοντες σ' αυτό, από τα ενδιαφερόμενα μέρη στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας μέχρι τους τελικούς χρήστες, και θα οδηγήσει στη μετάβαση της Ευρωπαϊκής Ένωσης σε μια νέα εποχή. Το δίκτυο αυτό ονομάζεται «έξυπνο δίκτυο».

## 2.2 Ορισμός έξυπνου δικτύου

Το έξυπνο δίκτυο είναι μια πρόσφατη, πολύπλοκη και εξελικτική διαδικασία στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας. Ανατρέχοντας στη σχετική βιβλιογραφία διαπιστώνουμε ότι υπάρχουν πολυάριθμοι ορισμοί για την έννοια του έξυπνου δικτύου τόσο σε παγκόσμιο (πίνακας 1) όσο και σε Ευρωπαϊκό επίπεδο (πίνακας 2) καθώς διαφέρει το όραμα, η τεχνολογική πολυπλοκότητα, οι τρέχουσες και μελλοντικές προκλήσεις στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας.

**Πίνακας 1.** Ορισμοί έξυπνου δικτύου σε παγκόσμιο επίπεδο

International Electrotechnical Commission (IEC)	<i>“Το έξυπνο δίκτυο είναι η έννοια του εκσυγχρονισμού του δικτύου ηλεκτρισμού. [...] Το δίκτυο γίνεται πιο ευέλικτο, διαδραστικό και ικανό να παρέχει ανατροφοδότηση σε πραγματικό χρόνο. Πρόκειται για ένα δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας που ενσωματώνει με έξυπνο τρόπο τις δράσεις όλων των χρηστών που συνδέονται με αυτό – παραγωγούς, καταναλωτές και αυτούς που κάνουν και τα δύο – για να εξασφαλίσει αποτελεσματικά βιώσιμη, οικονομική και ασφαλή παροχή ηλεκτρικής ενέργειας” (IEC 2017)</i>
Department of Energy (DoE)	<i>“Ένα έξυπνο δίκτυο χρησιμοποιεί την ψηφιακή τεχνολογία για να βελτιώσει την αξιοπιστία, την ασφάλεια και την αποδοτικότητα (οικονομική και ενεργειακή) του συστήματος διανομής ηλεκτρικής ενέργειας” (DoE 2017)</i>
International Energy Agency (IEA)	<i>“Ένα έξυπνο δίκτυο είναι ένα δίκτυο ηλεκτρισμού που χρησιμοποιεί ψηφιακές και άλλες προηγμένες τεχνολογίες για την παρακολούθηση και τη διαχείριση της μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας από όλες τις πηγές παραγωγής ώστε να καλύψει τις ποικίλες απαιτήσεις των τελικών χρηστών για ηλεκτρική ενέργεια” (IEA 2011)</i>



<p>Japan Smart Community Alliance (JSCA)</p>	<p>“Στο πλαίσιο των Έξυπνων Κοινοτήτων, τα έξυπνα δίκτυα προωθούν τη μεγαλύτερη χρήση των ανανεώσιμων πηγών και της αχρησιμοποίητης ενέργειας και την τοπική παραγωγή θερμικής ενέργειας για τοπική κατανάλωση και συμβάλλουν στη βελτίωση των ποσοστών ενεργειακής αυτάρκειας και στη μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub>. Τα έξυπνα δίκτυα παρέχουν σταθερή παροχή ρεύματος και βελτιστοποιούν συνολικά τις λειτουργίες του δικτύου από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέχρι τον τελικό χρήστη”[JSCA 2017, United Nations Economic Commission For Europe (UNECE) 2015]</p>
--	--

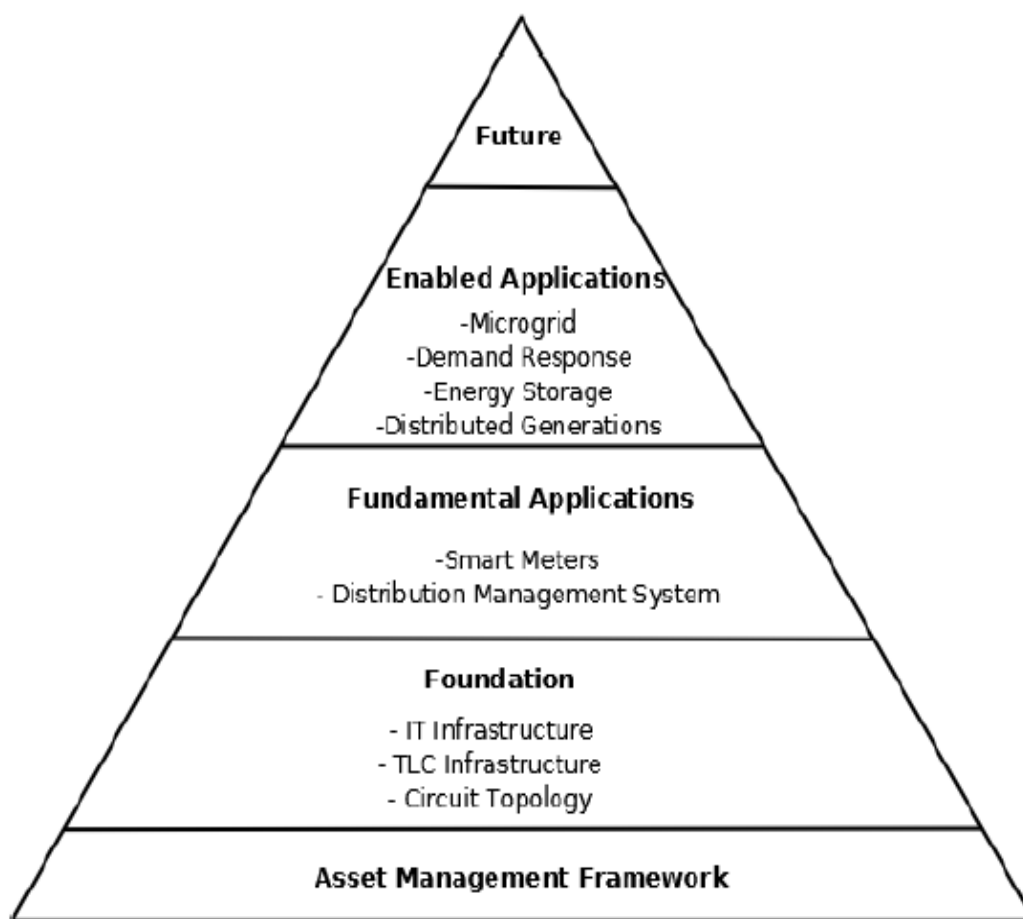
**Πίνακας 2.** Ορισμοί έξυπνου δικτύου σε Ευρωπαϊκό επίπεδο

<p>European Commission (EC)</p>	<p>“Τα έξυπνα ηλεκτρικά δίκτυα μπορούν να περιγραφούν ως αναβαθμισμένα δίκτυα ηλεκτρισμού με αμφίδρομη ψηφιακή επικοινωνία μεταξύ του παρόχου και του καταναλωτή, μετά από την προσθήκη έξυπνων συστημάτων μέτρησης και παρακολούθησης. Η ευφυής μέτρηση αποτελεί συνήθως εγγενές σκέλος των έξυπνων ηλεκτρικών δικτύων” (EC 2011α)</p>
<p>Council of European Energy Regulators (CEER)</p>	<p>“Ένα έξυπνο δίκτυο είναι ένα δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας που ενσωματώνει αποτελεσματικά τη συμπεριφορά και τις δράσεις όλων των χρηστών που συνδέονται σ’ αυτό – παραγωγούς, καταναλωτές και εκείνους που κάνουν και τα δύο – με σκοπό να εξασφαλίσει ένα οικονομικά αποδοτικό, βιώσιμο σύστημα ενέργειας με χαμηλές απώλειες και υψηλή ποιότητα και ασφάλεια του εφοδιασμού και προστασία” (CEER 2014)</p>

Οι παραπάνω ορισμοί οδηγούν στη διαπίστωση ότι ένα έξυπνο δίκτυο είναι η επέκταση, η αναβάθμιση και ο εκσυγχρονισμός του υπάρχοντος παραδοσιακού δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας μέσω των ΤΠΕ, οι οποίες έχουν πρωταγωνιστικό ρόλο και κάνουν

εφικτή την εξασφάλιση αξιοπιστίας, βιωσιμότητας, οικονομικής και ενεργειακής αποδοτικότητας, διαδραστικότητας, προστασίας και ασφάλειας του εφοδιασμού.

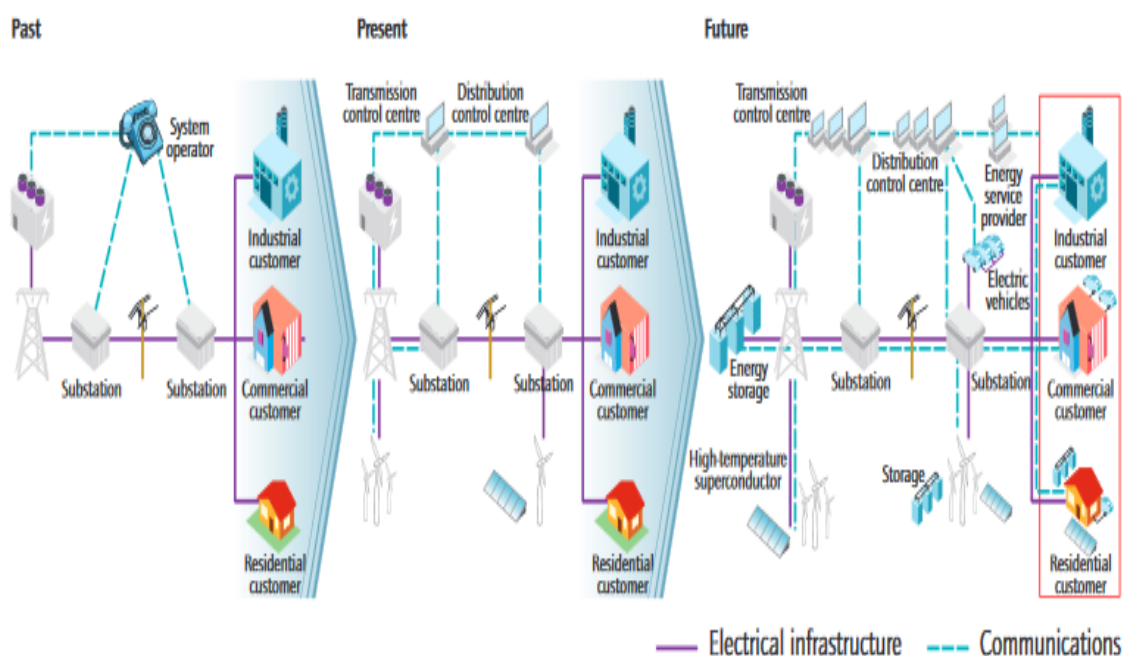
Η International Electrotechnical Commission - IEC (2017), ωστόσο, αναφέρει ότι δεν υπάρχει ένας σαφώς καθορισμένος και κοινά αποδεκτός ορισμός του έξυπνου δικτύου, γιατί η έννοια «έξυπνο δίκτυο» χρησιμοποιείται σήμερα κυρίως σαν μια έννοια του μάρκετινγκ παρά ως ένας τεχνικός όρος. Για τους Ardito et al. (2013) ένα έξυπνο δίκτυο θα πρέπει να αντιμετωπίζεται ως ένα σύνθετο σύστημα που απαιτεί ακριβή οικονομικό και δημοσιονομικό σχεδιασμό για την επιτυχή και αποτελεσματική ανάπτυξή του και όχι απλά ως μια τεχνολογική καινοτομία, λόγω του ότι η διαχείριση των περιουσιακών στοιχείων αποτελεί τη βάση της πυραμίδας για την υλοποίησή του, όπως φαίνεται στο σχήμα 2.



**Σχήμα 2.** Η πυραμίδα του έξυπνου δικτύου (Πηγή: Ardito et al. 2013)

## 2.3 Χαρακτηριστικά και οφέλη έξυπνου δικτύου

Τα έξυπνα δίκτυα θεωρούνται ως ο εκσυγχρονισμός και η αναβάθμιση των παραδοσιακών δικτύων ηλεκτρικής ενέργειας με την αρωγή των ΤΠΕ για την επίτευξη ενός πιο αξιόπιστου, αποδοτικού και βιώσιμου δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας. Όπως φαίνεται στην εικόνα 1, τα παραδοσιακά δίκτυα μετέφεραν και διένεμαν την ηλεκτρική ενέργεια από μεγάλες κεντρικές μονάδες παραγωγής σε ένα μεγάλο αριθμό χρηστών/καταναλωτών ακολουθώντας μια μονόδρομη ροή ηλεκτρικής ενέργειας και επικοινωνίας.



**Εικόνα 1.** Η εξέλιξη του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας σε έξυπνο δίκτυο (Πηγή: International Energy Agency (IEA) 2011)

Τα έξυπνα δίκτυα χρησιμοποιούν την αμφίδρομη ροή ηλεκτρικής ενέργειας και επικοινωνίας, επιτρέπουν πιο διεσπαρμένη και μικρής κλίμακας παραγωγή, ενσωματώνουν καινοτόμες τεχνολογίες και δημιουργούν ένα πλήρως αυτοματοποιημένο και προηγμένο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας. Στον πίνακα 3 συνοψίζονται οι διαφορές μεταξύ παραδοσιακού και έξυπνου δικτύου.

**Πίνακας 3.** Σύγκριση μεταξύ παραδοσιακού και έξυπνου δικτύου (Babic 2017)

	<b>Παραδοσιακό Δίκτυο</b>	<b>Έξυπνο Δίκτυο</b>
<b>Υποδομή</b>	Ηλεκτρομηχανολογική	Ψηφιακή
<b>Επικοινωνίες</b>	Μονόδρομη επικοινωνία	Αμφίδρομη επικοινωνία
<b>Τύπος παραγωγής</b>	Συγκεντρωμένη παραγωγή	Διεσπαρμένη παραγωγή
<b>Τοπολογία</b>	Ιεραρχική	Δίκτυο
<b>Εγκατάσταση αισθητήρων</b>	Ελάχιστοι αισθητήρες	Αισθητήρες παντού
<b>Ικανότητες παρακολούθησης</b>	Τυφλό	Αυτοέλεγχος
<b>Ανάρρωση δικτύου</b>	Χειροκίνητη αποκατάσταση	Αυτό-ανάρρωση
<b>Αξιοπιστία</b>	Αποτυχίες και διακοπές ρεύματος	Προσαρμοστικότητα και νησιδοποίηση
<b>Δοκιμές</b>	Χειροκίνητες δοκιμές	Απομακρυσμένες δοκιμές
<b>Έλεγχος ροής ισχύος</b>	Περιορισμένος έλεγχος	Διάχυτος έλεγχος
<b>Συμμετοχή καταναλωτών</b>	Καμία συμμετοχή	Ενεργή συμμετοχή

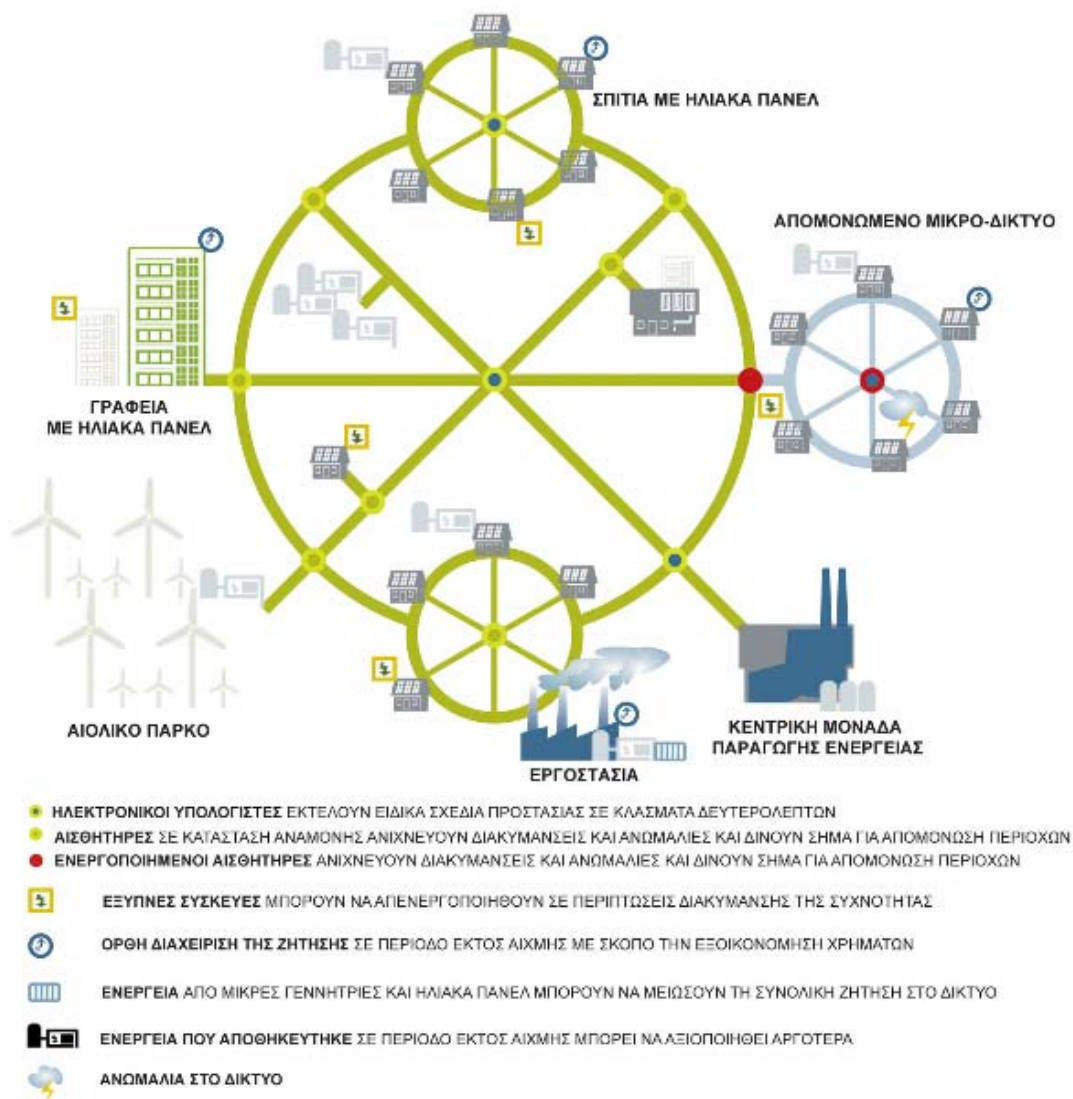
Οι Eswar (2015) στο *Smart Grid – Future for Electrical Systems* και η International Energy Agency - IEA (2011) στο *Technology Roadmap – Smart Grids* παρουσιάζουν και αναλύουν τα πολλά και μοναδικά χαρακτηριστικά ενός έξυπνου δικτύου, τα οποία περιγράφονται αναλυτικά στον παρακάτω πίνακα 4:

**Πίνακας 4.** Χαρακτηριστικά έξυπνων δικτύων (Eswar 2015, IEA 2011, Καλογεροπούλου 2015)

<b>ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ</b>	<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ</b>
Αξιοπιστία	Η ικανότητα ανίχνευσης σφαλμάτων, αυτό-ίασης του δικτύου σε περίπτωση διαταραχών, επιθέσεων και φυσικών καταστροφών και απομόνωσης των προβληματικών σημείων ώστε να εξασφαλίζεται η αξιόπιστη παροχή ηλεκτρικής ενέργειας και υπηρεσιών προς τους καταναλωτές αλλά και η βέλτιστη διαχείριση του δικτύου.
Ευελιξία	Η ικανότητα διαχείρισης αμφίδρομων ροών ηλεκτρικής ενέργειας και η ανθεκτικότητα σε περιπτώσεις ζητημάτων ασφάλειας και αξιοπιστίας λόγω της δυνατότητας του να ενισχύεται με έξυπνα συστήματα ασφάλειας δικτύου και να ανταποκρίνεται σε όλες τις πηγές παραγωγής ενέργειας.
Αποδοτικότητα	Το έξυπνο δίκτυο συνεισφέρει στη συνολική λειτουργική

	απόδοση των ενεργειακών υποδομών και είναι ικανό να αντιμετωπίσει την αυξημένη ζήτηση των καταναλωτών χωρίς πρόσθετες υποδομές.
Ρύθμιση/ εξισορρόπηση φορτίου	Ένα έξυπνο δίκτυο έχει την ικανότητα προειδοποίησης για προσωρινή ή συνεχή μείωση του φορτίου σε περίπτωση ραγδαίας αύξησης της κατανάλωσης.
Τιμολόγηση πραγματικού χρόνου	Επιτρέπει στους καταναλωτές μέσω των προηγμένων τεχνολογιών μέτρησης και απομακρυσμένου ελέγχου να γνωρίζουν και να προσαρμόζουν την κατανάλωσή τους σε πραγματικό χρόνο για αποφυγή υπερτιμολόγησης.
Βιωσιμότητα	Η ικανότητα αντιμετώπισης των προκλήσεων από τη διείσδυση ανανεώσιμων πηγών στο δίκτυο αλλά και αποτελεσματικής διαχείρισης των διακυμάνσεων της διεσπαρμένης παραγωγής προσφέρει έναν βιώσιμο τρόπο παροχής ηλεκτρικής ενέργειας στην ανθρωπότητα.
Υποστήριξη απόκρισης ζήτησης	Ένα έξυπνο δίκτυο εξασφαλίζει την εξισορρόπηση της προσφοράς και ζήτησης λόγω της ικανότητάς του να δέχεται ενέργεια από οποιαδήποτε πηγή καυσίμων και επιτρέπει την αλληλεπίδραση παραγωγών και καταναλωτών με αυτοματοποιημένο τρόπο και σε πραγματικό χρόνο.
Πλατφόρμα για προηγμένες υπηρεσίες	Η χρήση ισχυρής αμφίδρομης επικοινωνίας, οι προηγμένοι αισθητήρες και η τεχνολογία κατανεμημένων υπολογιστών βελτιώνουν την αξιοπιστία, την αποτελεσματικότητα και την ασφάλεια του δικτύου. Επίσης, ενεργοποιεί νέα προϊόντα, υπηρεσίες και αγορές ή βελτιστοποιεί τις ήδη υπάρχουσες.
Έξυπνη μέτρηση	Η έξυπνη μέτρηση είναι μια στοιχειώδη συνιστώσα του έξυπνου δικτύου. Οι έξυπνοι μετρητές συλλέγουν αυτόματα και ανά τακτά χρονικά διαστήματα τα μετρητικά δεδομένα των καταναλωτών με μεγαλύτερη λεπτομέρεια σε σχέση με ένα συμβατό μετρητή και παρέχουν τη δυνατότητα αμφίδρομης επικοινωνίας των πληροφοριών και αξιόπιστης μέτρησης της κατανάλωσης.

Μετά από εκτεταμένη επισκόπηση οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι η τεχνολογία είναι μόνο το κλειδί για την επίτευξη των επιμέρους στόχων ενός έξυπνου δικτύου. Οι δυνατότητες και τα λειτουργικά του χαρακτηριστικά παρουσιάζονται στην εικόνα 2 που ακολουθεί. Τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά είναι αυτά που το κάνουν «έξυπνότερο» στο σύνολό του.



**Εικόνα 2.** Δυνατότητες και λειτουργικά χαρακτηριστικά έξυπνου δικτύου (Πηγή: Greenpeace 2009)

Σύμφωνα με τους Livieratos et al. (2013), τα αναμενόμενα οφέλη από ένα έξυπνο δίκτυο τόσο για τις επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας, όσο και για τους τελικούς καταναλωτές, μπορούν να ομαδοποιηθούν σε τέσσερις κατηγορίες: λειτουργικά, οικονομικά, περιβαλλοντικά/κοινωνικά και τα συνεπαγόμενα με την ασφάλεια οφέλη:

**Τα λειτουργικά οφέλη υφίστανται εφόσον** ενισχύεται η εποπτεία, η διαχείριση και η αξιοπιστία του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας και βελτιώνεται η ανθεκτικότητά του ως προς τις βλάβες και τις διακοπές ρεύματος με αποτέλεσμα την καλύτερη ποιότητα υπηρεσιών στους καταναλωτές και την γενικότερη αύξηση της αποδοτικότητας του συστήματος.

**Τα Οικονομικά οφέλη προκύπτουν** από τη σημαντική μείωση των τεχνικών απωλειών στο δίκτυο διανομής και στο φορτίο αιχμής, τη βελτιωμένη ακρίβεια έξυπνης μέτρησης, τη σημαντική μείωση των αποτυχιών και διακοπών, τη δραστική μείωση των ρευματοκλοπών και την εξοικονόμηση στους λογαριασμούς (για τους καταναλωτές).

**Τα Περιβαλλοντικά και κοινωνικά οφέλη από τα έξυπνα δίκτυα δημιουργούνται** καθώς μειώνονται οι απώλειες αλλά και το ποσοστό των ορυκτών καυσίμων από το συνολικό μείγμα παραγωγής, εισάγονται μέθοδοι παραγωγής φιλικότερες προς το περιβάλλον και δίνεται η δυνατότητα της προσαρμογής της κατανάλωσης στην παραγωγή μέσω της ενσωμάτωσης και αποτελεσματικής διαχείρισης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και διεσπαρμένης παραγωγής.

**Τα συνεπαγόμενα με την ασφάλεια οφέλη συνδέονται** με την ενισχυμένη παρακολούθηση και επιτήρηση του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας, τα οποία αυξάνουν την ισχύ και την αντοχή του, τόσο τη φυσική όσο και από πλευράς κυβερνοχώρου.

## **2.4 Τεχνολογίες που εκπληρώνουν τις υποσχέσεις του έξυπνου δικτύου**

Την τελευταία δεκαετία η ανάπτυξη των υποδομών ΤΠΕ παγκοσμίως είναι εκπληκτική. Τα καλώδια οπτικών ινών (η ραχοκοκαλιά των σημερινών δικτύων επικοινωνίας) από 95 δισεκατομμύρια χιλιόμετρα το 2000 αυξήθηκαν σε 180 δισεκατομμύρια χιλιόμετρα το 2011. Οι συνδρομητές κινητής τηλεφωνίας ανέρχονταν σε 6,3 δισεκατομμύρια το 2012, ενώ οι χρήστες του διαδικτύου σε περισσότερους από 2,75 δισεκατομμύρια το 2013. Η πανταχού παρούσα και εκτεταμένη τεχνολογία και υποδομή της πληροφορικής και των επικοινωνιών αποτελεί επίσης τη βάση για τις περισσότερες τεχνολογίες των έξυπνων δικτύων (Cheng 2014). Πέρα από τις ΤΠΕ, οι βασικότερες τεχνολογίες που

απαιτούνται για την εκπλήρωση των καθορισμένων στόχων ενός έξυπνου δικτύου, όπως χαρακτηριστικά αναφέρονται από τους Cheng 2014, Eswar 2015, IEA 2011, Kharat et al. 2016 είναι οι εξής:

- **Έξυπνοι μετρητές και Αυτοματοποιημένη Υποδομή Μέτρησης (Smart Meters and Automated Metering Infrastructure - AMI)**

Οι έξυπνοι μετρητές είναι ηλεκτρονικοί μετρητές, οι οποίοι είναι πιο ευφυείς και ευπροσάρμοστοι από το συμβατικό μετρητή και αποτελούν το θεμέλιο για την αναβάθμιση του υπάρχοντος ηλεκτρικού δικτύου σε έξυπνο δίκτυο. Ο έξυπνος μετρητής καθιστά δυνατή την ψηφιακή μέτρηση της κατανάλωσης και παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας αλλά και την ανάγνωση και εμφάνιση των δεδομένων κατανάλωσης σε σύντομα χρονικά διαστήματα, συνήθως 15 λεπτών. Ένας αυτόνομος έξυπνος μετρητής δε διαθέτει τη λειτουργία της ασύρματης αμφίδρομης επικοινωνίας μεταξύ χρηστών και παρόχου, αλλά αυτό επιτυγχάνεται με την Αυτοματοποιημένη Υποδομή Μέτρησης. Στην εικόνα 3 παρουσιάζεται ο τρόπος λειτουργίας ενός έξυπνου μετρητή και της Αυτοματοποιημένης Υποδομής Μέτρησης.



**Εικόνα 3.** Τρόπος λειτουργίας έξυπνου μετρητή και Αυτοματοποιημένης Υποδομής Μέτρησης (Πηγή: Spielberg 2017)

Η Αυτοματοποιημένη Υποδομή μέτρησης συνδυάζει έξυπνες δικτυακές συσκευές και έξυπνες διαδικασίες μέτρησης και εκτελεί πολλαπλές λειτουργίες, όπως αυτόματη ανάγνωση μετρητή, διασύνδεση με συστήματα διαχείρισης και υποστήριξης πελατών (Eid et al. 2016).



- **Απόκριση Ζήτησης και Αυτοματοποιημένη Απόκριση Ζήτησης (Demand Response – DR and Automated Demand Response – ADR)**

Η Απόκριση Ζήτησης αναφέρεται στην ενεργό συμμετοχή του πελάτη, η οποία ζητείται από το φορέα εκμετάλλευσης του δικτύου προκειμένου να αυξομειωθεί η παραγωγική διαδικασία ή η διάθεση ηλεκτρικών φορτίων. Συνδέεται ιδιαίτερα με τους αυτοματισμούς οικιακών δικτύων και τη διεσπαρμένη παραγωγή. Η αυτοματοποιημένη απόκριση ζήτησης ενσωματώνει ειδικό λειτουργικό Η/Υ για τον έλεγχο έξυπνων συσκευών των τελικών χρηστών.

Η αυτοματοποιημένη απόκριση ζήτησης επιτρέπει την αμφίδρομη επικοινωνία, τη μετάδοση των καταναλώσεων σε πραγματικό χρόνο, την πρόβλεψη της κλιμάκωσης της κατανάλωσης και προτείνει τη μεταφορά ενεργοβόρων διαδικασιών προς διαφορετικά χρονικά διαστήματα. Θεωρητικά είναι επιθυμητή η ύπαρξη μέσων όπως απόκριση ζήτησης και αυτοματοποιημένη απόκριση ζήτησης για τον έλεγχο της πλευράς της ζήτησης, καθώς βελτιώνεται η ευελιξία του δικτύου.

- **Μονάδες Μέτρησης Φασιθετών και Σύστημα Παρακολούθησης Ευρείας Περιοχής (Phasor Measurement Units – PMU and Wide Area Monitoring System – WAMS)**

Οι Μονάδες Μέτρησης Φασιθετών είναι αισθητήρες υψηλής ακρίβειας που καταγράφουν πληροφορίες δευτερολέπτου σχετικά με τις συνθήκες τάσης, τις ροές ισχύος στο δίκτυο χρησιμοποιώντας μια κοινή πηγή χρόνου για συγχρονισμό. Οι φασιθέτες είναι αναπαραστάσεις του μεγέθους και της φάσης εναλλασσόμενης τάσης σε ένα σημείο του δικτύου.

Οι αισθητήρες αυτοί αναπτύσσονται σε κεντρικά ή στρατηγικά σημεία του δικτύου (π.χ. σημεία διασύνδεσης ή υποσταθμούς) σχηματίζοντας ένα Σύστημα Παρακολούθησης Ευρείας Περιοχής, το οποίο αντιδρά εγκαίρως σε τυχόν διαταραχές. Οι Μονάδες Μέτρησης Φασιθετών και το Σύστημα Παρακολούθησης Ευρείας Περιοχής είναι ιδιαίτερα επωφελής για μαζικές μεταφορές ισχύος μεγάλου μήκους και για δίκτυα που εκτείνονται σε μια μεγάλη περιοχή καθώς εξασφαλίζουν την ασφάλεια του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας.

- **Ευέλικτα Συστήματα Μεταφοράς Εναλλασσόμενου Ρεύματος και τεχνολογίες Συνεχούς Ρεύματος Υψηλής Τάσης (Flexible AC Transmission System – FACTS and High Voltage DC – HVDC)**

Τα Ευέλικτα Συστήματα Μεταφοράς Εναλλασσόμενου Ρεύματος και οι τεχνολογίες Συνεχούς Ρεύματος Υψηλής Τάσης διευκολύνουν και μεγιστοποιούν τη δυνατότητα μεταφοράς ισχύος και την ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο δίκτυο καθώς χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο των δικτύων μεταφοράς (π.χ. για ανεξέλεγκτες ροές ισχύος). Ο συνδυασμός της ενσωματωμένης επικοινωνίας και ελέγχου των Ευέλικτων Συστημάτων Μεταφοράς Εναλλασσόμενου Ρεύματος και των τεχνολογιών Συνεχούς Ρεύματος Υψηλής Τάσης διασφαλίζει τη μεγαλύτερη ευελιξία του συστήματος καθώς επίσης την αξιοπιστία του εφοδιασμού και την ποιότητα ισχύος (Hossain et al. 2013).

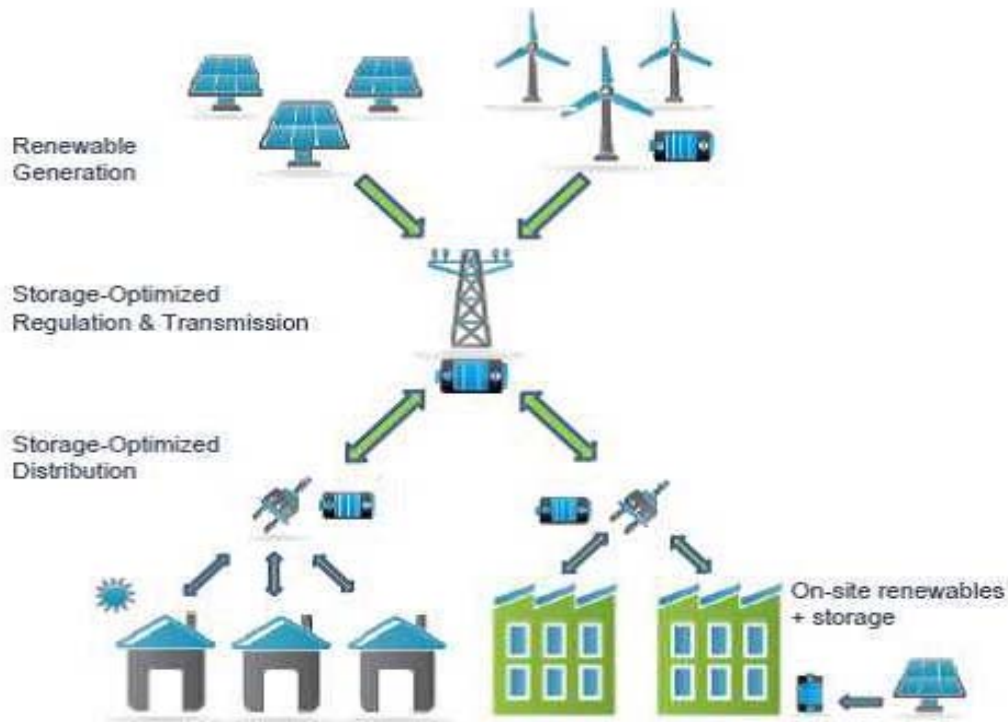
- **Διαχείριση Δικτύου Διανομής (Distribution Grid Management – DGM)**

Η διαχείριση του μεγάλου πλήθους αυτοματισμών και αισθητήρων των υποσταθμών ενός δικτύου διανομής μέσω των Προηγμένων Αυτοματισμών Διανομής (Advanced Distribution Automations) μειώνει σημαντικά τη διάρκεια διακοπών ρεύματος, διατηρεί το επίπεδο τάσης σταθερό και βελτιώνει τη διαχείριση των περιουσιακών στοιχείων καθώς έχει τη δυνατότητα επεξεργασίας των πληροφοριών που σχετίζονται με τα σφάλματα, την τάση ή τη διεσπαρμένη παραγωγή σε πραγματικό χρόνο. Οι τεχνολογίες των αισθητήρων επιτρέπουν τη συντήρηση των στοιχείων/εξαρτημάτων του δικτύου, την αποτελεσματική χρήση των στοιχείων ενεργητικού και βελτιστοποιούν την απόδοση του εξοπλισμού.

- **Συστήματα Αποθήκευσης Ενέργειας (Energy Storage Systems)**

Τα Συστήματα Αποθήκευσης Ενέργειας μπορούν να εκμεταλλευτούν το πλήρες δυναμικό της διεσπαρμένης παραγωγής (εικόνα 4) ενισχύοντας την αξιοπιστία και την αποδοτικότητα του δικτύου. Τα συστήματα αυτά διατηρούν διαθέσιμη την ενέργεια απευθείας στο δίκτυο και μειώνουν τις διακυμάνσεις στο ηλεκτρικό φορτίο, τις απώλειες ισχύος και το κόστος παραγωγής και επέκτασης του δικτύου. Σε περιπτώσεις δε υπερπαραγωγής ενέργειας, η ύπαρξη ενός διεσπαρμένου

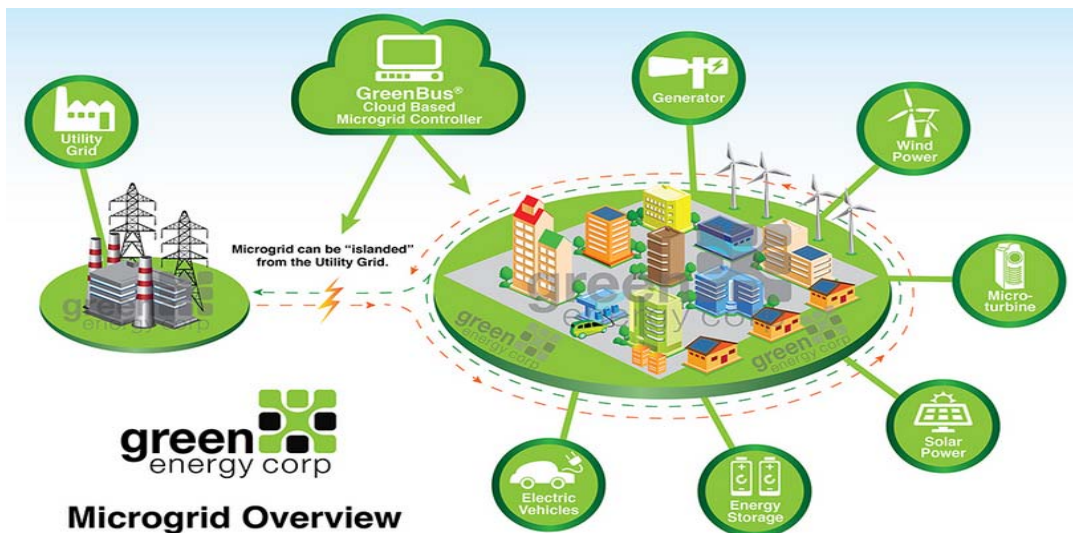
συστήματος αποθήκευσης αυξάνει τη συνολική απόδοση και αντισταθμίζει τη μεταβλητότητα των ΑΠΕ (Adrito et al. 2013). Η πιο διαδεδομένη μορφή αποθήκευσης ενέργειας είναι η χρήση μπαταριών (νατρίου, ιόντων λιθίου κ.λπ.).



**Εικόνα 4.** Διεσπαρμένη παραγωγή και συστήματα αποθήκευσης ενέργειας (Πηγή: Ψωμάς 2016)

- **Μικρο-δίκτυα (Micro-grids)**

Τα μικρο-δίκτυα είναι αυτόνομα τοπικά δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας Χαμηλής Τάσης (ΧΤ) έως Μέσης Τάσης (ΜΤ) με περιορισμένους κόμβους που συνδέουν διεσπαρμένους ενεργειακούς πόρους (φωτοβολταϊκή εγκατάσταση, ανεμογεννήτριες, κυψέλες καυσίμου, συσκευές αποθήκευσης ενέργειας). Με άλλα λόγια, ένα μικροδίκτυο είναι ένα μικρό ενεργειακό σύστημα ικανό να εξισορροπήσει τους δεσμευμένους ενεργειακούς πόρους προσφοράς και ζήτησης προκειμένου να διατηρήσει σταθερή την εξυπηρέτηση εντός ενός καθορισμένου ορίου (Microgrid Institute 2014). Ένα μικρο-δίκτυο, έχοντας τη δυνατότητα της νησιδοποίησης, είναι πιο ανθεκτικό στις διαταραχές. Μια επισκόπηση της λειτουργίας ενός μικρο-δικτύου δίνεται στην εικόνα 5.



Εικόνα 5. Επισκόπηση της λειτουργίας ενός μικρο-δικτύου (Πηγή: Green energy corp 2017)

- **Υποδομή φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων (Electric vehicle charging infrastructure - EVCI)**

Η υποδομή φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων δίνει τη δυνατότητα χρέωσης, προγραμματισμού και άλλων έξυπνων χαρακτηριστικών για έξυπνη φόρτιση ηλεκτρικών οχημάτων, δηλαδή φόρτιση από το δίκτυο σε οχήματα (grid-to-vehicle) κατά τη διάρκεια χαμηλής ζήτησης ενέργειας. Μακροπρόθεσμα θεωρείται ότι μεγαλύτερες εγκαταστάσεις φόρτισης θα έχουν την ικανότητα παροχής βοηθητικών υπηρεσιών ισχύος, όπως αποθεματικό δυναμικότητας και ρυθμίσεις οχήματος-προς-δίκτυο (vehicle-to-grid) λειτουργώντας ως συστήματα αποθήκευσης ενέργειας. Ένα υπόδειγμα μιας υποδομής φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων δίνεται στην εικόνα 6.



Εικόνα 6. Υποδομή φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων (Πηγή: NEC 2017)

- **Σύστημα Έξυπνης Προστασίας (Smart Protection System)**

Η αξιοπιστία του συστήματος, η προστασία και η ασφάλεια είναι από τα σημαντικότερα θέματα κατά την έρευνα και το σχεδιασμό ενός έξυπνου δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας λόγω της μεταβλητότητας των ΑΠΕ και των τυχόν τρωτών σημείων των ψηφιακών τους λειτουργιών. Η κυβερνο-ασφάλεια (cyber security) θεωρείται ως μια από τις μεγαλύτερες προκλήσεις για την ασφάλεια ενός έξυπνου δικτύου καθώς εγείρει ζητήματα ασφάλειας και προστασίας εμπορικών και προσωπικών δεδομένων. Ένα σύστημα έξυπνης προστασίας των έξυπνων δικτύων στοχεύει στην αποτροπή όχι μόνο ακούσιων ενεργειών, όπως σφάλματα χρηστών, αποτυχίες εξοπλισμού και φυσικές καταστροφές, που μπορεί να θέσουν σε κίνδυνο την υποδομή ενός έξυπνου δικτύου αλλά και σκόπιμων επιθέσεων στον κυβερνοχώρο, από π.χ. δυσαρεστημένους εργαζόμενους, βιομηχανικούς κατασκόπους και τρομοκράτες, ενισχύοντας την αξιοπιστία του δικτύου.

# Κεφάλαιο 3

## Η Ελληνική Πραγματικότητα

### 3.1 Το Ελληνικό σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας

Το Ελληνικό σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας χωρίζεται στο διασυνδεδεμένο σύστημα της ηπειρωτικής χώρας και στα αυτόνομα ηλεκτρικά συστήματα των νησιών (Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά – ΜΔΝ) όπου ανήκουν τα περισσότερα νησιά του Αιγαίου πελάγους [Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΥΠΕΚΑ) 2012]. Για πολλές δεκαετίες, η παραγωγή, μεταφορά και διανομή ηλεκτρικής ενέργειας ήταν αποκλειστικό αντικείμενο της Δημόσιας Επιχείρησης Ηλεκτρισμού (Δ.Ε.Η.), η οποία λειτουργούσε ως κρατική μονοπωλιακή επιχείρηση παροχής ηλεκτρικής ενέργειας [Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού (ΔΕΗ) 2016].

Κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών ορίστηκε νέο πλαίσιο λειτουργίας της Ελληνικής αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας προκειμένου να υπάρξει σύγκλιση της Ελληνικής νομοθεσίας με τις κατευθυντήριες οδηγίες της Ευρωπαϊκής πολιτικής, διασφάλιση του ενεργειακού εφοδιασμού, αποτελεσματική αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων και της κλιματικής αλλαγής, βιώσιμη ανάπτυξη και προστασία του καταναλωτή αλλά και ορθή λειτουργία της εσωτερικής αγοράς ενέργειας (ΥΠΕΚΑ 2012). Η ΔΕΗ μετατράπηκε σε ανώνυμη εταιρεία με κύριο σκοπό την παραγωγή και προμήθεια ηλεκτρικής ενέργειας και προχώρησε στην απόσχιση των κλάδων Μεταφοράς και Διανομής ηλεκτρικής ενέργειας (ΔΕΗ 2016).

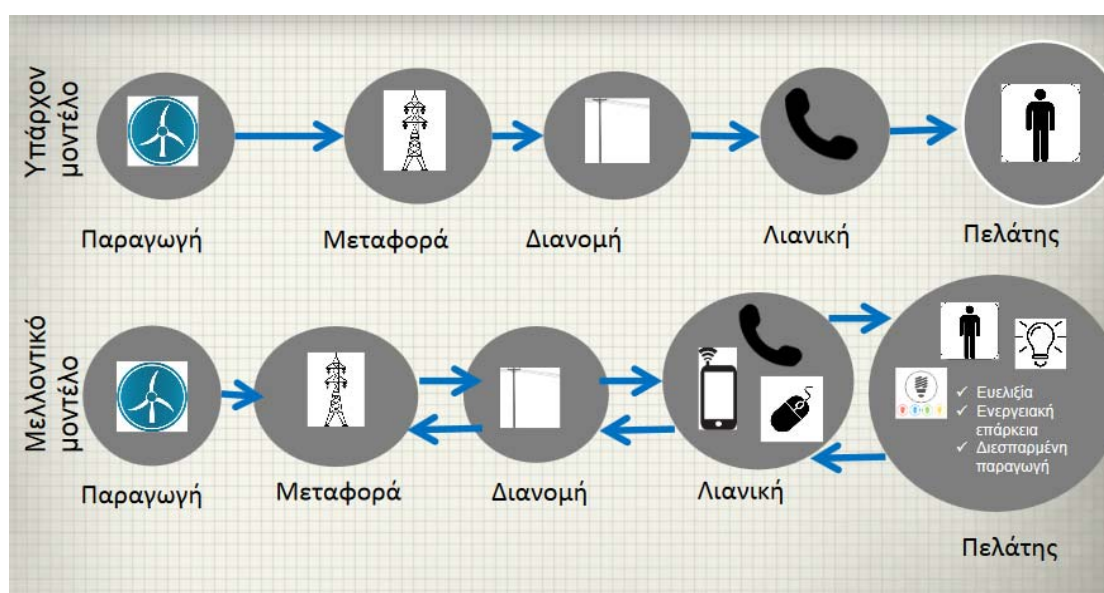
Δημιουργήθηκαν δύο 100% θυγατρικές εταιρείες της ΔΕΗ αλλά ανεξάρτητες λειτουργικά και διοικητικά, η ΑΔΜΗΕ Α.Ε. (Ανεξάρτητος Διαχειριστής Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας) και η ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε. (Διαχειριστής Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας). Ο ΑΔΜΗΕ και ο ΔΕΔΔΗΕ διαχειρίζονται, λειτουργούν, αναπτύσσουν και συντηρούν τα δίκτυα μεταφοράς και διανομής, αντίστοιχα (ΔΕΗ 2016). Η ανεξάρτητη Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ) εποπτεύει την ενεργειακή αγορά και έχει σημαντικά αυξημένες εκτελεστικές αρμοδιότητες σχετικά με τη ρύθμιση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας ([www.rae.gr](http://www.rae.gr)).

Οι τρέχουσες τάσεις σε Ευρωπαϊκό και διεθνές επίπεδο καθώς και οι θέσεις της Ευρωπαϊκής Επιτροπής σχετικά με τον τομέα της ενέργειας και ειδικότερα οι προσπάθειες της για καθαρότερη ενέργεια και βιώσιμη ανάπτυξη θέτουν την εξέλιξη του Ελληνικού συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας σε επίπεδο υψίστης σημασίας. Παρόλο που το κύριο μερίδιο στο μείγμα ηλεκτροπαραγωγής το κατέχουν οι λιγνιτικοί σταθμοί με ποσοστό 56%, ενώ υψηλό είναι και το μερίδιο των πετρελαϊκών προϊόντων (13%) λόγω της κύριας χρήσης τους στα ΜΔΝ, τα τελευταία χρόνια επιτυγχάνεται μια ολοένα και αυξανόμενη διείσδυση των ΑΠΕ τόσο στην ηλεκτροπαραγωγή, όσο και στην τελική χρήση ενέργειας. Το υψηλό ανανεώσιμο δυναμικό που εμφανίζει η Ελλάδα δημιουργεί προοπτικές επενδυτικού ενδιαφέροντος με σημαντικά άμεσα οφέλη στην εγχώρια οικονομία καθώς επίσης και αναπτυξιακές προοπτικές και νέες θέσεις εργασίας (ΥΠΕΚΑ 2012).

Στόχος της εθνικής ενεργειακής πολιτικής αποτελεί η αξιόπιστη, προσιτή και επαρκής παροχή ενέργειας και ενεργειακών υπηρεσιών σε κάθε καταναλωτή και η ενίσχυση του ρόλου του στην αγορά. Δεδομένου ότι οι στόχοι της Ευρωπαϊκής πολιτικής για την Ελλάδα έως το 2020 απαιτούν την υιοθέτηση και εφαρμογή συγκεκριμένων πολιτικών αλλά και την έγκαιρη διείσδυση και συμμετοχή των ΑΠΕ στο ενεργειακό σύστημα, η ανάπτυξη των έξυπνων δικτύων αποτελεί μονόδρομο για τη μετάβαση της Ελλάδας στην ενεργειακή αγορά του μέλλοντος (ΥΠΕΚΑ 2012). Τα έξυπνα δίκτυα οδηγούν στην καθαρότερη ενέργεια και στη βιώσιμη ανάπτυξη και ανοίγουν τον δρόμο για μεγαλύτερες επενδύσεις και ανταγωνισμό. Οι δυνατότητές τους παρέχουν περισσότερη ανανεώσιμη ενέργεια στους καταναλωτές και περισσότερες έξυπνες επιλογές οικονομικής και αποδοτικής χρήσης ή παραγωγής ενέργειας. Παράλληλα επιτρέπουν τη

δημιουργία ενεργών καταναλωτών μέσω καινοτόμων τεχνολογιών και αυτοματισμών (Χατζηαργυρίου 2015α).

Στο Ελληνικό σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας η παραγωγή και η διανομή ηλεκτρικής ενέργειας δραστηριοποιούνται απολύτως ανταγωνιστικά λόγω της συμμετοχής παράλληλα με τη ΔΕΗ και ιδιωτικών επιχειρήσεων. Όσον αφορά το σκέλος της παραγωγής, η ΔΕΗ συμμετέχει με ποσοστό περίπου 60%, ενώ οι εναλλακτικοί παραγωγοί και οι ΑΠΕ με ποσοστό 14% και 25% αντίστοιχα. Στη διανομή ηλεκτρικής ενέργειας το ποσοστό συμμετοχής της ΔΕΗ ανέρχεται σε 92%, ενώ των εναλλακτικών προμηθευτών σε 8% (Παρασκευόπουλος-Κόλλιας 2016). Όπως διακρίνεται στο σχήμα 3, διαμορφώνεται πλέον ένα νέο πολυσύνθετο αμφίδρομο μοντέλο αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας που καταργεί το παραδοσιακό της παραγωγής-μεταφοράς-διανομής-λιανικής και ενθαρρύνει την ενεργό συμμετοχή των καταναλωτών μέσω μιας αμφίδρομης επικοινωνίας και ροής πληροφοριών (Χατζηαργυρίου 2016α).



**Σχήμα 3.** Υπάρχον και μελλοντικό μοντέλο αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας (Πηγή: [www.deddie.gr](http://www.deddie.gr))

Το νέο αυτό μοντέλο χαρακτηρίζεται από την είσοδο νέων παικτών στην Ελληνική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας (D'Almeida 2013), όπως:

- Καταναλωτές/παραγωγοί (prosumers): Καταναλωτές με τον πρόσθετο ρόλο της αυτο-παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ή/και αποθήκευσης για ιδιωτικές, καθημερινές ανάγκες.



- Aggregators: Μεσολαβητής ενέργειας για λογαριασμό ομάδας καταναλωτών ή ομάδας prosumers.
- Εταιρείες ενεργειακών υπηρεσιών: Παροχή ευρείας γκάμας ολοκληρωμένων ενεργειακών λύσεων, συμπεριλαμβανομένων και των σχεδιασμών εξοικονόμησης ενέργειας.
- Προμηθευτές αποθήκευσης ενέργειας: Παροχή προϊόντων και υπηρεσιών αποθήκευσης ενέργειας, συμπεριλαμβανομένης της συντήρησης και της λειτουργίας τους.
- Προμηθευτές εξοπλισμού και συστημάτων ΤΠΕ: Πωλήσεις προϊόντων και υπηρεσιών ΤΠΕ.
- Πάροχοι τηλεπικοινωνιών: Παροχή τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών.
- Πάροχοι υπηρεσιών επεξεργασίας δεδομένων: Παροχή υπηρεσιών επεξεργασίας δεδομένων με σεβασμό στην ιδιωτική ζωή των καταναλωτών.

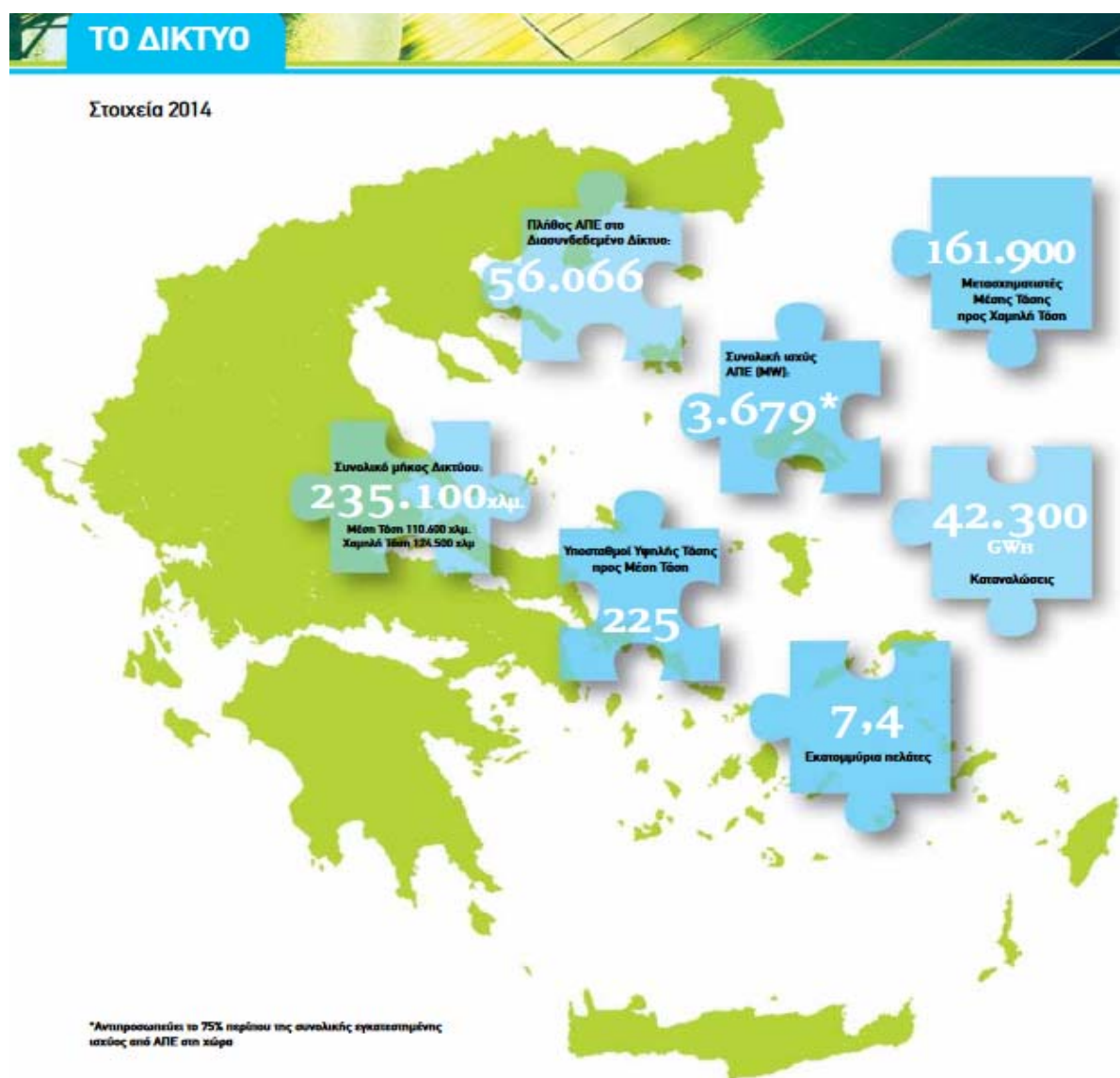
## 3.2 Η περίπτωση της ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε. και ο ρόλος της στην ανάπτυξη των έξυπνων δικτύων στην Ελλάδα

Η ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε. (Διαχειριστής του Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας – επίσημη ιστοσελίδα [www.deddie.gr](http://www.deddie.gr)) (εικόνα 7) είναι ανώνυμη εταιρεία και αποτελεί 100% θυγατρική της ΔΕΗ. Συστάθηκε το 2012, σε εφαρμογή του Ν.4001/2011 στο πλαίσιο προσαρμογής στην Οδηγία 2009/72 της Ευρωπαϊκής Ένωσης [Ευρωπαϊκή Επιτροπή (Ε.Ε.) 2009] και είναι αρμόδια για τη διαχείριση του Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΕΔΔΗΕ). Η ΔΕΗ εξακολουθεί να έχει την κυριότητα των δικτύων διανομής έχοντας λάβει σχετική άδεια αποκλειστικότητας, αλλά έχει προβεί σε υποχρεωτική παραχώρηση της διαχείρισής τους στο ΔΕΔΔΗΕ (ΔΕΗ 2016).



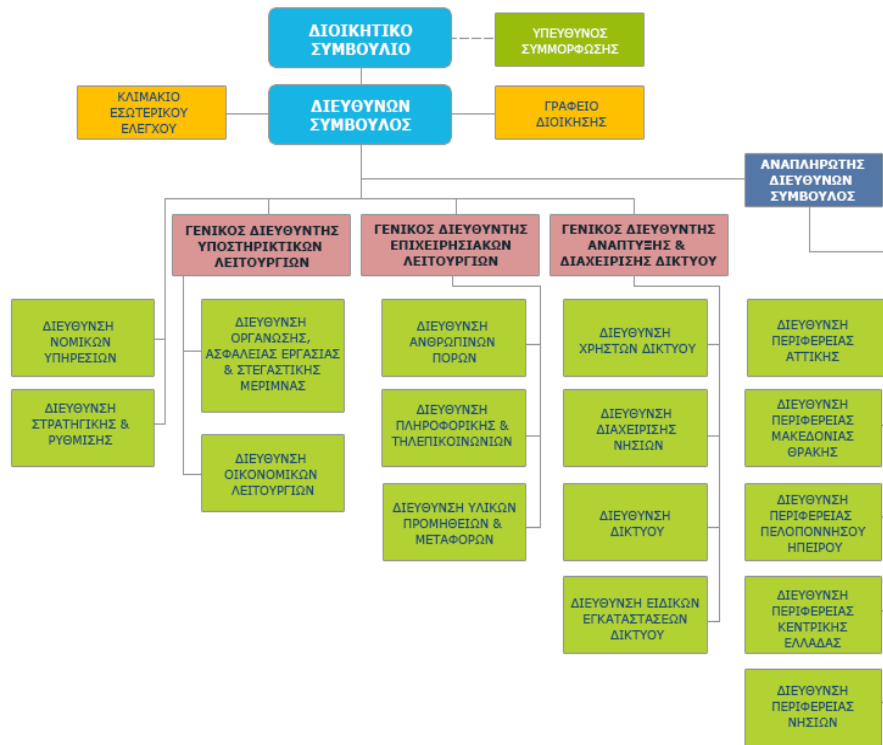
Εικόνα 7. Λογότυπο της ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε. (Πηγή: [www.deddie.gr](http://www.deddie.gr))

Σήμερα, η ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε. είναι η πέμπτη μεγαλύτερη εταιρεία διανομής ηλεκτρικής ενέργειας στην Ευρώπη, με περίπου 7,5 εκατομμύρια πελάτες Μέσης και Χαμηλής Τάσης (ΜΤ & ΧΤ). Τα δίκτυα διανομής εκτείνονται σε μήκος 236.000 χλμ. και είναι διασυνδεδεμένες στο δίκτυο 56.000 ΑΠΕ. Οι 225 υποσταθμοί Υψηλής προς Μέση Τάση (Υ/Σ ΥΤ/ΜΤ) κατανέμονται σε μεγαλύτερο ποσοστό στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα (199 Υ/Σ ΥΤ/ΜΤ) και σε μικρότερο στα Μη Διασυνδεδεμένα νησιά (26 Υ/Σ ΥΤ/ΜΤ) (εικόνα 8).



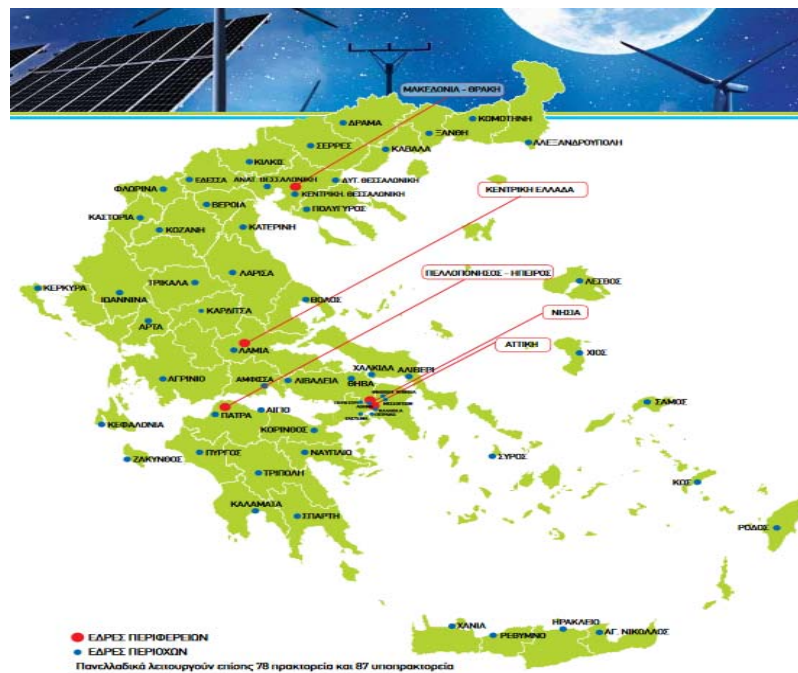
**Εικόνα 8.** Ποσοτικά μεγέθη του δικτύου Διανομής (Πηγή: ΔΕΔΔΗΕ 2017α)

Η εταιρεία απασχολεί περίπου 7.000 άτομα και χαρακτηρίζεται ως ένας από τους μεγαλύτερους εργοδότες της χώρας (Χατζηαργυρίου 2015α). Στο οργανόγραμμά της (σχήμα 4), παρατηρούμε πως αναπτύσσονται διάφορες οργανωτικές δομές.



Σχήμα 4. Το οργανόγραμμα της ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε. (Πηγή: ΔΕΔΔΗΕ 2017α)

Οι οργανωτικές της δομές εκτείνονται στο σύνολο της Ελληνικής επικράτειας, όπως παρουσιάζεται στην εικόνα 9.



Εικόνα 9. Η οργάνωση του δικτύου Διανομής πανελλαδικά (Πηγή: ΔΕΔΔΗΕ 2017α)

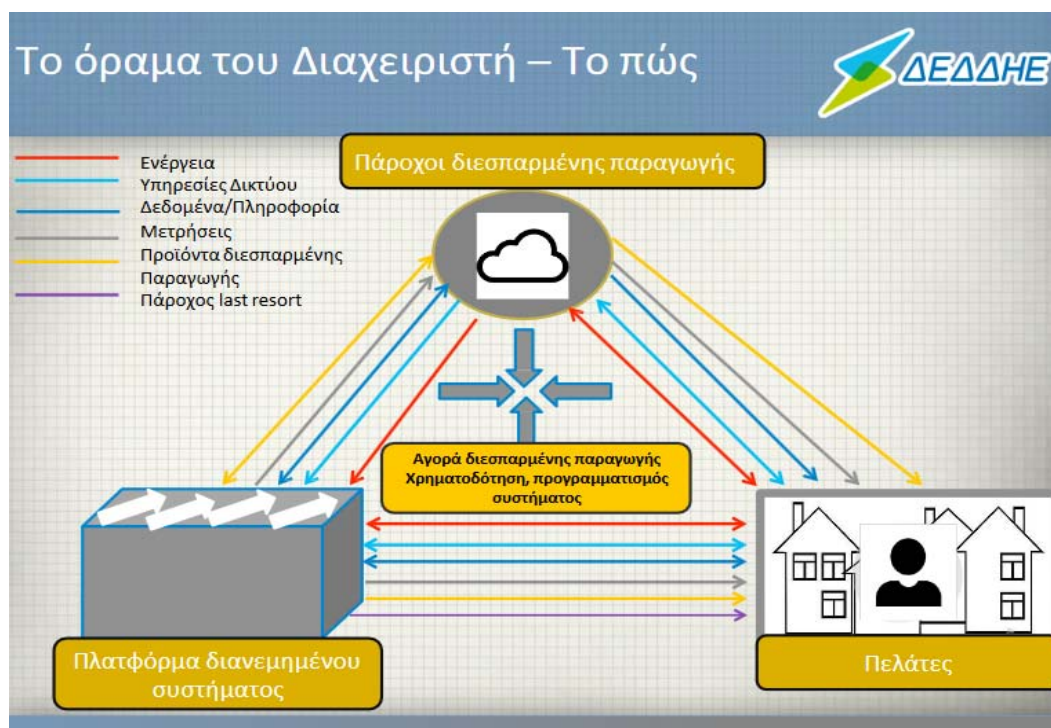
Αποστολή του ΔΕΔΔΗΕ είναι η αποδοτική και αποτελεσματική λειτουργία, ανάπτυξη και συντήρηση του Δικτύου Διανομής ηλεκτρικής ενέργειας της χώρας, η διαχείριση των συστημάτων των Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών (ΜΔΝ), η διασφάλιση της αμερόληπτης, οικονομικής, διαφανούς και ισότιμης πρόσβασης των χρηστών (καταναλωτών, παραγωγών, προμηθευτών) στο δίκτυο όπως επίσης και η διασφάλιση της λειτουργίας της αγοράς προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας σύμφωνα με τον Κώδικα Διαχείρισης ΕΔΔΗΕ [Απόφαση ΡΑΕ 395/2017 (ΦΕΚ Β' 78)]. Βασικοί του στόχοι είναι η βελτίωση της ποιότητας εξυπηρέτησης και ποιότητας ενέργειας με το χαμηλότερο δυνατό λειτουργικό κόστος και τη μέγιστη αύξηση της παραγωγικότητας ([www.deddie.gr](http://www.deddie.gr)).

Ο ΔΕΔΔΗΕ στο πλαίσιο προσαρμογής του σε μια αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία εξελίσσεται συνεχώς και προκειμένου να παράσχει τις υπηρεσίες του με αποδοτικό, αειφόρο, οικονομικό και ασφαλές τρόπο προωθεί τον εκσυγχρονισμό του δικτύου του χρησιμοποιώντας καινοτόμες τεχνολογίες. Βασική του επιδίωξη είναι η μετατροπή του δικτύου σε ένα έξυπνο δίκτυο. Για το σκοπό αυτό υλοποιεί και συντονίζει πολλά έργα έξυπνων δικτύων. Το επενδυτικό του σχέδιο αγγίζει τα 1,25 δισεκατομμύρια ευρώ έως το 2020. Η στρατηγική που ακολουθεί είναι πελατοκεντρική και στηρίζεται αποκλειστικά στην εισαγωγή καινοτόμων τεχνολογιών ώστε να δημιουργηθούν οι κατάλληλες προϋποθέσεις και υποδομές για καθαρότερη και οικονομικότερη ενέργεια, αναβαθμισμένες υπηρεσίες προς όλους τους χρήστες και ταυτόχρονα να τονωθεί η εγχώρια οικονομία (Eurelectric 2016, [www.deddie.gr](http://www.deddie.gr), Χατζηαργυρίου 2016β, Χατζηαργυρίου 2015α).

Στο νέο περιβάλλον των έξυπνων δικτύων ο ρόλος του ΔΕΔΔΗΕ διευρύνεται. Ο ΔΕΔΔΗΕ καλείται να υποστηρίξει ένα νέο πολύπλοκο σύστημα διανομής που περιλαμβάνει διεσπαρμένη παραγωγή, εγκαταστάσεις αποθήκευσης ενέργειας, απόκριση ζήτησης, ενεργούς καταναλωτές και κατά συνέπεια πλήθος δεδομένων, εφαρμόζοντας ενεργές λύσεις διαχείρισης. Δεδομένου ότι η ευελιξία είναι μια σημαντική πτυχή αυτού του νέου ενεργού συστήματος, ο νέος ρόλος του ΔΕΔΔΗΕ ως Διαχειριστής Συστήματος Διανομής (Distribution System Operator – DSO) είναι καθοριστικής σημασίας. Οι Διαχειριστές Συστήματος Διανομής δημιουργούν το θεμέλιο της έξυπνης παρακολούθησης του δικτύου, της βελτιωμένης μέτρησης, του ελέγχου και της αυτοματοποίησης των λειτουργιών με στόχο τη βέλτιστη εκπλήρωση των υποχρεώσεών τους και την

εξασφάλιση ασφαλούς και ποιοτικής λειτουργίας του δικτύου διανομής (Eurelectric 2016).

Ο ρόλος του ΔΕΔΔΗΕ στη λειτουργία της αγοράς και στην προμήθεια ηλεκτρικής ενέργειας αναβαθμίζεται ταυτόχρονα με την ανάπτυξη των έξυπνων δικτύων. Ο ΔΕΔΔΗΕ αρχίζει να αποτελεί βασικό ανεξάρτητο παράγοντα στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, χάριν της δυνατότητάς του να αλληλεπιδρά με τους πελάτες λιανικής, τους παρόχους ενέργειας και το διαχειριστή του συστήματος Μεταφοράς. Όπως παρουσιάζεται στην εικόνα 10, ο ΔΕΔΔΗΕ σταδιακά μπορεί να αναλάβει το ρόλο παρόχου και λειτουργού μιας πλατφόρμας διανομής ενέργειας, η οποία θα παρέχει τη δυνατότητα αξιοποίησης των διεσπαρμένων ενεργειακών πόρων για την εύρυθμη λειτουργία του δικτύου αλλά και θα προσφέρει ένα ευέλικτο μέσο διάθεσης νέων ενεργειακών προϊόντων και υπηρεσιών που θα συνεισφέρουν στη βελτίωση της αποδοτικότητας του συστήματος και της ποιότητας των υπηρεσιών (Χατζηαργυρίου 2017).



**Εικόνα 10.** Ο ρόλος της ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε. ως παρόχου και λειτουργού μιας πλατφόρμας διανομής ενέργειας (Πηγή: [www.deddie.gr](http://www.deddie.gr))

Διαπιστώνουμε ότι οι DSOs αποτελούν το βασικό πυλώνα της Ευρωπαϊκής ενεργειακής στρατηγικής αν λάβουμε υπόψη ότι, από το σύνολο των 600 δισεκατομμύρια € που θα

διαθέτουν για επενδύσεις στα δίκτυα της Ευρώπης μέχρι το 2020, τα 400 θα επενδυθούν στα δίκτυα διανομής. Επομένως, ο ΔΕΔΔΗΕ αναδεικνύεται σε βασικό συντελεστή της μετάβασης της Ελλάδας στην οικονομία μηδενικού άνθρακα (Χατζηαργυρίου 2017, Χατζηαργυρίου 2016β).

### **3.3 Εξυπνότερο Ελληνικό ηλεκτρικό δίκτυο: Νέες προκλήσεις για τη ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε.**

Ο ΔΕΔΔΗΕ είναι ο μοναδικός DSO στην Ελλάδα και από τις ελάχιστες εταιρείες διανομής ηλεκτρικής ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση που έχει την ευθύνη των δικτύων διανομής στο Διασυνδεδεμένο και στο Μη διασυνδεδεμένο Σύστημα. Επίσης, είναι πιθανόν να είναι η μόνη εταιρεία διανομής της Ευρώπης που δεν έχει το δίκτυο στην ιδιοκτησία της, καθώς η μητρική εταιρεία (ΔΕΗ Α.Ε.) έχει λάβει σχετική άδεια αποκλειστικότητας των δικτύων διανομής ([www.deddie.gr](http://www.deddie.gr), Χατζής 2016). Η εταιρεία υλοποιεί επενδύσεις στα έξυπνα δίκτυα ύψους πάνω από 250 εκατομμύρια € ετησίως προκειμένου να επιτύχει μεγαλύτερη ενσωμάτωση της διεσπαρμένης παραγωγής από ΑΠΕ και να ενεργοποιήσει τον πολίτη ως καταναλωτή ή/και παραγωγό ώστε να διαμορφώσει την ενεργειακή του συμπεριφορά κάνοντας αποδοτικότερη χρήση της ενέργειας (Χατζηαργυρίου 2015α).

Στο CEDEC (2017) αναφέρεται ότι, οι καταναλωτές θα διαδραματίσουν όλο και πιο ενεργό ρόλο στον ενεργειακό εφοδιασμό και στην κατανάλωση ενέργειας. Μπορούν να γίνουν καταναλωτές/παραγωγοί (prosumers), πάροχοι υπηρεσιών ή ακόμα και επιχειρηματικοί εταίροι (π.χ. σε πιλοτικά έργα), γεγονός που αλλάζει τα επιχειρηματικά μοντέλα των εταιρειών ενέργειας. Σύμφωνα με τους Stephens et al. (2015) οι κοινωνικοί φορείς που εμπλέκονται και επηρεάζονται από την ανάπτυξη ενός έξυπνου δικτύου έχουν περιορισμένη οπτική για τις δυνατότητες και τις προκλήσεις της ευρείας αλλαγής του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας. Η οπτική τους διαμορφώνεται από διαφορετικά ενδιαφέροντα, προτεραιότητες και αντιλήψεις σχετικά με το πως πρέπει να λειτουργεί το μελλοντικό ενεργειακό σύστημα, ποιος θα το ελέγχει, ποιος θα επωφεληθεί από τη λειτουργία τους, ενσωματώνοντας παράλληλα κοινωνικές αξίες, όπως ισότητα, δικαιοσύνη, αποτελεσματικότητα, έλεγχο και αυτονομία.

Η Ελληνική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας επηρεάζεται από την ευθυγράμμιση της χώρας με τις Ευρωπαϊκές πολιτικές στον τομέα της ενέργειας και κυρίως του πλαισίου επίτευξης των στόχων της Ε.Ε. για περιορισμό των εκπομπών CO<sub>2</sub>. Επιπλέον, επηρεάζεται από τις απαισιόδοξες προοπτικές για τη ζήτηση της ηλεκτρικής ενέργειας, δεδομένης της συνεχιζόμενης οικονομικής ύφεσης και από την ανάγκη των καταναλωτών, της βιομηχανίας και των επιχειρήσεων για φθηνότερο κόστος ηλεκτρικής ενέργειας (ΥΠΕΚΑ 2012). Για τη Διακουλάκη (2017) η ευθυγράμμιση της χώρας με την ευρωπαϊκή πορεία στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας προϋποθέτει άμεση αντιμετώπιση των προκλήσεων για την πολιτεία και τις επιχειρήσεις, ώστε να αξιοποιηθούν προς όφελος της οικονομίας, της κοινωνίας και του φυσικού περιβάλλοντος.

Οι μεγαλύτερες προκλήσεις που καλείται να αντιμετωπίσει ο ΔΕΔΔΗΕ για την ανάπτυξη των έξυπνων δικτύων είναι τεχνολογικής, δημοσιονομικής και ρυθμιστικής φύσεως. Τα ρυθμιστικά και κανονιστικά πλαίσια δεν αντικατοπτρίζουν πάντοτε την ανάγκη για επενδύσεις στην ανάπτυξη και την αναβάθμιση του δικτύου, ούτε προωθούν την καινοτομία μέσω κινήτρων απαιτούνται όμως για να εξασφαλιστεί η σωστή χρηματοδότηση της στρατηγικής εκσυγχρονισμού. Σύμφωνα με το κανονιστικό πλαίσιο της ΡΑΕ για την έγκριση του ετήσιου κόστους 2017 για το Ελληνικό Δίκτυο Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΕΔΔΗΕ), τα κίνητρα για την αποδοτικότερη λειτουργία του ΕΔΔΗΕ καθώς και για το σχέδιο ανάπτυξης του δικτύου διαμορφώνονται ανάλογα με την απόδοση του ΔΕΔΔΗΕ κατά τομέα δραστηριότητας (CEDEC 2017, World Bank Group 2015, ΡΑΕ 2016).

Η εισαγωγή συστημάτων ΤΠΕ ή οι έξυπνοι μετρητές ενέχουν τον κίνδυνο παραβίασης της ασφάλειας και επιθέσεων του κυβερνοχώρου (cyber attack/hacking). Η μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση σε ευαίσθητα προσωπικά ή εμπορικά δεδομένα αλλά και στα Κέντρα Ελέγχου του ΔΕΔΔΗΕ θα μπορούσε να διαταράξει την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας σε πελάτες, να προκαλέσει ζημία στον εξοπλισμό του δικτύου και να θέσει σε κίνδυνο την ασφάλεια του εργατικού δυναμικού αλλά και των προσωπικών δεδομένων των πελατών. Η χρήση συστημάτων έξυπνης προστασίας θεωρείται υψίστης σημασίας για τη διασφάλιση της εύρυθμης λειτουργίας του δικτύου (World Bank Group 2015).

Μια άλλη πρόκληση που καλείται να αντιμετωπίσει ο ΔΕΔΔΗΕ είναι η προσαρμογή και ο εκσυγχρονισμός των οργανωτικών δομών και λειτουργικών διαδικασιών του στις επιχειρηματικές και τεχνολογικές συνθήκες που επιφέρει η ανάπτυξη, εφαρμογή και εξέλιξη ενός έξυπνου δικτύου. Επίσης, ο ΔΕΔΔΗΕ καλείται να συνδέσει, μέσω διαφόρων πολιτικών και δράσεων, το εργατικό δυναμικό του με το αναδυόμενο πεδίο εφαρμογής των έξυπνων δικτύων. Πολλές διαδικασίες και λειτουργίες του ΔΕΔΔΗΕ εστιάζουν στη διεκπεραίωση τρεχουσών εργασιών, ενώ αρκετές πραγματοποιούνται χειροκίνητα με αποτέλεσμα την ύπαρξη δυσκολίας τόσο στην προσαρμογή σε ένα νέο ψηφιακό σύστημα όσο και στην αποδοχή αυτού του συστήματος (Eurelectric 2016, Madrigal et al. 2015, World Bank Group 2015).

Η πληθώρα νέων πληροφοριών σχετικά με την απόδοση και την κατάσταση λειτουργίας κάθε στοιχείου του δικτύου απαιτεί πείρα στη διαχείριση μεγάλου όγκου δεδομένων διαφορετικών επιπέδων και διαφορετικών περιοχών. Προκειμένου να αποφευχθεί ο κίνδυνος υπερφόρτωσης πληροφοριών, πιθανή αγνόησή τους και λήψη εσφαλμένων λειτουργικών αποφάσεων απαιτείται η ανάπτυξη γνώσεων και δεξιοτήτων μεγαλύτερης έντασης μέσω βέλτιστων πρακτικών (Eurelectric 2016, Madrigal et al. 2015, World Bank Group 2015).

### **3.4 Έργα έξυπνων δικτύων και μελλοντικοί σχεδιασμοί**

Η ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε., ως μια σύγχρονη ευρωπαϊκή εταιρεία και με κομβικό θεσμικό ρόλο στην Ελληνική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, εκτελεί πλήθος στρατηγικών έργων, τα οποία έχουν κεντρικό και καταλυτικό ρόλο για τον εκσυγχρονισμό της. Τα στρατηγικά έργα, τα οποία περιλαμβάνονται στον νέο επιχειρησιακό σχεδιασμό του ΔΕΔΔΗΕ, καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα δραστηριοτήτων εκσυγχρονισμού και σηματοδοτούν τη μετάβαση της εταιρείας και της Ελλάδας γενικότερα στη νέα εποχή των έξυπνων δικτύων (ΔΕΔΔΗΕ 2017α, ΔΕΔΔΗΕ 2017β):



## Εκσυγχρονισμός Κέντρου Ελέγχου Δικτύων Αττικής

Σκοπός του έργου είναι ο εκσυγχρονισμός του Κέντρου Ελέγχου Δικτύων Διανομής (ΚΕΔΔ) Αττικής μέσω της προμήθειας και εγκατάστασης νέων συστημάτων και υπηρεσιών στους Υ/Σ ΥΤ/ΜΤ, όπως:

- συστήματα Supervisory Control and Data Acquisition – Data Management System (SCADA - DMS). Το σύστημα SCADA είναι ένα εξ' αποστάσεως σύστημα τηλεμέτρησης και τηλεποπτείας (Κορρές 2017). Το DMS είναι λογισμικό για τη δημιουργία και διαχείριση βάσεων δεδομένων (TechTarget 2017).
- συστήματα τηλεχειρισμών στους Υ/Σ ΥΤ/ΜΤ (Remote Transmitter Units – RTUs). Τα RTUs είναι απομακρυσμένες τερματικές μονάδες που σκοπεύουν στην αποστολή και λήψη εντολών (Κορρές 2017).

Το έργο του εκσυγχρονισμού του ΚΕΔΔ Αττικής έχει υλοποιηθεί κατά 70% (μέχρι το 1<sup>ο</sup> εξάμηνο του 2016) και το μεγαλύτερο μέρος των SCADA - DMS και RTUs λειτουργεί πλήρως, ενώ η ολοκλήρωσή του προβλέπεται στο 1<sup>ο</sup> εξάμηνο του 2019.

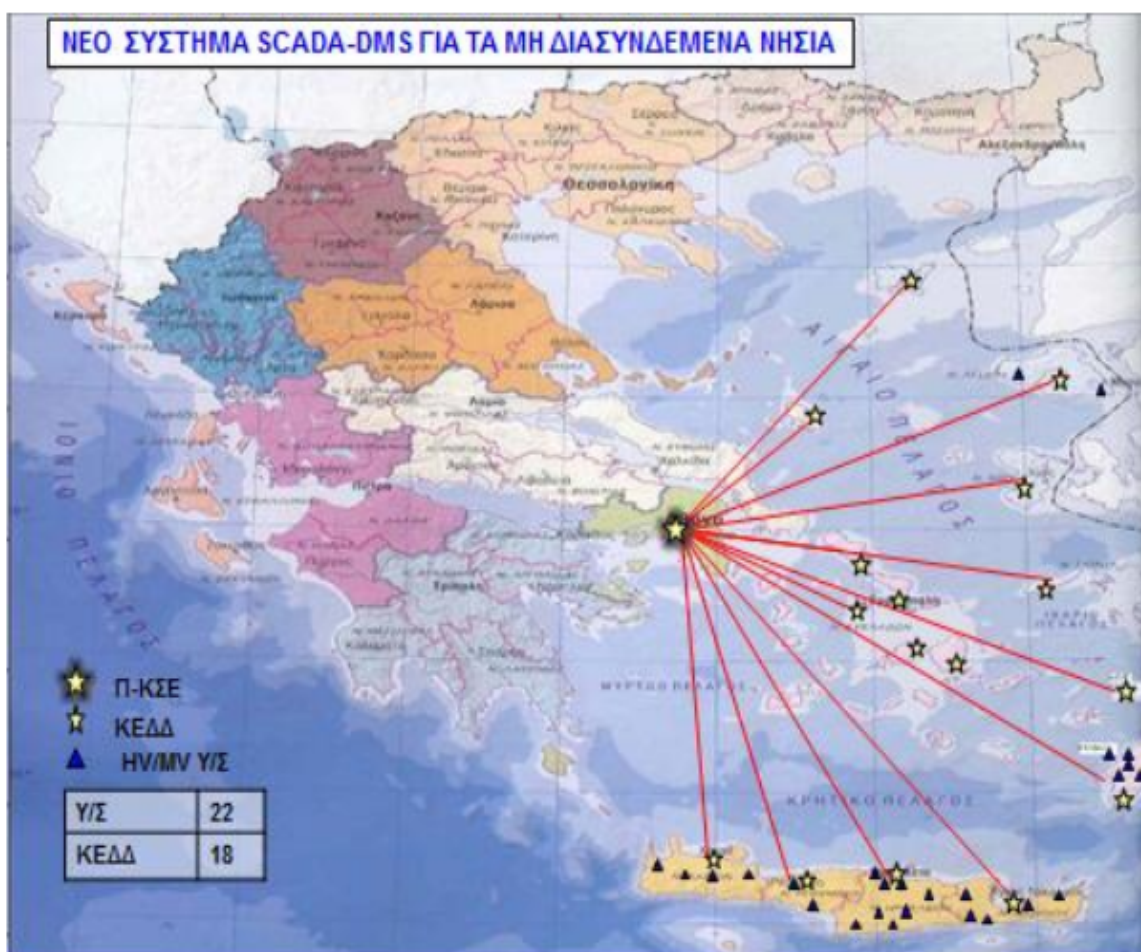
Γενικότερα, ο ρόλος των ΚΕΔΔ, όπως φαίνεται στην εικόνα 11, είναι η συνεχής παρακολούθηση και ο έλεγχος της κατάστασης των δικτύων διανομής και η εκτέλεση τηλεχειρισμών. Μέσω των συστημάτων SCADA – DMS και RTUs παρέχεται άμεση πληροφόρηση της κατάστασης λειτουργίας του δικτύου και δυνατότητες τηλεχειρισμών, τηλεποπτείας, τηλελέγχου και μελετών αναβάθμισής του (Χατζηαργυρίου 2015β).



Εικόνα 11. Ο ρόλος των ΚΕΔΔ (Πηγή: [www.deddie.gr](http://www.deddie.gr))

## Δημιουργία Κέντρου Ελέγχου Δικτύων νησιών

Το έργο αυτό αφορά τη δημιουργία ενός ΚΕΔΔ για τα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά (ΜΔΝ) (εικόνα 12). Σκοπός του έργου είναι η επίτευξη καλύτερης εποπτείας και λειτουργίας της αγοράς αλλά και η ποιοτική αναβάθμιση της ηλεκτροδότησης των ΜΔΝ (όλων των νησιών του Αιγαίου, Κρήτης, Ρόδου Λέσβου) μέσω νέων συστημάτων και υπηρεσιών SCADA - DMS και του απαραίτητου εξοπλισμού τηλεχειρισμών RTUs στους Υ/Σ ΥΤ/ΜΤ. (Χατζηαργυρίου, 2015β).



Εικόνα 12. Το νέο σύστημα SCADA-DMS για τα ΜΔΝ (Πηγή: [www.deddie.gr](http://www.deddie.gr))

Το έργο βρίσκεται ακόμα σε εξέλιξη καθώς έχει υλοποιηθεί σε ποσοστό της τάξης του 30% (μέχρι Αύγουστο του 2016) και προβλέπεται να ολοκληρωθεί το 2020.

## Εκσυγχρονισμός Ελέγχου Δικτύων λοιπής χώρας

Ο εκσυγχρονισμός του Ελέγχου Δικτύων λοιπής χώρας αφορά το έργο του εκσυγχρονισμού και της συγκέντρωσης των ΚΕΔΔ της λοιπής χώρας στις έδρες των Περιφερειών Μακεδονίας-Θράκης, Κεντρικής Ελλάδας και Πελοποννήσου-Ηπείρου. Ο

σκοπός και τα αναμενόμενα οφέλη του έργου αφορούν τη βελτίωση της αξιοπιστίας του δικτύου της ηπειρωτικής χώρας, την αναβάθμιση των δυνατοτήτων διαχείρισής του και τον περιορισμό απωλειών ισχύος και ενέργειας μέσω συστημάτων τηλεχειρισμού, τηλεποπτείας και τηλελέγχου (SCADA – DMS, RTUs). Μέχρι τον Αύγουστο του 2016 το έργο είχε υλοποιηθεί σε ποσοστό 4% και η ολοκλήρωσή του αναμένεται το 1ο εξάμηνο του 2020.

### **Αναβάθμιση περιφερειακού εξοπλισμού τηλεχειρισμών στα Δίκτυα**

Το έργο σχετίζεται με την εγκατάσταση στοιχείων τηλεχειρισμού και τηλεποπτείας στα δίκτυα ώστε τα Περιφερειακά Κέντρα Ελέγχου Δικτύων Διανομής να διαχειρίζονται αποτελεσματικά τα δίκτυα Μέσης Τάσης. Τα αναμενόμενα οφέλη από την ολοκλήρωση του εν λόγω έργου αφορούν τη βελτίωση της ποιότητας της ενέργειας, τον περιορισμό της ανάγκης επιτόπιων χειρισμών, τη δυνατότητα άμεσης επέμβασης, τον περιορισμό των τεχνικών απωλειών και, γενικότερα, την αύξηση της αξιοπιστίας του δικτύου.

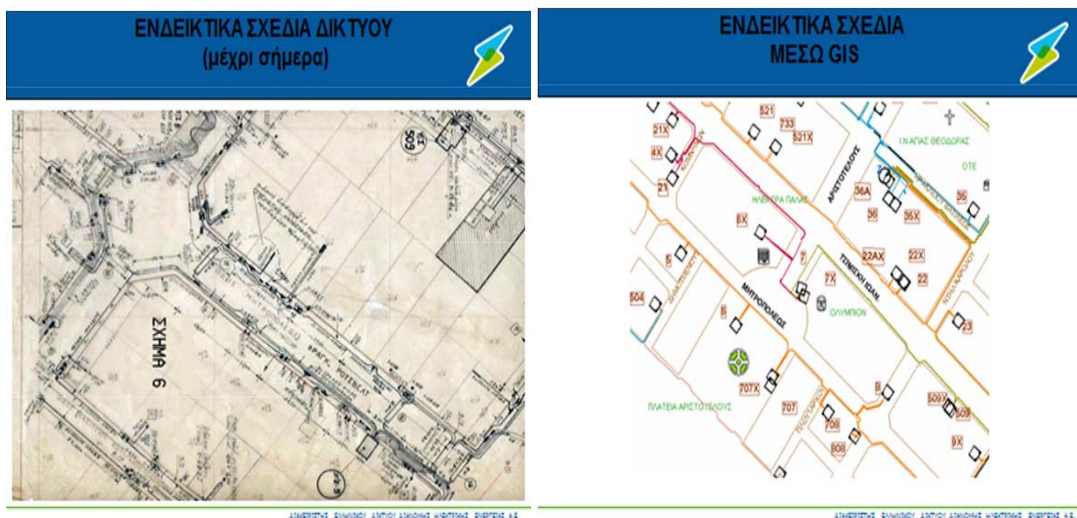
Πρέπει να σημειωθεί ότι κάθε είδος εξοπλισμού απαιτεί συγκεκριμένες προδιαγραφές και αντίστοιχες φάσεις μελέτης διαγωνισμών προμήθειας και παραλαβής καθώς και εγκατάστασης στο δίκτυο. Ωστόσο, το έργο έχει ξεκινήσει και η ολοκλήρωσή του προβλέπεται το 2020.

### **Εγκατάσταση Συστήματος Γεωγραφικών Πληροφοριών**

Το εν λόγω έργο αποτελεί τον βασικό πυλώνα για την υποστήριξη πλήθους εφαρμογών των έξυπνων δικτύων. Στοχεύει στην πλήρη αποτύπωση των θέσεων του δικτύου με γεωγραφικές συντεταγμένες σε ψηφιακούς χάρτες, οι οποίοι θα διαθέτουν γεωγραφικά και περιγραφικά δεδομένα που θα εισάγονται μέσω του συστήματος Geographic Information System (GIS).

Με την εγκατάσταση του συστήματος GIS θα γίνεται συνεχής ενημέρωση και επεξεργασία των γεωγραφικών δεδομένων των δικτύων. Μέχρι σήμερα οι χάρτες του δικτύου διανομής αποτυπώνονταν σε χαρτί και, ως εκ τούτου, δεν υπήρχε η δυνατότητα της συνεχούς ενημέρωσης τους για τα νέα έργα που είχαν εκτελεστεί ή για βασικά γεωγραφικά στοιχεία (π.χ. νέους δρόμους, μεταβολές σχεδίων πόλεων κ.λπ.) με αποτέλεσμα να περιλαμβάνουν αρκετές ανακρίβειες και αντιφατικές πληροφορίες.

Στην εικόνα 13 αντιπαραβάλλονται ενδεικτικά σχέδια δικτύου διανομής, μέχρι σήμερα και μέσω του συστήματος GIS.



**Εικόνα 13.** Αντιπαραβολή ενδεικτικών σχεδίων δικτύου (μέχρι σήμερα & μέσω GIS) (Πηγή: [www.deddie.gr](http://www.deddie.gr))

Το νέο ψηφιακό σύστημα GIS αναμένεται να προσφέρει μεγάλα οφέλη για όλες τις τεχνικές εργασίες του ΔΕΔΔΗΕ (Χατζηαργυρίου 2015β). Τα οφέλη που αναμένονται από την υλοποίηση του έργου παρουσιάζονται στην εικόνα 14 που ακολουθεί.

## Ηλεκτρονική Διαδραστική απεικόνιση του Δικτύου Διανομής (GIS)

### Αναμενόμενα οφέλη:

- Διευκόλυνση στην τήρηση, συλλογή, ενημέρωση και επεξεργασία των γεωγραφικών και περιγραφικών δεδομένων του δικτύου.
- Ταχύτητα διακίνησης χαρτογραφικών και περιγραφικών στοιχείων του δικτύου μεταξύ των υπηρεσιών.
- Υποστήριξη – αναβάθμιση των τεχνικών δραστηριοτήτων της Διανομής
- Βελτίωση της παρακολούθησης των έργων.
- Βελτίωση της εξυπηρέτησης χρηστών
- Συμβολή στην παρακολούθηση παγίων.
- Συμβολή στην αντιμετώπιση κρίσεων.
- Δυνατότητα γρήγορου και ορθολογικού προγραμματισμού εργασιών.
- Παρακολούθηση των δεικτών ποιότητας ενέργειας και των χρόνων ηλεκτροδότησης
- Βελτίωση της Διοικητικής Πληροφόρησης και υποστήριξη λήψης αποφάσεων.
- Το GIS αποτελεί τη βάση για πληθώρα άλλων μελλοντικών εφαρμογών (π.χ., υποστήριξη βλαβηλπητικών κέντρων, υποστήριξη εφαρμογών «Εξυπνού Δικτύου» κ.ά.).
- Αύξηση της παραγωγικότητας του προσωπικού.

ΣΧΗΜΑ 1

Σαρωμένος χειρόγραφος χάρτης – ως βοηθητικό υλικό προσανατολισμού συνεργειών πεδίου

ΣΧΗΜΑ 1

Μετατροπή του Σαρωμένου χειρόγραφου χάρτη σε μορφή ψηφιακής διαφάνειας

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ Α.Ε.

**Εικόνα 14.** Αναμενόμενα οφέλη από την ηλεκτρονική διαδραστική απεικόνιση του δικτύου διανομής (GIS) (Πηγή: [www.deddie.gr](http://www.deddie.gr))

Για το εν λόγω έργο ο ΔΕΔΔΗΕ βρίσκεται σε φάση διαγωνιστικής διαδικασίας για προμήθεια εξοπλισμού, χρήση λογισμικού και υπηρεσιών ψηφιοποίησης, ενώ η ολοκλήρωσή του προβλέπεται το 2020.

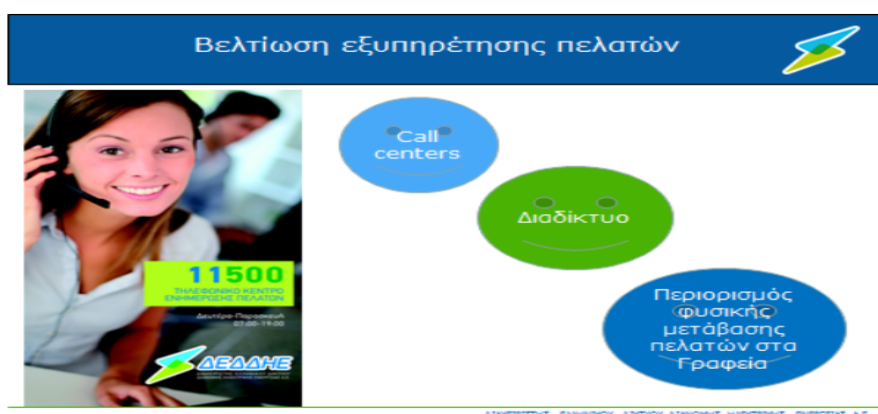
### **Νέο Πληροφοριακό Σύστημα Εξυπηρέτησης Πελατών**

Το νέο πληροφοριακό σύστημα εξυπηρέτησης πελατών ως έργο αφορά τον εκσυγχρονισμό του Συστήματος Εξυπηρέτησης των Πελατών του ΔΕΔΔΗΕ μέσω της ανάπτυξης νέου ψηφιακού συστήματος (δημιουργία διαδικτυακής πύλης – portal, λογισμικό εξυπηρέτησης και διαχείρισης κ.λπ.) με στόχο την αποτελεσματικότερη, ποιοτικότερη και ταχύτερη εξυπηρέτηση του πελάτη.

Το σχέδιο δράσης του εν λόγω έργου έχει ολοκληρωθεί και εντός του 2017 ο ΔΕΔΔΗΕ θα ξεκινήσει διαγωνιστική διαδικασία για προμήθεια εξοπλισμού και λογισμικού για τις απαιτούμενες εφαρμογές εξυπηρέτησης πελατών μαζί με τις άδειες χρήσης τους.

### **Εγκατάσταση Συστημάτων Τηλε-εξυπηρέτησης Πελατών**

Ως αντικείμενο του έργου αναφέρεται ο εκσυγχρονισμός των κέντρων εξυπηρέτησης πελατών μέσω της εγκατάστασης αρχικά πιλοτικού Κέντρου Τηλε-εξυπηρέτησης (Call Center) στην Αθήνα για να ακολουθήσει η επέκταση εφαρμογής του σε όλη τη χώρα. Το έργο θα παράσχει νέα κανάλια επικοινωνίας στο ΔΕΔΔΗΕ (εικόνα 15), όπως το διαδίκτυο ή το τηλέφωνο για ταχύτερη, ευκολότερη και ποιοτικότερη εξ αποστάσεως εξυπηρέτηση των πελατών, χωρίς να απαιτείται η φυσική μετάβαση τους στα γραφεία της εταιρείας (Χατζηαργυρίου 2015β). Η έναρξη, ολοκλήρωση και λειτουργία του Κέντρου Τηλε-εξυπηρέτησης στην Αθήνα αναμένεται εντός του 2017.



**Εικόνα 15.** Οι νέοι τρόποι τηλε-εξυπηρέτησης των πελατών της ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε. (Πηγή: [www.deddie.gr](http://www.deddie.gr))

## **Αναβάθμιση Προγραμματισμού Ανάπτυξης Δικτύων**

Το αντικείμενο του έργου αφορά τον ανασχεδιασμό διαδικασιών αλλά και τον επανακαθορισμό αρμοδιοτήτων και κριτηρίων για την ανάπτυξη του δικτύου μέσω σύγχρονων εργαλείων λογισμικού και εξοπλισμού μέτρησης με δυνατότητα τηλε-ένδειξης των χαρακτηριστικών λειτουργίας του προκειμένου να επιτευχθεί καλύτερος προγραμματισμός και ευκολότερη αξιολόγηση επενδυτικών έργων (ενισχύσεις, ανακαινίσεις κ.λπ.) στο δίκτυο. Το εν λόγω έργο πρωτίστως θα ωφελήσει σημαντικά στην συντεταγμένη αντιμετώπιση των νέων δεδομένων που επιφέρει η ραγδαία τεχνολογική εξέλιξη και η ευρεία ανάπτυξη της διεσπαρμένης παραγωγής στα δίκτυα και στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας.

Σε εξέλιξη βρίσκονται εργασίες μελέτης και αποτύπωσης κριτηρίων Προγραμματισμού Ανάπτυξης Δικτύων. Όσον αφορά τα Δίκτυα ΜΤ & ΧΤ αναμένεται η έναρξη διαγωνιστικής διαδικασίας το 2017 για την προμήθεια κατάλληλου λογισμικού ανάπτυξής τους.

## **Ανάπτυξη υποδομών Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών (ΜΔΝ) για εφαρμογή Κώδικα ΜΔΝ**

Το συγκεκριμένο έργο, το οποίο περιλαμβάνει πέντε υποέργα, στοχεύει στην ανάπτυξη και υλοποίηση των υποδομών στα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά (ΜΔΝ) για την βελτίωση της διαχείρισης και την αξιοποίηση των συστημάτων των νησιών βάσει του Κώδικα ΜΔΝ. Ο Κώδικας ΜΔΝ καθορίζει το πλαίσιο της λειτουργίας και της διαχείρισης των αυτόνομων ηλεκτρικών συστημάτων και της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας των ΜΔΝ [Απόφαση ΡΑΕ 39/2014 (ΦΕΚ Β' 304)].

Τα υποέργα του συνολικού έργου είναι τα εξής:

- 1<sup>ο</sup>: Υποδομές Μέτρησης (ολοκληρώθηκε κατά ποσοστό 80% η προετοιμασία για διακήρυξη διαγωνισμών των υποδομών μέτρησης)
- 2<sup>ο</sup>: Μεθοδολογικές Υποδομές (σε αναμονή για οριστικοποίηση των μεθοδολογιών σε συνεργασία με αρμόδιες αρχές - ΡΑΕ, Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας (ΥΠΕΝ) και ΔΕΗ)
- 3<sup>ο</sup>: Πληροφοριακό Σύστημα ΜΔΝ (ολοκληρώθηκε η κατάρτιση των λειτουργικών προδιαγραφών και ήδη υλοποιείται το λογισμικό)

- 4<sup>ο</sup>: Κέντρα Ελέγχου Ενέργειας (ΚΕΕ) σε Αθήνα, Κρήτη και Ρόδο (σε εξέλιξη διαγωνιστική διαδικασία για επιλογή αναδόχου υλοποίησης των συγκεκριμένων ΚΕΕ)
- 5<sup>ο</sup>: ΚΕΕ στα υπόλοιπα Ηλεκτρικά Συστήματα των ΜΔΝ (σε εξέλιξη διαγωνιστική διαδικασία για επιλογή αναδόχου προμήθειας και εγκατάστασης συστημάτων SCADA – Energy Management System (EMS). Το σύστημα EMS είναι μια σειρά διαδικασιών που επιτρέπει τη χρήση δεδομένων και πληροφοριών για διατήρηση και βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης) (Roberts 2012).

Γενικότερα, το εν λόγω έργο, εισάγει νέα συστήματα και υπηρεσίες στις υποδομές των ΜΔΝ, όπως ηλεκτρονικούς μετρητές ενέργειας, μετασχηματιστές μέτρησης, τηλεπικοινωνιακό εξοπλισμό και δίκτυο οπτικών ινών κ.α., ώστε να επιτευχθεί οικονομικότερος προσδιορισμός του κόστους παραγωγής και οικονομικότερη λειτουργία των συμβατικών μονάδων παραγωγής, μεγιστοποίηση της διείσδυσης ΑΠΕ σε κάθε νησί και ταυτόχρονα να διασφαλιστεί αξιόπιστη και απρόσκοπτη ηλεκτροδότηση στα ΜΔΝ.

#### **Ανάπτυξη «Έξυπνων Νησιών»**

Τα ΜΔΝ, όπως φαίνεται στην εικόνα 16, ηλεκτροδοτούνται σε ποσοστό 80% από αυτόνομα ηλεκτρικά συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (τοπικούς σταθμούς παραγωγής που λειτουργούν με ορυκτά καύσιμα) και σε 20% από σταθμούς ΑΠΕ (αιολικούς, φωτοβολταϊκούς) ([www.rae.gr](http://www.rae.gr), Παρασκευόπουλος-Κόλλιας 2016).

Το πιλοτικό έργο της ανάπτυξης «έξυπνων νησιών» (με προώθηση επέκτασής του) αφορά την ανάπτυξη υποδομών λειτουργίας και διαχείρισης σε ένα ηλεκτρικό σύστημα μη διασυνδεδεμένου νησιού που θα επιτρέπουν υψηλή διείσδυση ενέργειας από σταθμούς ΑΠΕ στο ενεργειακό μείγμα του συστήματος και θα μειώνουν το κόστος λειτουργίας του αλλά και θα διασφαλίζουν την επάρκεια της ζήτησης με αξιόπιστο και ασφαλή τρόπο. Τα σημαντικότερα οφέλη από το πιλοτικό έργο είναι η βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας λόγω ένταξης εγγραμμένης ισχύος από κατανεμόμενο και πλήρως ελεγχόμενο υβριδικό σταθμό, ο οποίος θα συνδυάζει μονάδες ΑΠΕ και αποθήκευσης ενέργειας με περαιτέρω περιβαλλοντικά οφέλη.



**Εικόνα 16.** Αυτόνομα συστήματα ΜΑΝ (Πηγή: [www.rae.gr](http://www.rae.gr))

Από τον Απρίλιο του 2016 έχει υλοποιηθεί το βασικό πλαίσιο του πιλοτικού έργου και αναμένονται οι απαιτούμενες ρυθμιστικές και νομοθετικές παρεμβάσεις από τους αρμόδιους φορείς για να ακολουθήσει διαγωνιστική διαδικασία.

### **Τηλεμέτρηση Πελατών Χαμηλής Τάσης (ΧΤ)**

Το έργο της Τηλεμέτρησης Πελατών ΧΤ έχει στόχο την πιλοτική κατασκευή κεντρικού συστήματος Τηλεμέτρησης και την προμήθεια, εγκατάσταση και ένταξη σε αυτό περίπου 200.000 οικιακών και μικρών εμπορικών καταναλωτών σε Ξάνθη, Λέσβο, Λήμνο, Αγ. Ευστράτιο και σε αντιπροσωπευτικά δείγματα Αθήνας και Θεσσαλονίκης με την αντικατάσταση των συμβατικών μετρητών με έξυπνους μετρητές.

Έχουν ήδη υλοποιηθεί από το ΔΕΔΔΗΕ τα έργα της Τηλεμέτρησης Καταναλωτών ΥΤ & ΜΤ και της Τηλεμέτρησης Παροχών Μεγάλων Πελατών ΧΤ (εικόνα 17). Με το συγκεκριμένο πιλοτικό έργο η εταιρεία επιχειρεί να εξάγει πολύτιμα τεχνικά και οργανωτικά συμπεράσματα που θα βοηθήσουν στην πανελλαδική προώθηση και



επέκταση των έξυπνων μετρητών στο σύνολο των καταναλωτών (Χατζηαργυρίου 2015β).



**Εικόνα 17.** Διανεμόμενη ενέργεια ανά κατηγορία πελατών & απεικόνιση Κέντρου Τηλεμέτρησης (Πηγή: [www.deddie.gr](http://www.deddie.gr))

Η διαγωνιστική διαδικασία για την επιλογή αναδόχου που θα αναλάβει την προμήθεια του απαραίτητου εξοπλισμού και λογισμικού του κέντρου Τηλεμέτρησης και την εγκατάσταση των έξυπνων μετρητών ολοκληρώθηκε το 1<sup>ο</sup> τρίμηνο του 2017.

### 3.5 Ερευνητικές δραστηριότητες της ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε.

Η έρευνα και καινοτομία αποτελεί βασική στρατηγική της ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε. στο πλαίσιο του εκσυγχρονισμού της. Προκειμένου να αποκτήσει πολύτιμες εμπειρίες και να εισάγει καινοτόμες τεχνολογίες και πρακτικές σχεδιασμού, λειτουργίας και διαχείρισης του δικτύου της έχει συμμετάσχει σε πλήθος Ευρωπαϊκών ερευνητικών προγραμμάτων (εικόνα 18) στους τομείς της ενέργειας και της πληροφορικής, τα οποία παρουσιάζονται στη συνέχεια ([www.deddie.gr](http://www.deddie.gr), ΔΕΔΔΗΕ 2017α):



**Εικόνα 18.** Η συμμετοχή της ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε. σε Ευρωπαϊκά προγράμματα έρευνας και καινοτομίας ([www.deddie.gr](http://www.deddie.gr))

Το **SmarterEMC2** διερευνά το κατά πόσο η υπάρχουσα τηλεπικοινωνιακή υποδομή είναι ικανή, μέσω καινοτόμων εργαλείων και εφαρμογών ΤΠΕ, να στηρίξει σε μαζική κλίμακα τα αναδυόμενα επιχειρηματικά μοντέλα και υπηρεσίες του έξυπνου δικτύου, όπως υπηρεσίες απόκρισης ζήτησης (Demand Response – DR) και εικονικής εγκατάστασης ηλεκτροπαραγωγής (Virtual Power Plants – VPP). Το **TILOS** είναι ένα πρόγραμμα τεχνολογικής καινοτομίας για τη βέλτιστη ενσωμάτωση ενός πρωτότυπου συστήματος συσσωρευτών αποθήκευσης ενέργειας σε επίπεδο τοπικής κλίμακας και πραγματοποιείται στο νησί της Τήλου. Στο ερευνητικό πρόγραμμα **WiseGRID** ενσωματώνονται προηγμένα συστήματα και υπηρεσίες τεχνολογιών ΤΠΕ σε δίκτυα διανομής για την ευρείας κλίμακας επίδειξη και πιλοτική εφαρμογή ολοκληρωμένων και ενοποιημένων λύσεων και επιχειρηματικών μοντέλων για ένα ασφαλές, βιώσιμο και ευέλικτο Ευρωπαϊκό έξυπνο δίκτυο.

Το **VIMSEN** ερευνά έξυπνες τεχνικές μέτρησης δεδομένων κατανάλωσης, τεχνολογίες πληροφορίας και λήψης αποφάσεων, αξιόπιστες υποδομές πληροφοριών, ενεργό διαχείριση της ζήτησης και εργαλεία ελέγχου που σχετίζονται με υπηρεσίες και λειτουργίες εικονικών μικροδικτύων (Virtual microgrids – VMG). Το **DREAM** αποτελεί μια δράση καινοτόμων μηχανισμών ελέγχου με στόχο να εφαρμοστούν οι αρχές των αυτόνομων συστημάτων στον έλεγχο και τη διαχείριση του δικτύου διανομής ηλεκτρικής ενέργειας και να επιτευχθεί η συνεχής προσαρμογή του δικτύου στις

τρέχουσες συνθήκες λειτουργίας, η ανθεκτικότητά του σε εξωγενείς διαταραχές και σφάλματα και η μεγαλύτερη διείσδυση διακοπτόμενης παραγωγής σ' αυτό. Το **IGREENGrid** διερευνά και αξιολογεί τους βέλτιστους τρόπους αύξησης της δυνατότητας διείσδυσης διεσπαρμένης παραγωγής από ΑΠΕ στα δίκτυα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.

Το **SINGULAR** αποτελεί μια δράση καινοτόμων προσεγγίσεων πρόβλεψης της λειτουργίας του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας και ανάπτυξης ενός συνόλου διαδικασιών και εργαλείων για το σχεδιασμό και τη λειτουργία ενός μελλοντικού έξυπνου νησιωτικού δικτύου. Το **SMARTKYE** είναι ένα πρόγραμμα που προτείνει και εφαρμόζει τεχνολογίες συστημάτων διαχείρισης ενέργειας που επεξεργάζονται δεδομένα σε πραγματικό χρόνο. Το **SuSTAINABLE** αξιοποιεί πληροφορίες έξυπνων μετρητών, κατανεμημένων αισθητήρων και βραχυπρόθεσμων τοπικών προβλέψεων με στόχο την πιο αποτελεσματική και οικονομικά αποδοτική διαχείριση των συστημάτων διανομής.

### **3.6 Τα έξυπνα δίκτυα και η νέα αλυσίδα αξίας της ηλεκτρικής ενέργειας**

Τα έξυπνα δίκτυα θεωρούνται αποτελεσματική λύση στις προκλήσεις της εξάπλωσης της διεσπαρμένης παραγωγής, της άφιξης των prosumers, της διαχείρισης της ζήτησης, της ανάγκης για οικονομική και αξιόπιστη παροχή ενέργειας κ.λπ. καθώς ενισχύουν τους καταναλωτές, βελτιώνουν την ικανότητα των δικτύων, παρέχουν πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο και αξιοποιούν τις ΑΠΕ (Hossain et al. 2013).

Σύμφωνα με τον D'Almeida (2013), αν μελετήσουμε το μελλοντικό έξυπνο δίκτυο σε σχέση με το παραδοσιακό (εικόνα 19) διαπιστώνουμε ότι η διεσπαρμένη παραγωγή, η διαχείριση της ζήτησης και η εφαρμογή της αποθήκευσης ενέργειας γίνονται πραγματικότητα σε όλη την αλυσίδα αξίας της ηλεκτρικής ενέργειας και έχουν σημαντικό αντίκτυπο στον τρόπο διαχείρισης και ισορροπίας της παραδοσιακής αλυσίδας εφοδιασμού. Επιτάσσουν μάλιστα την ανάπτυξη και λειτουργία των έξυπνων δικτύων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την είσοδο νέων φορέων στην αλυσίδα αξίας της ηλεκτρικής ενέργειας και επομένως τη δημιουργία της κάτωθι νέας αλυσίδας αξίας:



**Εικόνα 19.** Το υπάρχον δίκτυο και το έξυπνο δίκτυο (Πηγή: D’Almeida 2013)

### **Παραγωγή**

Στην Ελλάδα παραδοσιακά, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας προέρχεται από μονάδες παραγωγής, κυρίως θερμοηλεκτρικούς σταθμούς με κύριο καύσιμο το λιγνίτη, τη σημαντικότερη εγχώρια ενεργειακή πηγή. Οι μονάδες παραγωγής βρίσκονται μακριά από περιοχές με έντονη πληθυσμιακή πυκνότητα. Σε περιόδους αιχμής της ζήτησης, οι μονάδες αυτές καλούνται να αντιδράσουν γρήγορα παράγοντας περισσότερη ισχύ (Κωνσταντινίδης 2016). Η αύξηση και η μαζική αξιοποίηση των ΑΠΕ, μέσω του έξυπνου δικτύου, κάνει εφικτή την απόσυρση των παλιών συμβατικών θερμοηλεκτρικών μονάδων παραγωγής, ενώ η αρχιτεκτονική του έξυπνου δικτύου ευνοεί την διεσπαρμένη παραγωγή (Greenpeace 2009). Σύμφωνα με τον εθνικό ενεργειακό σχεδιασμό, στόχος είναι η επίτευξη ποσοστού 40% ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή μέχρι το 2020 (D’Almeida 2013, ΥΠΕΚΑ 2012).

### **Αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας**

Τα συστήματα αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας δεν εφαρμόστηκαν σε μεγάλη κλίμακα στον Ελλαδικό χώρο λόγω του υψηλού κόστους τους με συνέπεια τα παραδοσιακά, υπάρχοντα δίκτυα να αναζητούν συνεχώς τρόπους συνδυασμού μεταξύ κατανάλωσης και ζήτησης. Η αποθήκευση, ωστόσο, είναι το καλύτερο εργαλείο για το έλεγχο της ισορροπίας στην αλυσίδα εφοδιασμού ηλεκτρικής ενέργειας καθώς διαχειρίζονται με βέλτιστο τρόπο οι διακυμάνσεις της ζήτησης και της προσφοράς. Οι υποδομές αποθήκευσης ενέργειας μεγάλης κλίμακας καθώς και τα συστήματα

αποθήκευσης ενέργειας μεσαίας και μικρής κλίμακας συμβάλλουν στη ρύθμιση και στην άμβλυση της ανισοροπίας του δικτύου που προκύπτει από τη διεσπαρμένη παραγωγή (D’Almeida 2013, Teh et al. 2011).

### **Δίκτυα Μεταφοράς**

Τα Δίκτυα Μεταφοράς μεταφέρουν ηλεκτρική ενέργεια σε υψηλή και υπερυψηλή τάση, 150 KV και 400 KV αντίστοιχα, σε αποστάσεις μεγάλου μήκους, συχνά μεταξύ των εθνών και μερικές φορές πέρα από τα διεθνή σύνορα με όσο το δυνατόν μικρότερες απώλειες μέχρι την άφιξη της στο δίκτυο διανομής. Το δίκτυο μεταφοράς, ουσιαστικά, συνδέει τους σταθμούς παραγωγής με τους υποσταθμούς μεταφοράς (Κωνσταντινίδης 2016). Τα δίκτυα μεταφοράς μπορούν να ενσωματώσουν μεγάλης κλίμακας παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και υποδομές αποθήκευσης ενέργειας μεγάλης κλίμακας. Επίσης, πολλές καινοτόμες τεχνολογίες των έξυπνων δικτύων επιτρέπουν τον απομακρυσμένο τηλεχειρισμό, τηλεποπτεία και την ανάλογη προστασία και αυξάνουν την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού, την αξιοπιστία και την αποδοτικότητα του δικτύου (D’Almeida 2013, Teh et al. 2011).

### **Δίκτυα Διανομής**

Στην Ελλάδα, τα Δίκτυα Διανομής εξακολουθούν να λειτουργούν σε μεγάλο βαθμό βασιζόμενα στην ανθρώπινη παρέμβαση. Τα δίκτυα διανομής διανέμουν την ηλεκτρική ενέργεια, η οποία φτάνει από τους υποσταθμούς μεταφοράς στους υποσταθμούς διανομής μετατρεπόμενη σε MT, δηλαδή σε 20 KV και στην συνέχεια υποβιβασόμενη σε XT, δηλαδή 220/380 V, διανέμεται στους τελικούς καταναλωτές. Η XT χρησιμοποιείται από τους οικιακούς καταναλωτές, ενώ η MT από τις βιομηχανίες (Κωνσταντινίδης 2016). Οι προηγμένες τεχνολογίες ΤΠΕ, η δυνατότητα αμφίδρομης ροής ηλεκτρικής ενέργειας από μικρής κλίμακας διεσπαρμένες πηγές ενέργειας (prosumers, Virtual Power Plants) και τα συστήματα αποθήκευσης ενέργειας μικρής και μεσαίας κλίμακας αλλάζουν τον τρόπο λειτουργίας και διαχείρισης των δικτύων διανομής. Τα δίκτυα διανομής μετασχηματίζονται σε ενεργά και ευέλικτα δίκτυα με πιο αποδοτική και αποτελεσματική λειτουργία (D’Almeida 2013, Teh et al. 2011).

### **Καταναλωτές-Παραγωγοί (Prosumers)**

Ο όρος καταναλωτής-παραγωγός ή «prosumers» σε ένα έξυπνο δίκτυο χρησιμοποιείται για τους καταναλωτές που έχουν εγκαταστήσει τοπικούς σταθμούς παραγωγής

ενέργειας μικρής κλίμακας (π.χ. φωτοβολταϊκά πάνελ) στις εγκαταστάσεις τους για κάλυψη των προσωπικών τους αναγκών κατανάλωσης. Με αυτό τον τρόπο οι καταναλωτές καθίστανται και παραγωγοί ηλεκτρικής ενέργειας. Δεδομένου ότι αυτή η επιλογή της αυτο-παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται ολοένα και πιο ελκυστική, δίνονται κίνητρα για κάθε επιπλέον κιλοβατώρα που παράγεται και τροφοδοτεί το σύστημα. Οι prosumers αυξάνουν τη διεσπαρμένη παραγωγή που θα πρέπει να ενσωματωθεί στο δίκτυο. Το πραγματικό θετικό αποτέλεσμα που αναμένεται από τα έξυπνα δίκτυα είναι η μείωση των λογαριασμών που καταβάλλουν οι καταναλωτές, η ευστάθεια του δικτύου και η πρόληψη της ρευματοκλοπής (D'Almeida 2013).

### **Διαχείριση και έλεγχος μέσω εφαρμογών ΤΠΕ**

Ένα έξυπνο δίκτυο είναι ένα πολύπλοκο σύστημα που αποτελείται από πολλά και διαφορετικά τεχνολογικά στοιχεία, τα οποία αλληλεπιδρούν και συντονίζουν τόσο τις εκροές του συστήματος όσο και την εισαγωγή της διεσπαρμένης παραγωγής, της έξυπνης κατανάλωσης και των συσκευών αποθήκευσης. Μέσω αυτοματοποιημένων συστημάτων ενέργειας και καινοτόμων εφαρμογών ΤΠΕ παρέχεται μια εύρυθμη λειτουργία εξαιτίας της συνεχούς παρακολούθησης και του ελέγχου της ροής της ενέργειας, της εξισορρόπησης του φορτίου σε πραγματικό χρόνο αλλά και της διαχείρισης της συμφόρησης στο δίκτυο διανομής. Η εκτεταμένη χρήση ΤΠΕ δε συνεπάγεται μόνο την εισαγωγή νέων τεχνολογικών εργαλείων αλλά και μια θεμελιώδη επανεξέταση του συνολικού σχεδιασμού του συστήματος προκειμένου να μειωθεί η πολυπλοκότητα και να επιτευχθεί ευελιξία με οικονομικό τρόπο (D'Almeida 2013, Teh et al. 2011).

### **Εικονικές Εγκαταστάσεις Παραγωγής (Virtual Power Plants – VPPs)**

Μια εικονική εγκατάσταση παραγωγής είναι ουσιαστικά ένας μεσολαβητής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (aggregation) από μικρής κλίμακας διεσπαρμένες μονάδες παραγωγής π.χ. μικρά ΣΗΘ (Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας), ανεμογεννήτριες, μικρές υδροηλεκτρικές μονάδες ή εγκαταστάσεις αποθήκευσης ενέργειας. Αυτή η εικονική μονάδα παραγωγής μπορεί να συγκριθεί με ένα κανονικό εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας καθώς προωθεί την παραγωγή και κατανάλωση ενέργειας από ΑΠΕ και παρέχει τη δυνατότητα βοηθητικών υπηρεσιών στο γενικότερο σύστημα (D'Almeida 2013, Teh et al. 2011, Χατζηαργυρίου 2017).

### **3.7 Παράγοντες που εμποδίζουν την ανάπτυξη των έξυπνων δικτύων**

Σημαντικά προβλήματα και αδυναμίες δημιουργούν εμπόδια στην ανάπτυξη των έξυπνων δικτύων. Η βαθιά και παρατεταμένη ύφεση της Ελληνικής οικονομίας από το 2008, οι δημοσιονομικές ανισορροπίες και ο δραστικός περιορισμός της τραπεζικής χρηματοδότησης αυξάνουν τα ασφάλιστρα κινδύνου και συνιστούν την πιο άμεση τροχοπέδη στην υλοποίηση των έργων του έξυπνου δικτύου (Βέττας 2017, Διακουλάκη 2017, ΥΠΕΚΑ 2012). Εμπόδιο επίσης αποτελεί το γεγονός ότι ο ΔΕΔΔΗΕ δεν είναι κάτοχος του δικτύου καθώς η ΔΕΗ έχει σχετική άδεια αποκλειστικότητάς του, ενώ υπογράφεται μεταξύ ΔΕΗ και ΔΕΔΔΗΕ σύμβαση παραχώρησης του δικτύου για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Για τη διευκόλυνση της πλήρους ανάπτυξης των υπηρεσιών της ο ΔΕΔΔΗΕ υποστηρίζεται από τη ΔΕΗ με την παροχή υπηρεσιών έναντι ευλόγου ανταλλάγματος και τα έσοδα από τη διαχείριση του δικτύου επιμερίζονται μεταξύ των δύο εταιρειών (ΡΑΕ 2016).

Η αύξηση των ΑΠΕ, οι οποίες θα καταστήσουν ανταγωνιστική την αγορά ηλεκτρικής ενέργειας σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα, και ο φιλόδοξος στόχος για το 2020 για διείσδυση των ΑΠΕ και μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> με περαιτέρω προοπτική για το 2050, απαιτούν επεκτάσεις και ενίσχυση των ηλεκτρικών δικτύων, έρευνα και καινοτομίες για ενεργειακές τεχνολογίες, ανάπτυξη συστημάτων αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας, νέα εργαλεία διαχείρισης δικτύου, ειδικές μελέτες και σχεδίαση του μελλοντικού έξυπνου δικτύου. Όλες αυτές οι απαιτήσεις που μετασχηματίζουν το ηλεκτρικό δίκτυο σε δίκτυο του 21<sup>ου</sup> αιώνα και ενισχύουν τον ενεργειακό ρόλο της Ελλάδας προϋποθέτουν σημαντικό όγκο επενδύσεων, υψηλό κόστος χρηματοδότησης, σαφής στόχους, συνεπή σχεδιασμό και συστηματικότητα στην εφαρμογή (Βέττας 2017, Διακουλάκη 2017, ΥΠΕΚΑ 2012).

Οι ΑΠΕ αποτελούν συγκριτικό πλεονέκτημα της Ελλάδας και η διεσπαρμένη φύση τους αποτελεί σημαντικό στοιχείο των έξυπνων δικτύων. Από το 1999 και μετά, λόγω της απελευθέρωσης της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας αλλά και των ισχυρών και ευεργετικών οικονομικών κινήτρων που δόθηκαν, εγκαταστάθηκε και λειτούργησε στη χώρα μεγάλος αριθμός ΑΠΕ που άνηκαν στην πλειοψηφία τους σε ιδιώτες [Κέντρο

Προγραμματισμού και Οικονομικών Ερευνών (ΚΕΠΕ) 2014). Ωστόσο, η γραφειοκρατία, οι αγκυλώσεις της δημόσιας διοίκησης, η έλλειψη συντονισμού των εμπλεκόμενων υπηρεσιών αλλά κυρίως το μοντέλο οργάνωσης και λειτουργίας της Ελληνικής αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας αποτέλεσαν και αποτελούν σοβαρό ανασταλτικό παράγοντα για την προσέλκυση νέων επενδύσεων και αιτίες μεγάλων καθυστερήσεων στην αξιοποίηση του φυσικού πλούτου της χώρας (Διακουλάκη 2017, Σταμπολής κ.α. 2013, ΥΠΕΚΑ 2012).

Όπως αναφέρουν οι Σταμπολής κ.α. (2013), ο εξαιρετικά φιλόδοξος εθνικός στόχος για διείσδυση των ΑΠΕ σε ποσοστό 40% (χωρίς στην ουσία να απαιτείται από την Ε.Ε. ένας τόσο υψηλός στόχος) στην ηλεκτροπαραγωγή με υψηλές τιμές δείχνει μεγάλη προχειρότητα, έλλειψη των αναγκαίων μελετών και δεν οδηγεί στο μέλλον καθώς δεν υποστηρίζονται δεόντως οι μη ηλεκτρικές εφαρμογές των ΑΠΕ. Ο εθνικός ενεργειακός σχεδιασμός εστιάζει μόνο στην παρουσίαση των απαιτήσεων της εθνικής ενεργειακής πολιτικής και όχι στην υιοθέτηση ενός αυστηρά καθορισμένου σεναρίου για την εξέλιξη του ενεργειακού συστήματος και άρει την ανταγωνιστικότητα. Παράλληλα, αναδεικνύει την επιπολαιότητα στη λήψη αποφάσεων και τις δυσλειτουργίες που έχουν τις ρίζες τους στις μακροχρόνιες παθογένειες που δημιουργήθηκαν και συντηρήθηκαν στις εποχές της ευημερίας (Διακουλάκη 2017).

Σύμφωνα με τον δείκτη ενεργειακής βιωσιμότητας της έκθεσης 2015 Energy Trilemma του World Energy Council (2015), ο οποίος αξιολογεί τις χώρες βάσει της ενεργειακής ασφάλειας, της προσβάσιμης, προσιτής και περιβαλλοντικά βιώσιμης ενέργειας η Ελλάδα το 2015 κατατάσσεται στην 62<sup>η</sup> θέση σε σύγκριση με την 39<sup>η</sup> θέση του 2013 και την 51<sup>η</sup> του 2014. Ο εγχώριος λιγνίτης παραμένει το βασικό καύσιμο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας καλύπτοντας πάνω από το μισό της συνολικής παραγωγής (σχήμα 5), παρά το υψηλό δυναμικό της χώρας σε ΑΠΕ. Η έλλειψη ενός ολοκληρωμένου και μακροχρόνιου ενεργειακού σχεδιασμού είναι το βασικότερο και διαχρονικότερο εμπόδιο στην αξιοποίηση ευκαιριών και πιθανόν στην ανάπτυξη και λειτουργία του έξυπνου δικτύου (Διακουλάκη 2017).





**Σχήμα 5.** Ποσοστιαία συμμετοχή καυσίμων στην ηλεκτροπαραγωγή για το έτος 2013 (Πηγή: Σταμπολής κ.α. 2013)

Η Διακουλάκη (2017) αναφέρει ότι στην Ελλάδα πολλά επενδυτικά ενεργειακά έργα ήρθαν αντιμέτωπα με ισχυρές κοινωνικές αντιδράσεις και ατεκμηρίωτες προσφυγές στο Συμβούλιο της Επικρατείας με συνέπεια καθυστερήσεις στην υλοποίηση ενεργειακών έργων και δημιουργία κλίματος αβεβαιότητας για τους επενδυτές. Παράλληλα, τα νομοθετικά κενά και οι αδυναμίες της εκτελεστικής εξουσίας οδήγησαν πολλές φορές σε αποφάσεις που απέτρεπαν την υλοποίηση πολλαπλά χρήσιμων αναπτυξιακών πρωτοβουλιών με σημαντικά περιβαλλοντικά οφέλη. Προκειμένου να ευθυγραμμιστεί η χώρα με την Ευρωπαϊκή πορεία στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας, θα πρέπει να αναγνωριστούν δύο σημαντικοί κίνδυνοι που προβάλλονται με τη μορφή παραπλανητικών και καταστροφικών μύθων, ο μύθος του «πράσινου Ελντοράντο» και ο μύθος του πλαστού διλήμματος «περιβάλλον ή ανάπτυξη». Ο πρώτος μύθος προσδίδει χαρακτηριστικά ευκαιριακού εύκολου πλουτισμού σε ένα δυναμικό και αποδοτικό πεδίο επιχειρηματικής δραστηριότητας αποθαρρύνοντας τους επενδυτές. Ο δεύτερος υποβάλλει την αντίληψη ότι οι περιβαλλοντικά φιλικές τεχνολογίες είναι «ακριβές» και ως εκ τούτου αντίθετες με την ανάπτυξη.

Σύμφωνα με το CEDEC (2017) οι καταναλωτές και η στάση τους απέναντι στις έξυπνες τεχνολογίες θα διαδραματίσουν κεντρικό ρόλο στην ανάπτυξη και την επιτυχία του έξυπνου δικτύου. Παραδοσιακά οι καταναλωτές δε δραστηριοποιούνταν στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας. Για να αλλάξουν αυτό το πρότυπο και να απολαύσουν τα οφέλη του έξυπνου δικτύου βασίζονται σε επαρκείς και απλές πληροφορίες, όπως ελκυστικά, αξιόπιστα και ασφαλή προϊόντα και υπηρεσίες, καθώς και κίνητρα για τη χρήση τους. Ο ΔΕΔΔΗΕ, ως Διαχειριστής Συστήματος Διανομής (DSO) θα πρέπει να δώσει ιδιαίτερη

έμφαση στο θέμα της αποδοχής των έξυπνων δικτύων από τους καταναλωτές και να αξιοποιήσει με το βέλτιστο τρόπο τις δυνατότητες που παρέχουν για αναβαθμισμένη ποιότητα υπηρεσιών και μείωση του κόστους συνδυάζοντάς τες με μια ενεργειακή αγορά υψηλών περιβαλλοντικών προδιαγραφών (Χατζηαργυρίου 2015β).

# Κεφάλαιο 4

## Ευρωπαϊκή Στρατηγική

Στην Ε.Ε. τα έξυπνα δίκτυα θεωρούνται ως ένα από τα κλειδιά για την επίτευξη των 20-20-20 Ευρωπαϊκών στόχων (δηλαδή 20% αύξηση της ενεργειακής απόδοσης, 20% μείωση του CO<sub>2</sub> και 20% αύξηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας) που καθορίστηκαν για το 2020. Οι προοπτικές για τη μελλοντική ανάπτυξη του έξυπνου δικτύου στα κράτη μέλη της Ε.Ε. είναι πολύ ευνοϊκές. Πολλές Ευρωπαϊκές χώρες εκσυγχρονίζουν τα δίκτυα τους πραγματοποιώντας πλήθος έργων έξυπνων δικτύων (εικόνα 20), τα οποία τυγχάνουν ευρείας διεθνούς προσοχής και προσελκύουν επενδυτικά κεφάλαια (Mah et al. 2014).



**Εικόνα 20.** Έργα έξυπνων δικτύων στην Ε.Ε. (Πηγή: European Union (EU) 2015)

Στις παραγράφους που ακολουθούν, αναλύονται οι περιπτώσεις της Ιταλίας, της Σουηδίας και του Ηνωμένου Βασιλείου και πραγματοποιείται μια συνοπτική περιγραφή της στρατηγικής άλλων Ευρωπαϊκών χωρών, ώστε να αναγνωριστεί η στρατηγική που ακολουθούν στο αναδυόμενο πεδίο εφαρμογής των έξυπνων δικτύων.

## 4.1 Η περίπτωση της Ιταλίας

Ο όρος έξυπνο δίκτυο άρχισε να χρησιμοποιείται ευρέως στη βιομηχανία ηλεκτρικής ενέργειας αφότου η ιταλική Enel, η κυρίαρχη εταιρεία DSO, ξεκίνησε την πρωτοποριακή εγκατάσταση έξυπνων μετρητών στα μέσα της δεκαετίας του 2000 μέσω του έργου Telegestore, το οποίο συχνά αναφέρεται ως το πρώτο παράδειγμα έξυπνων τεχνολογιών που εγκαθίστανται στα σπίτια (Telstra 2012). Όπως αναφέρουν οι Martini (2015), Monesi (2012) και Talamanca (2012) από το 2016 η Ιταλία ήδη εγκαθιστά δεύτερης γενιάς έξυπνους μετρητές, σύμφωνα με το ρυθμιστικό πλαίσιο για έξυπνη μέτρηση που δημιουργήθηκε σε συνδυασμό με ένα νόμο για την ενέργεια που προβλέπει την υποχρεωτική υλοποίηση. Η ευθύνη για την εγκατάσταση των έξυπνων μετρητών ανατέθηκε στους DSOs, στους οποίους δόθηκαν κίνητρα συμμόρφωσης. Τα επιτρεπόμενα έσοδα από τις χρεώσεις μετρήσεων χορηγούνται μόνο στους DSOs που πληρούν τα ποσοστά επίτευξης των στόχων που ορίζονται για κάθε έτος (Bettenzoli et al. 2017, Energy Community 2012, Oosterkamp et al. 2014).

Η Ιταλία πρωτοπορεί στους χρηματοδοτικούς πόρους που διατέθηκαν για ερευνητικά προγράμματα αφιερωμένα κατ' εξοχήν στα έξυπνα δίκτυα. Το 2015 από τα 459 διαφορετικά έργα έξυπνων δικτύων που λάμβαναν χώρα στην Ε.Ε., τα οποία αφορούσαν έργα έρευνας - ανάπτυξης (R&D) και παρουσίασης - υλοποίησης, το 63% περίπου αναπτύσσονταν στην Ιταλία (εικόνα 21) (EU 2015). Τα έργα που υλοποιεί η Ιταλία, υπογραμμίζουν τη χρήση της διεσπαρμένης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ, τη χρήση γραμμών μεταφοράς μικρής απόστασης και τη χρήση τεχνολογιών μείωσης απώλειας ισχύος διανομής. Το έργο Smart MV Network θεωρείται το μεγαλύτερο στο πλαίσιο των έξυπνων δικτύων. Βασική επικέντρωση της Ιταλίας κατά την ανάπτυξη των έξυπνων δικτύων είναι η ενεργός συμμετοχή του καταναλωτή, η έξυπνη μέτρηση των καταναλώσεων, η ενσωμάτωση ΑΠΕ, η αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας και η ηλεκτροκίνηση (Martini 2015, Monesi 2012, Talamanca 2012).



**Εικόνα 21.** Έργα έξυπνων δικτύων στην Ιταλία (Πηγή: EU 2015)

Για την Ιταλία τα έξυπνα δίκτυα αποτελούν έναν τρόπο βελτίωσης της οικονομικής της ανάπτυξης καθώς προωθούν την ανταγωνιστικότητα και την αιεφόρο ενεργειακή πολιτική. Η τεχνολογία έξυπνων δικτύων της Enel είναι η πιο διαδεδομένη στον κόσμο. Η Enel κατασκευάζει και διανέμει δικούς της έξυπνους μετρητές, αναπτύσσει το λογισμικό του συστήματος για τη διαχείριση και την επικοινωνία των πληροφοριών που συλλέγονται από τους έξυπνους μετρητές και δαπανά πόρους και χρόνο για την εκπαίδευση των πολιτών (Telstra 2012).

Προκειμένου η Enel να καταστήσει πιο ενεργούς τους καταναλωτές και να κάνει το δίκτυο πιο λειτουργικό οργάνωσε από το 2012 έως το 2014 το πιλοτικό πρόγραμμα Enel Info+ χρησιμοποιώντας το λογισμικό Smart Info, το οποίο σχεδιάστηκε για να παρέχει στους καταναλωτές πληροφορίες για έξυπνες μετρήσεις. Έθεσε σε δοκιμαστικό στάδιο το Energy@home, μια πλατφόρμα επικοινωνιών για ένα τοπικό δίκτυο, η οποία προτείνει ολοκληρωμένες λύσεις εξοικονόμησης ενέργειας. Τέλος, η Enel προγραμματίσει ένα πιλοτικό πρόγραμμα για την ηλεκτροκίνηση σε συνεργασία με την Daimler με σκοπό να σχεδιάσει μαζική ανάπτυξη της υποδομής έξυπνης φόρτισης με πιστοποιημένη ισχύ (Martini 2015, Monesi 2012, Talamanca 2012).

## 4.2 Η περίπτωση της Σουηδίας

Η αγορά ηλεκτρικής ενέργειας στη Σουηδία απελευθερώθηκε το 1996. Έκτοτε η παραγωγή και η εμπορία ηλεκτρικής ενέργειας είναι ανοικτές στον ανταγωνισμό ώστε να αυξηθούν οι επιλογές των καταναλωτών και να δημιουργηθούν οι συνθήκες για αποτελεσματική διαχείριση των παραγωγικών πόρων [Energy Market Inspectorate (EI) 2013, Widegren 2013).

Το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας της Σουηδίας (εικόνα 22) απαρτίζεται από καλώδια μήκους 551.000 Km [Energy Market Inspectorate (EI) 2015] και λειτουργεί ως φυσικό μονοπώλιο για το λόγο ότι η κατασκευή παράλληλων δικτύων ηλεκτρικής ενέργειας σε ολόκληρη τη χώρα θα ήταν οικονομικά και περιβαλλοντικά ακατάλληλη. Υπάρχει μόνο μία κρατική επιχείρηση που είναι υπεύθυνη για τη λειτουργία, ανάπτυξη, διαχείριση και ασφάλεια του σουηδικού εθνικού δικτύου, ενώ, σύμφωνα με το IEA (2017), υπάρχουν γύρω στις 170 εταιρείες διαχείρισης των συστημάτων διανομής σε περιφερειακό και τοπικό επίπεδο (EI 2013).



Εικόνα 22. Το Σουηδικό δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας (Πηγή: [www.svk.se](http://www.svk.se))

Η Σουηδία είναι μια από τις πρώτες χώρες στην Ευρώπη που έδωσε έμφαση στην ανάπτυξη των έξυπνων δικτύων και, πρωτίστως, στην υποδομή της έξυπνης μέτρησης

σε ευρεία κλίμακα [Energy Market Inspectorate (EI) 2011]. Η εγκατάσταση έξυπνων μετρητών στη Σουηδία ξεκίνησε το 2003, μετά από παρότρυνση της Σουηδικής Βουλής, και ολοκληρώθηκε σε ποσοστό 99% το 2009 (Juskaite 2014). Η εγκατάσταση έξυπνων μετρητών στόχευε στη βελτίωση των διαδικασιών μέτρησης και στην ευαισθητοποίηση των καταναλωτών σχετικά με τη χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας και τον καλύτερο έλεγχο της κατανάλωσής της (USmartConsumer 2014, Widegren 2013).

Η Σουηδία κατέχει ηγετική θέση στην προώθηση προγραμμάτων έρευνας και ανάπτυξης έξυπνων δικτύων και στην παρουσίαση έργων μεγάλης κλίμακας. Έχει επίσης μακρά και πετυχημένη παράδοση στην έρευνα για καινοτόμες τεχνολογίες καθαρής ενέργειας, οι οποίες θα καταστήσουν το σύστημα της ηλεκτρικής ενέργειας οικολογικό και οικονομικά βιώσιμο. Αρμόδιος φορέας για την έρευνα σχετικά με την ενέργεια στη Σουηδία και τη συγχρηματοδότηση αρκετών προγραμμάτων έξυπνων δικτύων είναι το Swedish Energy Agency. Η δημόσια χρηματοδότηση για δραστηριότητες έρευνας και ανάπτυξης έξυπνων δικτύων ανέρχεται σε 4 εκατομμύρια ευρώ ετησίως. Η Σουηδία συμμετέχει στο International Smart Grid Action Network (ISGAN), μια διεθνή πρωτοβουλία για την προώθηση της ανάπτυξης έξυπνων δικτύων παγκοσμίως (IEA 2017, Ministry of Enterprise, Energy and Communication 2010).

Στόχος της Σουηδίας είναι τα έργα έξυπνων δικτύων που υλοποιεί να αποτελέσουν διεθνή πρότυπα για βιώσιμα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας. Για το λόγο αυτό δραστηριοποιείται έντονα σε ερευνητικά προγράμματα και έργα έρευνας, ανάπτυξης και παρουσίασης έξυπνων δικτύων. Τα ερευνητικά της προγράμματα περιλαμβάνουν το SweGRIDS για έξυπνα δίκτυα και αποθήκευση ενέργειας και το ELEKTRA που επικεντρώνεται σε θέματα ηλεκτρολογίας για την ενίσχυση της μακροπρόθεσμης ανταγωνιστικότητας, ενώ το EIT KIC InnoEnergy Sweden αποτελεί ένα Ευρωπαϊκό κέντρο καινοτομίας για τα έξυπνα δίκτυα και την αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας (IEA 2017, Juskaite 2014).

Στα κορυφαία και μεγάλης κλίμακας έργα έξυπνων δικτύων τα οποία υλοποιούνται στη Σουηδία και αποτελούν υπόδειγμα για την ανάπτυξη έξυπνων δικτύων ανά την υφήλιο περιλαμβάνονται το Smart Grid Hyllie ένα έργο «έξυπνης πόλης» στο Malmö που προορίζεται να αποτελέσει διεθνές έργο αναφοράς μελλοντικών βιώσιμων λύσεων και το Smart Grid Gotland, ένα έργο στο νησί Gotland που στοχεύει να καταδείξει την

ενσωμάτωση της αιολικής ηλεκτρικής ενέργειας σε ένα αγροτικό έξυπνο δίκτυο. Τέλος, το Stockholm Royal Seaport που αποτελεί το πρώτο μεγάλης κλίμακας έργο έξυπνου δικτύου σε αστική περιοχή (IEA 2017, Juskaite 2014).

### **4.3 Η περίπτωση του Ηνωμένου Βασιλείου**

Το Ηνωμένο Βασίλειο έχει εισάγει τον ανταγωνισμό σε όλους τους κλάδους της παραγωγής, μεταφοράς, διανομής και λιανικής πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας (Mah et al. 2014). Στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας κυριαρχούν έξι μεγάλες εταιρείες (E.ON, RWE npower, Centrica, Scottish and Southern Energy, Scottish Power και EDF Energy [International Trade Administration (ITA), 2016]. Το Δίκτυο Μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας είναι χωρισμένο ανά γεωγραφικές περιοχές. Στο Δίκτυο Διανομής δραστηριοποιούνται δύο διαφορετικές κατηγορίες οργανισμών, οι Διαχειριστές Δικτύων Διανομής (Distribution Network Operators - DNOs) και οι λιανοπωλητές ηλεκτρικής ενέργειας. Υπάρχουν 14 τοπικοί DNOs που είναι μονοπώλιο για την περιοχή που καλύπτουν και πάνω από 18 εταιρείες λιανικής αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας [Global Smart Grid Federation (GSGF) 2012, ITA 2016, Teh et al. 2011].

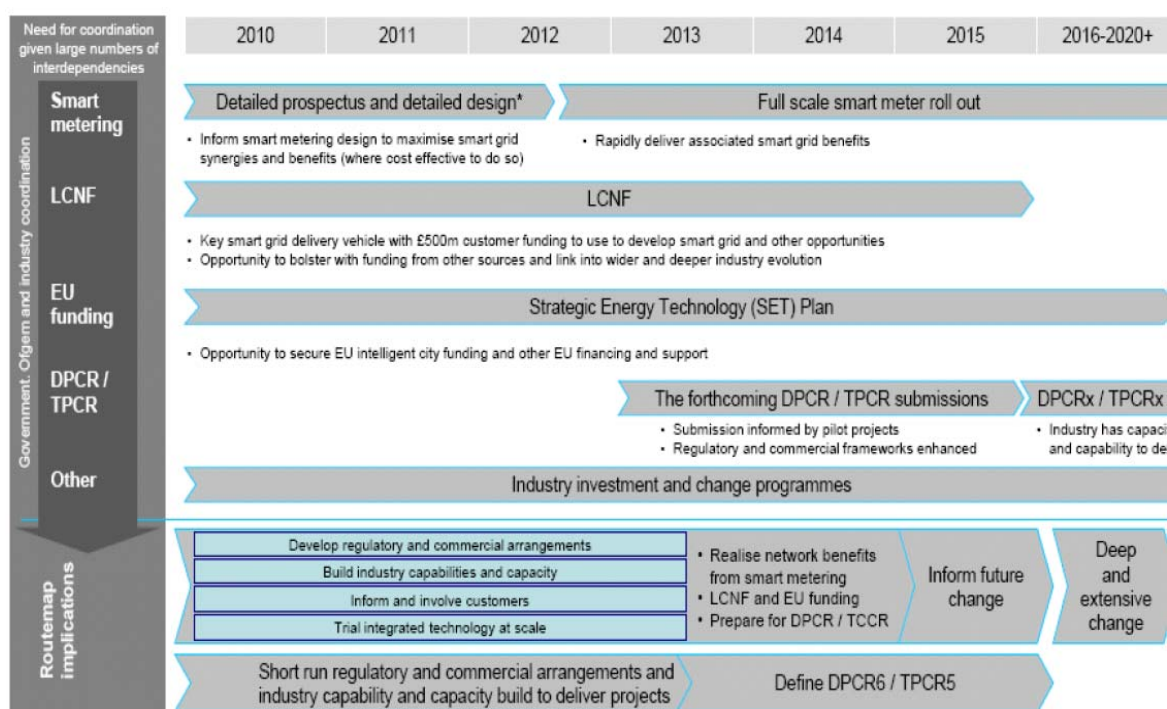
Το Ηνωμένο Βασίλειο αναπτύχθηκε γρήγορα σε μια από τις πιο ελκυστικές αγορές στον κόσμο χάρη στην προηγμένη τεχνολογία και εφαρμογές έξυπνου δικτύου αλλά και στον εξαιρετικά ανταγωνιστικό τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας (EIA 2011, ITA 2016). Η Βρετανική κυβέρνηση οραματίζεται το έξυπνο δίκτυο ως το διαδίκτυο του ηλεκτρισμού. (EIA 2011) Αναμένεται ότι οι επενδύσεις που αφορούν το έξυπνο δίκτυο θα φέρουν σημαντικά οικονομικά οφέλη στον Βρετανικό τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας, όπως ένα δυνητικό καθαρό όφελος για αποφυγή του κόστους αναβάθμισης μεταξύ 2,4 και 8,1 δισεκατομμυρίων λιρών αλλά και έμμεσα οφέλη όπως απόκτηση τεχνολογικής ηγεσίας, επίτευξη των στόχων μείωσης των εκπομπών CO<sub>2</sub> και αποφυγή της πρόσθετης παραγωγής σε ώρες αιχμής (Owaineh et al. 2015).

Το ρυθμιστικό και νομοθετικό πλαίσιο της Βρετανίας διευκολύνει και ενθαρρύνει την ανάπτυξη και τις επενδύσεις έξυπνου δικτύου (EIA 2011). Στη Βρετανία έχει ιδρυθεί η Data and Communications Company, ένας ανεξάρτητος κεντρικός κόμβος δεδομένων και πληροφοριών για το εθνικό σύστημα έξυπνων μετρητών (EC 2014, EIA 2011). Η Ofgem, η εθνική ρυθμιστική αρχή λειτουργεί το Low Carbon Networks Fund (LCNF) ένα



ταμείο χρηματοδότησης έργων έξυπνων δικτύων (EIA 2011, GSGF 2012). Το Υπουργείο Ενέργειας και κλιματικής αλλαγής έχει δημιουργήσει το SmartGrid GB, ένα ανεξάρτητο φόρουμ για την ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των ενδιαφερομένων μερών και τη διαμόρφωση της πολιτικής για το Βρετανικό έξυπνο δίκτυο (GSGF 2012).

Στη Βρετανία έχει οριστεί από τη Βρετανική κυβέρνηση το Electricity Networks Strategy Group (ENSG) με κύρια αποστολή τον εντοπισμό και το συντονισμό των απαιτούμενων εργασιών για τη μετάβαση της χώρας σε ένα μέλλον χαμηλών εκπομπών CO2 (Xenias et al. 2014). Το 2010 το ENSG δημοσίευσε ένα οδικό χάρτη (εικόνα 23) για να παρουσιάσει λεπτομερέστατα τα κρίσιμα βήματα που απαιτούνται και τα ενδεικτικά χρονοδιαγράμματα για την εξέλιξη του Βρετανικού έξυπνου δικτύου (Teh et al. 2011).



**Εικόνα 23.** Ο οδικός χάρτης για την ανάπτυξη των Βρετανικών έξυπνων δικτύων, με ενδεικτικά χρονοδιαγράμματα (Πηγή: Teh et al. 2011)

Οι Owaineh et al. (2015) αναφέρουν ότι στο Ηνωμένο Βασίλειο μεγάλο μέρος της δραστηριότητας γύρω από την ανάπτυξη έξυπνων δικτύων βρίσκεται στο στάδιο των έργων επίδειξης και πιλοτικών και ερευνητικών προγραμμάτων καθώς και της ανάπτυξης έξυπνων μετρητών (ως σημαντική συνιστώσα των έξυπνων δικτύων). Παράλληλα, έχουν ανακοινωθεί εθνικές και διεθνείς εταιρικές συνεργασίες προκειμένου

να αναπτυχθεί ένα ασφαλές, προηγμένο και ικανό δίκτυο που να υποστηρίζει πολλαπλές εφαρμογές (Oosterkamp et al. 2014).

Το 2009 η Βρετανική κυβέρνηση ανακοίνωσε το σχέδιο της να εγκαταστήσει έξυπνους μετρητές σε 28 εκατομμύρια σπίτια και δύο εκατομμύρια μικρές επιχειρήσεις μέχρι το 2020. Το έργο αυτό προορίζεται να είναι η μεγαλύτερη εγκατάσταση έξυπνων μετρητών στον κόσμο. Η εθνική στρατηγική και το χρονοδιάγραμμα για την ανάπτυξη έξυπνου δικτύου και έξυπνων μετρητών προβλέπεται να πραγματοποιηθεί σε δύο φάσεις: (α) 2014-2020: Φάση ανάπτυξης (συμπεριλαμβανομένης της ανάπτυξης έξυπνου μετρητή), (β) 2020-2030: Φάση παρουσίασης (EIA 2011, Oosterkamp et al. 2014, Telstra 2012, Xenias et al. 2015).

Τα σημαντικότερα έργα και προγράμματα πάνω στην ανάπτυξη έξυπνων δικτύων είναι το Orkney Islands Active Network Project, το E.on MK2000 και το North East and Yorkshire Smart Grid. Το Orkney Islands Active Network Project είναι ένα από τα πιο προηγμένα προγράμματα έξυπνων δικτύων του Ηνωμένου Βασιλείου και αφορά τη διαχείριση ενέργειας από τα κύματα και τον άνεμο. Το Smart Hooky είναι ένα πρόγραμμα για τα «έξυπνα σπίτια» που εστιάζει στη δοκιμή ευρέως φάσματος τεχνολογιών και έχει στόχο να αποτελέσει το πρώτο σχέδιο έξυπνου δικτύου σε κοινοτική κλίμακα στο Ηνωμένο Βασίλειο. Τέλος, το North East and Yorkshire Smart Grid είναι το μεγαλύτερο πρόγραμμα έξυπνου δικτύου και αφορά τις επιπτώσεις των νέων χαμηλών εκπομπών CO<sub>2</sub> τεχνολογιών (π.χ. ηλιακά πάνελ) σε σπίτια και επιχειρήσεις (EIA 2011, Owaineh et al. 2015).

## **4.4 Περιπτώσεις άλλων Ευρωπαϊκών χωρών**

Στην Ε.Ε. η ανάπτυξη των έξυπνων δικτύων διαδραματίζει σημαντικό ρόλο για την επίτευξη ενός βιώσιμου ενεργειακού συστήματος. Αρκετές Ευρωπαϊκές χώρες εργάζονται εντατικά εδώ και πολλά χρόνια για την ανάπτυξη και την εξέλιξη ενός έξυπνου δικτύου, ώστε να προσθέσουν σημαντική αξία στην εθνική τους οικονομία μέσω ενός βιώσιμου και αποτελεσματικού συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας. Η Γαλλία, η Ισπανία και η Ολλανδία είναι ορισμένες από αυτές.

Η **Γαλλία** θεωρεί τον αναδυόμενο τομέα των έξυπνων δικτύων ως βασικό συστατικό για την τόνωση της Γαλλικής οικονομίας στο πλαίσιο της αποκαλούμενης «Τρίτης Βιομηχανικής Επανάστασης». Για το λόγο αυτό έχει παρουσιάσει έναν οδικό χάρτη με τα κρίσιμα βήματα για την ανάπτυξη των Γαλλικών έξυπνων δικτύων. Ο οδικός χάρτης αρχικά στοχεύει στη συγκέντρωση υπηρεσιών υποστήριξης, όπως έρευνα και εκπαίδευση, εντός συγκεκριμένης γεωγραφικής περιοχής προκειμένου να αναπτυχθεί ένα ειδικευμένο δυναμικό για τα έξυπνα δίκτυα και κατόπιν να δημιουργηθεί μια ανοικτή πλατφόρμα καινοτομίας (Open Innovation) που θα υποστηρίξει την ανταγωνιστικότητα του τομέα. Στα μελλοντικά σχέδια της Γαλλίας είναι η δημιουργία μιας Smart Grids Team of France για την προώθηση των έξυπνων δικτύων και τον συντονισμό των ενδιαφερομένων μερών. Η Γαλλία υλοποιεί αρκετά πιλοτικά έργα. Το σημαντικότερο είναι το Linky Project με το οποίο εγκαταστάθηκαν το 2007 σταδιακά 300.000 έξυπνοι μετρητές. Το 2015 ξεκίνησε η εμπορική εξάπλωση των έξυπνων μετρητών (<https://birdandbird.wordpress.com>, Juskaite 2014).

Η **Ολλανδία** θεωρεί την υλοποίηση έξυπνων δικτύων απαραίτητη ώστε να ωφεληθεί από την αιεφόρο ενέργεια και έχει διαθέσει 22,5 εκατομμύρια ευρώ για πιλοτικά έργα έξυπνων δικτύων στα οποία συμμετέχουν ενεργά οι DSOs. Στα πλαίσια της αιεφόρου ανάπτυξης εξετάζεται η ανάπτυξη της αποθήκευσης ενέργειας και ενθαρρύνονται η ηλεκτροκίνηση και οι υποδομές σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων. Η κυκλοφορία των έξυπνων μετρητών στην Ολλανδία αρχικά καθυστέρησε λόγω των ανησυχιών για την προστασία της ιδιωτικής ζωής. Με σκοπό να ξεπεραστούν οι ανησυχίες αναπτύχθηκε ένας Κώδικας Δεοντολογίας μεταξύ των φορέων εκμετάλλευσης δικτύων και των προμηθευτών στον οποίο ορίζονται συγκεκριμένες υποχρεώσεις όσον αφορά τη χρήση, την καταγραφή και την ανταλλαγή δεδομένων που λαμβάνονται μέσω του έξυπνου μετρητή. Το αρχικό σχέδιο έξυπνων μετρητών προέβλεπε την εγκατάστασή τους από την 1<sup>η</sup> Ιανουαρίου 2015. Ωστόσο αναβλήθηκε λόγω αναμονής των φορέων εκμετάλλευσης για τις νέες εκδόσεις έξυπνων μετρητών (π.χ. από ανακυκλώσιμα υλικά). Στόχος της Ολλανδίας παραμένει η ευρεία εξάπλωση των έξυπνων μετρητών μέχρι το 2020 (Bijlsma 2015, <https://birdandbird.wordpress.com>). Στο πλαίσιο του έργου Amsterdam Smart City Project, το οποίο περιλαμβάνει έναν αυξανόμενο αριθμό πιλοτικών προγραμμάτων μεταξύ των οποίων και η διαχείριση ενέργειας, ανακοινώθηκε από την τοπική κυβέρνηση ότι στόχος της είναι να εξασφαλίσει ουδέτερες κλιματικές συνθήκες σε

όλους τους οργανισμούς της πόλης και να μειώσει σε 40% το σύνολο των εκπομπών CO2 μέχρι το 2025 (Telstra 2012).

Για την **Ισπανία** η ανάπτυξη και εφαρμογή έξυπνων δικτύων είναι ωφέλιμη λόγω της ισχυρής ανάπτυξης των ΑΠΕ και της διεσπαρμένης παραγωγής. Αναμένεται οι επενδύσεις πάνω στα έξυπνα δίκτυα να ανέλθουν σε περίπου 10.000 εκατομμύρια ευρώ και η εφαρμογή τους να δημιουργήσει 40.000 με 50.000 θέσεις απασχόλησης. Ισπανικές εταιρείες ηλεκτρισμού έχουν ξεκινήσει μια σειρά έργων έξυπνων δικτύων, όπως τα έργα PRICE, STAR, SMARTCITY, SCALA σε ολόκληρη την Ισπανία. Επίσης, στην Ισπανία έχει δημιουργηθεί ένα Κέντρο Ελέγχου Ηλεκτρικής Ενέργειας για τη συντονισμένη λειτουργία και εποπτεία των εγκαταστάσεων παραγωγής και μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας σε πραγματικό χρόνο. Ωστόσο, δεν υπάρχει ακόμα ένα σταθερό ρυθμιστικό πλαίσιο από την Ισπανική κυβέρνηση για τα έξυπνα δίκτυα γι' αυτό η εφαρμογή τους είναι μια σταδιακή διαδικασία απόλυτα εξαρτώμενη από τα κίνητρα που προβλέπονται για περαιτέρω τεχνολογικές και αναπτυξιακές εξελίξεις. Όσον αφορά την έξυπνη μέτρηση, η Ισπανική κυβέρνηση έχει επιβάλλει την ευρεία εγκατάσταση έξυπνων μετρητών μέχρι το 2018 (<https://birdandbird.wordpress.com>, Metering & Smart Energy International 2016).

# Κεφάλαιο 5

## Συμπεράσματα Έρευνας – Προτάσεις

### 5.1 Συμπεράσματα έρευνας

Το έξυπνο δίκτυο είναι μια πρόσφατη, πολύπλοκη και εξελικτική διαδικασία στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας. Αποτελεί τον εκσυγχρονισμό και την αναβάθμιση των παραδοσιακών δικτύων ηλεκτρικής ενέργειας με την αρωγή των Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών προκειμένου να επιτευχθεί ένα πιο αξιόπιστο, αποδοτικό και βιώσιμο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας. Κατά μία άποψη ένα έξυπνο δίκτυο θα πρέπει να αντιμετωπίζεται ως ένα σύνθετο σύστημα που απαιτεί ακριβή οικονομικό και δημοσιονομικό σχεδιασμό για την επιτυχή και αποτελεσματική ανάπτυξή του.

Τα έξυπνα δίκτυα χρησιμοποιούν την αμφίδρομη ροή ηλεκτρικής ενέργειας και επικοινωνίας και επιτρέπουν πιο διεσπαρμένη και μικρής κλίμακας παραγωγή. Επίσης, ενσωματώνουν καινοτόμες τεχνολογίες και δημιουργούν ένα πλήρως αυτοματοποιημένο και προηγμένο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας. Κύρια χαρακτηριστικά τους είναι η αξιοπιστία, η ευελιξία, η αποδοτικότητα, η ρύθμιση/εξισορρόπηση φορτίου, η τιμολόγηση πραγματικού χρόνου, η βιωσιμότητα και η υποστήριξη απόκρισης ζήτησης. Τα έξυπνα δίκτυα αποτελούν, επίσης, μία πλατφόρμα για προηγμένες υπηρεσίες και παρέχουν έξυπνη μέτρηση με τη βοήθεια της τεχνολογίας. Οι

δυνατότητες και τα χαρακτηριστικά τους είναι αυτά που κάνουν το δίκτυο «έξυπνότερο» στο σύνολό του και προσφέρουν λειτουργικά, οικονομικά, περιβαλλοντικά και κοινωνικά καθώς και τα συνεπαγόμενα με την ασφάλεια οφέλη τόσο στις επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας, όσο και στους τελικούς καταναλωτές.

Από τη μελέτη διαπιστώνεται ότι τόσο ο ΔΕΔΔΗΕ όσο και οι Ευρωπαϊκές χώρες χαράσσουν τη στρατηγική τους και εργάζονται εντατικά για την ανάπτυξη και την εξέλιξη ενός έξυπνου δικτύου, ώστε να προσθέσουν σημαντική αξία στην εθνική τους οικονομία μέσω ενός βιώσιμου και αποτελεσματικού συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας. Επιπλέον, στόχος τους είναι η εξασφάλιση ασφαλούς, βιώσιμης, προσιτής και ανταγωνιστικής ενέργειας για όλους τους πολίτες και τις επιχειρήσεις. Παρόλα αυτά η στρατηγική ανάπτυξης έξυπνων δικτύων του ΔΕΔΔΗΕ παραμένει αργή παρά τον αριθμό των έργων που πραγματοποιούνται. Αντίστοιχη κατάσταση επικρατεί σε άλλες Ευρωπαϊκές χώρες παρόλο που ένας αριθμός χωρών υποστηρίζει ήδη την έξυπνη μέτρηση, τη βασική συνιστώσα των έξυπνων δικτύων.

Πιο συγκεκριμένα, από τον εντοπισμό της στρατηγικής των Ευρωπαϊκών χωρών διαπιστώθηκε ότι η Ιταλία και η Σουηδία ήταν από τις πρωτοπόρες χώρες στην ανάπτυξη των έξυπνων δικτύων και στα συστήματα έξυπνης μέτρησης σε ευρεία κλίμακα. Το Ηνωμένο Βασίλειο αναπτύχθηκε γρήγορα σε μια από τις πιο ελκυστικές αγορές στον κόσμο χάρη στις προηγμένες τεχνολογίες και εφαρμογές έξυπνων δικτύων αλλά και στον εξαιρετικά ανταγωνιστικό τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας.

Ειδικότερα, η στρατηγική της Ιταλίας για τα έξυπνα δίκτυα οδηγεί την ανάπτυξή τους στην Ευρώπη. Για την Ιταλία τα έξυπνα δίκτυα αποτελούν έναν τρόπο βελτίωσης της οικονομικής της ανάπτυξης και ως χώρα βρίσκεται στην πρώτη γραμμή της ευρωπαϊκής έρευνας για τα έξυπνα δίκτυα. Βασική της επικέντρωση κατά την ανάπτυξη των έξυπνων δικτύων είναι η ενεργός συμμετοχή του καταναλωτή, η έξυπνη μέτρηση των καταναλώσεων, η ενσωμάτωση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, η αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας και η ηλεκτροκίνηση. Η Ιταλία έχει υλοποιήσει μια σειρά έργων έξυπνων δικτύων και έχει την πιο διαδεδομένη τεχνολογία έξυπνων δικτύων στον κόσμο. Δαπανά, επίσης, πόρους και χρόνο για την εκπαίδευση των πολιτών σχετικά με τα οφέλη της έξυπνης μέτρησης. Με το έργο Telegestore, το οποίο συχνά αναφέρεται ως το πρώτο παράδειγμα έξυπνων τεχνολογιών που εγκαθίστανται στα σπίτια,

πραγματοποίησε την ευρεία εγκατάσταση έξυπνων μετρητών ήδη από τα μέσα της δεκαετίας του 2000. Η Ιταλία από το 2016 εγκαθιστά δεύτερης γενιάς έξυπνους μετρητές.

Στη Σουηδία, η ανάπτυξη έξυπνων δικτύων προωθήθηκε κυρίως εξαιτίας της ταχείας αύξησης της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ, της αναμενόμενης αύξησης του δυναμικού της διεσπαρμένης παραγωγής και της ανάγκης αποθήκευσης της ηλεκτρικής ενέργειας. Η Σουηδία κατέχει ηγετική θέση στην προώθηση προγραμμάτων έρευνας και ανάπτυξης έξυπνων δικτύων και στην παρουσίαση έργων μεγάλης κλίμακας. Επίσης, έχει μακρά και πετυχημένη παράδοση στην έρευνα για καινοτόμες τεχνολογίες καθαρής ενέργειας. Οι κύριες ερευνητικές της δραστηριότητες περιλαμβάνουν προγράμματα για την εφαρμογή έξυπνων δικτύων και έργα έρευνας, ανάπτυξης και παρουσίασης έξυπνων δικτύων που στοχεύουν να αποτελέσουν διεθνή πρότυπα για βιώσιμα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας. Η εγκατάσταση έξυπνων μετρητών στη Σουηδία ολοκληρώθηκε σε ποσοστό 99% το 2009.

Στο Ηνωμένο Βασίλειο το ρυθμιστικό και νομοθετικό πλαίσιο διευκολύνουν και ενθαρρύνουν την ανάπτυξη και τις επενδύσεις έξυπνου δικτύου προκειμένου να αποκομιστούν σημαντικά οικονομικά οφέλη. Η Βρετανική κυβέρνηση οραματίζεται το έξυπνο δίκτυο ως το διαδίκτυο του ηλεκτρισμού. Μεγάλο μέρος της δραστηριότητας γύρω από την ανάπτυξη έξυπνων δικτύων βρίσκεται στο στάδιο πιλοτικών εφαρμογών και ερευνητικών προγραμμάτων καθώς και ανάπτυξης έξυπνων μετρητών. Έχουν ανακοινωθεί διάφορες εθνικές και διεθνείς εταιρικές συνεργασίες προκειμένου να αναπτυχθεί ένα ασφαλές, προηγμένο και ικανό δίκτυο που να υποστηρίζει πολλαπλές εφαρμογές. Το Ηνωμένο Βασίλειο φιλοδοξεί να εγκαταστήσει έξυπνους μετρητές σε 28 εκατομμύρια σπίτια και δύο εκατομμύρια μικρές επιχειρήσεις στη Βρετανία μέχρι το 2020. Το έργο αυτό προορίζεται να είναι η μεγαλύτερη εγκατάσταση έξυπνου μετρητή στον κόσμο.

Όσον αφορά περιπτώσεις άλλων Ευρωπαϊκών χωρών διαπιστώθηκε ότι για την Γαλλία ο αναδυόμενος τομέας των έξυπνων δικτύων αποτελεί βασικό συστατικό για την τόνωση της Γαλλικής οικονομίας και έχει παρουσιάσει έναν οδικό χάρτη με τα κρίσιμα βήματα για την ανάπτυξη τους. Η Γαλλία εγκατέστησε σταδιακά έξυπνους μετρητές από το 2007 και το 2015 ξεκίνησε την εμπορική εξάπλωσή τους.

Για την Ολλανδία η υλοποίηση έξυπνων δικτύων είναι απαραίτητη, ώστε να ωφεληθεί από την αειφόρο ενέργεια. Για το λόγο αυτό εξετάζεται η ανάπτυξη της αποθήκευσης ενέργειας και ενθαρρύνονται η ηλεκτροκίνηση και οι υποδομές σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων. Το αρχικό σχέδιο εγκατάστασης έξυπνων μετρητών είχε προβλεφθεί να ξεκινήσει στις αρχές του 2015 ωστόσο καθυστέρησε εξαιτίας των ανησυχιών για την προστασία της ιδιωτικής ζωής και της αναμονής των φορέων εκμετάλλευσης των δικτύων για την κυκλοφορία νέων εκδόσεων έξυπνων μετρητών. Στόχος της Ολλανδίας παραμένει η ευρεία εξάπλωση έξυπνων μετρητών μέχρι το 2020.

Για την Ισπανία η ανάπτυξη και εφαρμογή έξυπνων δικτύων θεωρείται ωφέλιμη λόγω της ισχυρής ανάπτυξης των ΑΠΕ και της διεσπαρμένης παραγωγής. Ισπανικές εταιρείες ηλεκτρισμού έχουν ξεκινήσει την υλοποίηση μιας σειράς έργων έξυπνων δικτύων. Ωστόσο, δεν υπάρχει ακόμα ένα σταθερό ρυθμιστικό πλαίσιο για τα έξυπνα δίκτυα γι' αυτό η εφαρμογή τους είναι μια σταδιακή διαδικασία απόλυτα εξαρτώμενη από τα κίνητρα που προβλέπονται για περαιτέρω τεχνολογικές και αναπτυξιακές εξελίξεις. Όσον αφορά την έξυπνη μέτρηση, η Ισπανική κυβέρνηση έχει επιβάλλει την εγκατάσταση έξυπνων μετρητών μέχρι το 2018.

Στην Ελλάδα οι τρέχουσες τάσεις σε Ευρωπαϊκό επίπεδο και ειδικότερα οι προσπάθειες για καθαρότερη ενέργεια και βιώσιμη ανάπτυξη έχουν θέσει τον εκσυγχρονισμό του συστήματος διανομής ηλεκτρικής ενέργειας σε επίπεδο υψίστης σημασίας. Η ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε., η οποία αποτελεί τον Διαχειριστή Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας, είναι η πέμπτη μεγαλύτερη εταιρεία διανομής ηλεκτρικής ενέργειας στην Ευρώπη με περίπου 7,5 εκατομμύρια πελάτες Μέσης και Χαμηλής Τάσης. Αποστολή του ΔΕΔΔΗΕ είναι η αποδοτική λειτουργία, η ανάπτυξη, η συντήρηση και διαχείριση του Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΕΔΔΗΕ). Επίσης, είναι υπεύθυνος για τη διαχείριση των συστημάτων των Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών (ΜΔΝ) και για τη διασφάλιση της αμερόληπτης και ισότιμης πρόσβασης των χρηστών (καταναλωτών, παραγωγών, προμηθευτών) στο δίκτυο.

Ειδικότερα, στρατηγικοί στόχοι του ΔΕΔΔΗΕ αποτελούν η προσαρμογή του σε μια εξελισσόμενη αγορά ηλεκτρικής ενέργειας και η παροχή των υπηρεσιών του με αποδοτικό, αειφόρο, οικονομικό και ασφαλές τρόπο. Ως αποδοτικότερη λύση για την επίτευξη του συγκεκριμένου στόχου θεωρείται η προώθηση του εκσυγχρονισμού του



δικτύου του και η μετατροπή του σε ένα έξυπνο δίκτυο χρησιμοποιώντας καινοτόμες τεχνολογίες. Η στρατηγική εκσυγχρονισμού του ΔΕΔΔΗΕ επικεντρώνεται στη βελτίωση και στην αναβάθμιση της ποιότητας των υπηρεσιών με πλήρη δυνατότητα τηλεεξυπηρέτησης πελατών, στη διασφάλιση της μακροπρόθεσμης ικανότητας των δικτύων καθώς και στη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας και στην προστασία του περιβάλλοντος.

Όσον αφορά το επενδυτικό σχέδιο του ΔΕΔΔΗΕ διαπιστώθηκε ότι περιλαμβάνει την ταυτόχρονη υλοποίηση και το συντονισμό πολλών έργων έξυπνων δικτύων που αγγίζουν τα 1,25 δισεκατομμύρια € έως το 2020. Τα έργα έξυπνων δικτύων που εντοπίστηκαν αφορούν την ευρεία επέκταση τηλεποπτείας και τηλεδιαχείρισης των δικτύων, τη σταδιακή συγκέντρωση και τον εκσυγχρονισμό των Κέντρων Ελέγχου Δικτύων Διανομής, την έξυπνη μέτρηση με προοπτική την γενίκευσή της στη χώρα, καθώς και την εγκατάσταση και γενικευμένη χρήση συστήματος γεωγραφικών πληροφοριών. Παράλληλα, αναπτύσσεται νέο πληροφοριακό σύστημα και εισάγονται νέα σύγχρονα κανάλια επικοινωνίας για την κεντρική υποδοχή και διαχείριση των αιτημάτων των πελατών προκειμένου να υποστηριχθεί με το βέλτιστο τρόπο ο στρατηγικός σχεδιασμός του ΔΕΔΔΗΕ για την ανάπτυξη των έξυπνων δικτύων, τη σταδιακή μείωση των μη τεχνικών απωλειών και τη διαχείριση των διαδικασιών αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, αρμοδιότητας ΔΕΔΔΗΕ.

Ένα ενδιαφέρον σημείο που εντοπίστηκε είναι ότι τα έξυπνα δίκτυα διαμορφώνουν ένα νέο πολυσύνθετο αμφίδρομο μοντέλο αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας που καταργεί το παραδοσιακό της παραγωγής-μεταφοράς-διανομής-λιανικής και ενθαρρύνει την ενεργό συμμετοχή των καταναλωτών μέσω μιας αμφίδρομης επικοινωνίας και ροής πληροφοριών. Το νέο αυτό μοντέλο χαρακτηρίζεται από την είσοδο νέων παικτών και από τη δημιουργία μιας νέας αλυσίδας αξίας στην Ελληνική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας.

Στο νέο περιβάλλον των έξυπνων δικτύων ο ΔΕΔΔΗΕ καλείται να υποστηρίξει ένα νέο ενεργό σύστημα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, το οποίο περιλαμβάνει διεσπαρμένη παραγωγή από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, εγκαταστάσεις αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας, απόκριση ζήτησης, ενεργούς καταναλωτές και πλήθος δεδομένων. Διαπιστώνεται ότι στο πλαίσιο αυτό ο ρόλος του ΔΕΔΔΗΕ τόσο στη λειτουργία της

ενεργειακής αγοράς όσο και στην προμήθεια ηλεκτρικής ενέργειας αναμένεται να διευρυνθεί και να αναβαθμιστεί λόγω της δυνατότητας αλληλεπίδρασης που της προσφέρουν τα έξυπνα δίκτυα με τους πελάτες λιανικής, τους παρόχους ενέργειας και το διαχειριστή του συστήματος μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας.

Συγκεκριμένα, διαπιστώνεται ότι ο ΔΕΔΔΗΕ μέσα από το γενικότερο πλαίσιο εκσυγχρονισμού των δικτύων του φιλοδοξεί να μετασχηματιστεί σε Διαχειριστή Συστήματος Διανομής (Distribution System Operator – DSO), όπως οι εταιρείες διανομής άλλων Ευρωπαϊκών χωρών. Επιπλέον, ο ΔΕΔΔΗΕ οραματίζεται να αποτελέσει βασικό ανεξάρτητο παράγοντα στη λειτουργία της ενεργειακής αγοράς και στην προμήθεια ηλεκτρικής ενέργειας αναλαμβάνοντας σταδιακά το ρόλο του παρόχου και λειτουργού μιας πλατφόρμας διανομής ηλεκτρικής που θα αξιοποιεί τους διεσπαρμένους ενεργειακούς πόρους και θα προσφέρει ένα ευέλικτο μέσο διάθεσης νέων ενεργειακών προϊόντων και υπηρεσιών.

Στην παρούσα διατριβή αναγνωρίστηκαν σημαντικοί παράγοντες που εμποδίζουν την προοπτική ανάπτυξης έξυπνων δικτύων στην Ελλάδα. Η βαθιά και παρατεταμένη ύφεση της Ελληνικής οικονομίας από το 2008, ο δραστικός περιορισμός της τραπεζικής χρηματοδότησης, η έλλειψη πόρων και οι πιθανές οικονομικές δυσκολίες των προμηθευτών καθώς και η εστίαση της οργάνωσης και των λειτουργιών του ΔΕΔΔΗΕ στη διεκπεραίωση τρεχουσών εργασιών αυξάνουν τα ασφάλιστρα κινδύνου και συνιστούν την πιο άμεση τροχοπέδη στην υλοποίηση των έργων του έξυπνου δικτύου. Επιπλέον, τα ρυθμιστικά και κανονιστικά πλαίσια δεν αντικατοπτρίζουν πάντοτε την ανάγκη για επενδύσεις ανάπτυξης και αναβάθμισης του δικτύου, ούτε προωθούν την καινοτομία μέσω κινήτρων. Η μη ρυθμιστική αποδοχή σοβαρών δαπανών ενδέχεται να δημιουργήσει ζημίες, ενώ τα έργα εκσυγχρονισμού χρειάζονται κίνητρα λόγω των αυξημένων κινδύνων και οφελών.

Αναγνωρίστηκε, επίσης, ότι σε σχέση με άλλες Ευρωπαϊκές χώρες ο ΔΕΔΔΗΕ είναι πιθανόν ο μοναδικός Διαχειριστής Συστήματος Διανομής που δεν έχει το δίκτυο στην ιδιοκτησία του, καθώς η μητρική εταιρεία (ΔΕΗ Α.Ε.) έχει λάβει σχετική άδεια αποκλειστικότητας του δικτύου διανομής. Υπογράφεται μεταξύ ΔΕΗ και ΔΕΔΔΗΕ σύμβαση παραχώρησης του δικτύου για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα και τα έσοδα από τη διαχείριση του δικτύου επιμερίζονται μεταξύ των δύο εταιρειών. Για τη

διευκόλυνση της πλήρους ανάπτυξης των υπηρεσιών του ο ΔΕΔΔΗΕ υποστηρίζεται από τη ΔΕΗ με την παροχή υπηρεσιών έναντι ευλόγου ανταλλάγματος. Δεδομένου ότι ο ΔΕΔΔΗΕ υλοποιεί επενδύσεις στα έξυπνα δίκτυα ύψους πάνω από 250 εκατομμύρια € ετησίως πιθανή οικονομική δυσχέρεια της ΔΕΗ μπορεί να επηρεάσει τις επενδύσεις.

Επισημαίνεται ιδιαίτερα το γεγονός της έλλειψης ενός ολοκληρωμένου μακροχρόνιου ενεργειακού σχεδιασμού. Ο εθνικός ενεργειακός σχεδιασμός εστιάζει μόνο στην παρουσίαση των απαιτήσεων της εθνικής ενεργειακής πολιτικής και όχι στην υιοθέτηση ενός αυστηρά καθορισμένου σεναρίου για την εξέλιξη του ενεργειακού συστήματος. Οι χρονοβόρες γραφειοκρατικές διαδικασίες επίσης σε συνδυασμό με τις αγκυλώσεις της δημόσιας διοίκησης και την έλλειψη συντονισμού των εμπλεκόμενων φορέων αποτελούν σοβαρό ανασταλτικό παράγοντα για την προσέλκυση νέων επενδύσεων και αιτίες μεγάλων καθυστερήσεων στην αξιοποίηση του φυσικού πλούτου της χώρας και στην στρατηγική ανάπτυξης έξυπνων δικτύων. Επιπλέον, τυχόν εμπλοκή των συνδέσεων με γραφειοκρατικά θέματα θα προκαλέσει δυσκολία στην τηλε-εξυπηρέτηση και θα επηρεάσει την αποδοχή της από τους καταναλωτές.

Οι αντιδράσεις φορέων σε επενδυτικά ενεργειακά έργα που συνοδεύονται από συχνά ατεκμηρίωτες προσφυγές στο Συμβούλιο της Επικρατείας, τα νομοθετικά κενά και οι αδυναμίες της εκτελεστικής εξουσίας και η προβολή παραπλανητικών και καταστροφικών μύθων, όπως ο μύθος του «πράσινου Ελντοράντο» και ο μύθος του πλαστού διλήμματος «περιβάλλον ή ανάπτυξη» φέρνουν καθυστερήσεις και αύξηση κόστους, δημιουργούν κλίμα αβεβαιότητας και αποτρέπουν την υλοποίηση πολλαπλά χρήσιμων αναπτυξιακών πρωτοβουλιών με σημαντικά περιβαλλοντικά οφέλη.

## **5.2 Προτάσεις**

Προκειμένου να προσεγγιστούν οι βέλτιστες πρακτικές καθώς και οι βασικές στρατηγικές που θα πρέπει να χρησιμοποιήσει ο ΔΕΔΔΗΕ για να πετύχει τα προσδοκώμενα αποτελέσματα στην ανάπτυξη έξυπνων δικτύων στην Ελλάδα πραγματοποιήθηκαν σχετικές έρευνες στον Ευρωπαϊκό χώρο και συνδυάστηκαν με τις δυνατότητες του ΔΕΔΔΗΕ. Τα αποτελέσματα της έρευνας ανέδειξαν τη βασική ανάγκη ενός ολοκληρωμένου μακροχρόνιου ενεργειακού σχεδιασμού και τη χάραξη ενός οδικού

χάρτη με σαφή στόχευση για την επίτευξη των στόχων και τον εκσυγχρονισμό των δομών, των διαδικασιών και των συστημάτων του ΔΕΔΔΗΕ.

Για την αποτελεσματική υλοποίηση του εκσυγχρονισμού της εταιρείας όσο και για την προετοιμασία του ΔΕΔΔΗΕ να αναλάβει τον αναβαθμισμένο της ρόλο στην αγορά και στην προμήθεια ηλεκτρικής ενέργειας ως Διαχειριστής Συστήματος Διανομής κρίνεται αναγκαίο να διαμορφωθεί ένα σταθερό και προβλέψιμο θεσμικό, ρυθμιστικό και χρηματοδοτικό πλαίσιο στην Ελλάδα, το οποίο θα παρέχει τα απαραίτητα κίνητρα και εφόδια για την αποτελεσματική εφαρμογή και λειτουργία ενός έξυπνου δικτύου. Επίσης, απαιτείται η αλλαγή του τρόπου οργάνωσης και λειτουργίας του ΔΕΔΔΗΕ λόγω της ταχείας τεχνολογικής εξέλιξης και των νέων απαιτήσεων που προκύπτουν για τη βέλτιστη ανάπτυξη των έξυπνων δικτύων.

Προκειμένου να καλυφθεί η απόσταση από τους καλύτερους Ευρωπαίους διαχειριστές και να εκσυγχρονιστούν οι δομές και οι διαδικασίες του ΔΕΔΔΗΕ απαραίτητη είναι η υιοθέτηση οργανωτικών δομών διαχείρισης έργων που θα αναλάβουν ένα αξιολογικό μέρος της υλοποίησης έξυπνων δικτύων. Απαραίτητη επίσης κρίνεται η αναδιοργάνωση των υπάρχουσών οργανωτικών δομών όπως και η σταδιακή συγκέντρωση των βασικών δραστηριοτήτων της εταιρείας, ο προγραμματισμός – αξιολόγηση των έργων δικτύων με κεντρικό συντονισμό καθώς και μια συμφωνία μεταξύ ΔΕΗ και ΔΕΔΔΗΕ για μακράς διάρκειας παραχώρηση των δικτύων.

Απαραίτητη, τέλος, κρίνεται η βελτίωση των δυνατοτήτων του ΔΕΔΔΗΕ μέσω μεσοπρόθεσμων και βραχυπρόθεσμων δράσεων αλλά και ευθυγράμμιση των δράσεων αυτών. Όσον αφορά τη διάχυση και ενσωμάτωση νέων γνώσεων για την προώθηση του εκσυγχρονισμού και της καινοτομίας απαιτείται η εφαρμογή μιας στρατηγικής εμπέδωσης της ανάγκης εκσυγχρονισμού της εταιρείας στο προσωπικό της εταιρείας και στους εμπλεκόμενους φορείς μέσω κατάλληλων κινήσεων, όπως ενημέρωση, καθοδήγηση και εκπαίδευση.

# Βιβλιογραφία

Ardito, L., Procaccianti, G., Menga, G. & Morisio, M. (2013), Smart Grid Technologies in Europe: An Overview. *Energies*, 6, 251-281.

Babic, J. (2017), Agent-based Modeling of Electricity Markets in a Smart Grid Environment. [http://www.fer.unizg.hr/download/repository/KDI\\_Jurica\\_Babic.pdf](http://www.fer.unizg.hr/download/repository/KDI_Jurica_Babic.pdf) [Πρόσβαση: 1.4.2017].

Bettanzoli, E., Cirillo, D., Min, M.D., Schiavo, L.L. & Piti, A. (2017), The Italian Case on Smart Meters in the Electricity Market: A New Wave of Evolution Ready to Come. [http://www.icer-regulators.net/portal/page/portal/ICER\\_HOME/publications\\_press/ICER\\_Chronicle/6th Edition/IV Italian Case.pdf](http://www.icer-regulators.net/portal/page/portal/ICER_HOME/publications_press/ICER_Chronicle/6th_Edition/IV_Italian_Case.pdf) [Πρόσβαση: 4.5.2017].

Bijlsma, J. (2015), The Influence of Smart Grids on the Dutch Electricity Distribution. [http://essay.utwente.nl/68142/1/Bijlsma\\_MA\\_BMS.pdf](http://essay.utwente.nl/68142/1/Bijlsma_MA_BMS.pdf) [Πρόσβαση: 13.5.2017].

Cambini, C., Meletiou, A., Bompard, E. & Masera, M. (2016), Market and Regulatory Factors Influencing Smart-Grid Investment in Europe: Evidence from Pilot Projects and Implications for Reform. *Utilities Policy*, 40, 36-47.

CEDEC (2017), Smart Grids for Smart Markets. [http://www.cedec.com/files/default/cedec\\_smart\\_grids\\_position\\_paper-2.pdf](http://www.cedec.com/files/default/cedec_smart_grids_position_paper-2.pdf) [Πρόσβαση: 2.5.2017].

Chaaban, F., Akkawi, M. & Nassar, I. (2015), Transferring Power Sectors from Aging Utilities into Smart Grids – The Case of Lebanon. *Electric Power Components and Systems*, 43/16, 1793-1802.

Cheng, J.W.M. (2014), A Holistic View on Developing Smart Grids for a Low-Carbon Future. Mah, D., Hills, P., Li, V.O.K. & Balme, R. *Smart Grid Applications and Developments*. 21 – 43. Λονδίνο: Springer.

Council of European Energy Regulators - CEER (2014), CEER Status Review on European Regulatory Approaches Enabling Smart Grids Solution (“Smart Regulation”). Ref: C13-EQS-57-04. 18-Feb-2014.

[http://www.ceer.eu/portal/page/portal/EER\\_HOME/EER\\_PUBLICATIONS/CEER\\_PAPERS/Electricity/Tab3/C13-EQS-57-](http://www.ceer.eu/portal/page/portal/EER_HOME/EER_PUBLICATIONS/CEER_PAPERS/Electricity/Tab3/C13-EQS-57-04_Regulatory%20Approaches%20to%20Smart%20Grids_21-Jan-2014-2.pdf)

[04\\_Regulatory%20Approaches%20to%20Smart%20Grids\\_21-Jan-2014-2.pdf](http://www.ceer.eu/portal/page/portal/EER_HOME/EER_PUBLICATIONS/CEER_PAPERS/Electricity/Tab3/C13-EQS-57-04_Regulatory%20Approaches%20to%20Smart%20Grids_21-Jan-2014-2.pdf)

[Πρόσβαση: 1.4.2017].

D’Almeida, J.P.A.B. (2013), *Way Forward to Smart Grid Regulation*. Portugal: University Do Porto.

Eid, C., Hankvoort, R. & Jong, M.D. (2016), Global Trends in The Political Economy of Smart Grids. <https://www.wider.unu.edu/sites/default/files/wp2016-22.pdf>

[Πρόσβαση: 13.5.2017].

Energy Community (2012), Development of Best Practice Recommendations for Smart Meters Rollout in the Energy Community. [https://www.energy-community.org/portal/page/portal/ENC\\_HOME/DOCS/2506178/0633975AB8B77B9CE053C92FA8C06338.PDF](https://www.energy-community.org/portal/page/portal/ENC_HOME/DOCS/2506178/0633975AB8B77B9CE053C92FA8C06338.PDF) [Πρόσβαση: 18.4.2017].

Energy Information Administration - EIA (2011), Smart Grid around the World. [https://www.eia.gov/analysis/studies/electricity/pdf/intl\\_sg.pdf](https://www.eia.gov/analysis/studies/electricity/pdf/intl_sg.pdf) [Πρόσβαση: 11.5.2017].

Energy Market Inspectorate - EI (2015), Ei R2015:16. The Swedish Electricity and Natural Gas Markets 2014.

[http://www.ceer.eu/portal/page/portal/EER\\_HOME/EER\\_PUBLICATIONS/NATIONAL\\_REPORTS/National\\_Reporting\\_2015/NR\\_En/C15\\_NR\\_Sweden-EN.pdf](http://www.ceer.eu/portal/page/portal/EER_HOME/EER_PUBLICATIONS/NATIONAL_REPORTS/National_Reporting_2015/NR_En/C15_NR_Sweden-EN.pdf) [Πρόσβαση: 9.5.2017].

Energy Market Inspectorate - EI (2013), Ei R2013:14. The Swedish Electricity and Natural Gas Markets 2012. [http://ei.se/Documents/Publikationer/rapporter\\_och\\_pm/Rapporter%202013/Ei\\_R2013\\_14.pdf](http://ei.se/Documents/Publikationer/rapporter_och_pm/Rapporter%202013/Ei_R2013_14.pdf) [Πρόσβαση: 9.5.2017].

Energy Market Inspectorate - EI (2011), EI R2011:03. Adapting Electricity Networks to a Sustainable System - Smart Metering and Smart Grids. [https://www.smartgrid.gov/files/Adapting\\_Electricity\\_Networks\\_to\\_Sustainable\\_Energy\\_System\\_201108.pdf](https://www.smartgrid.gov/files/Adapting_Electricity_Networks_to_Sustainable_Energy_System_201108.pdf) [Πρόσβαση: 9.5.2017].

Eswar, K.M.R. (2015), Smart Grid – Future for Electrical Systems. *International Journal of Electrical and Electronics Research*, 3/2, 603-612.

Eurelectric (2016), EURELECTRIC's Vision about the Role of Distribution System Operators (DSOs). [http://www.eurelectric.org/media/258031/dso\\_vision\\_final\\_100216\\_web-2016-030-0092-01-e.pdf](http://www.eurelectric.org/media/258031/dso_vision_final_100216_web-2016-030-0092-01-e.pdf) [Πρόσβαση: 14.5.2017].

European Commission - EC (2015), A Framework Strategy for a Resilient Energy Union with a Forward-Looking Climate Change Policy (COM/2015/080 final). <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/TXT/?uri=COM%3A2015%3A80%3AFIN> [Πρόσβαση: 1.4.2017].

European Commission - EC (2014), Benchmarking Smart Metering Deployment In The EU-27 With A Focus On Electricity. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2014%3A356%3AFIN> [Πρόσβαση: 12.5.2017].

European Commission – EC (2012), Energy Efficiency Plan 2011 (COM/2011/ 109). <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0109:FIN:EN:PDF> [Πρόσβαση: 1.4.2017].

European Commission - EC (2011α), Smart Grids: from Innovation to Deployment (COM/2011/202final). <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52011DC0202> [Πρόσβαση: 1.4.2017].

European Commission - EC (2011β), A Roadmap for Moving to a Competitive Low Carbon Economy in 2050 (COM/2011/112). <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52011DC0112&from=EL> [Πρόσβαση: 1.4.2017].

European Union - EU (2015), A Smart Grid for the City of Rome: A Cost Benefit Analysis. <https://setis.ec.europa.eu/sites/default/files/reports/A-Smart-Grid-for-the-city-of-Rome.pdf> [Πρόσβαση: 4.5.2017].

Eurostat (2016), How are Emission of Greenhouse Gases by the EU Evolving and How Does Each Source Contribute?. <http://ec.europa.eu/eurostat/cache/infographs/energy/bloc-4a.html> [Πρόσβαση: 1.4.2017].

Global Smart Grid Federation - GSGF (2012), Global Smart Grid Federation Report. [https://www.smartgrid.gov/files/Global\\_Smart\\_Grid\\_Federation\\_Report.pdf](https://www.smartgrid.gov/files/Global_Smart_Grid_Federation_Report.pdf) [Πρόσβαση: 11.5.2017].

Green Energy Corp. (2017), Microgrid Overview. <http://www.greenenergycorp.com/about-us/about-us/technology/> [Πρόσβαση: 20.4.2017].

Greenpeace (2009), Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας 24/7. Οι Απαραίτητες Υποδομές Που Χρειάζονται για να Σωθεί το Κλίμα. <http://www.greenpeace.org/greece/PageFiles/95279/renewable24-7-executive-gr.pdf> [Πρόσβαση: 26.4.2017].

Gungor, V.C., Sahin, D., Kocak, T., Ergüt, S., Buccella, C., Cecati, C. & Hancke, G.P. (2017), Smart Grid Technologies: Communications Technologies and Standards. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.453.9404&rep=rep1&type=pdf> [Πρόσβαση: 1.4.2017].



Hossain, M.R., Oo, A.M.T., & Ali, A.B.M.S. (2013), Smart Grid. Ali, A.B.M.S. *Smart Grids. Opportunities, Developments and Trends*, 23 - 44. Λονδίνο: Springer.

International Electrotechnical Commission - IEC (2017), What is a Smart Grid?. <http://www.iec.ch/smartgrid/background/explained.htm> [Πρόσβαση: 1.4.2017].

International Energy Agency – IEA (2017), Energy Policies of IEA Countries. Sweden 2013 Review. [https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Sweden2013\\_free.pdf](https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Sweden2013_free.pdf) [Πρόσβαση: 9.5.2017].

International Energy Agency - IEA (2011), Technology Roadmap. Smart Grids. [https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/smartgrids\\_roadmap.pdf](https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/smartgrids_roadmap.pdf) [Πρόσβαση: 1.4.2017].

International Trade Administration - ITA (2016), 2016 Top Market Report Smart Grid. Country Case Study – United Kingdom. [http://trade.gov/topmarkets/pdf/Smart\\_Grid\\_United\\_Kingdom.pdf](http://trade.gov/topmarkets/pdf/Smart_Grid_United_Kingdom.pdf) [Πρόσβαση: 11.5.2017].

Japan Smart Community Alliance - JSCA (2017), Smart Community Development. Energy. <https://www.smart-japan.org/english/activity/index.html> [Πρόσβαση: 1.4.2017].

Juskaite, L. (2014), Smart Grid Implementation in Stockholm’s Royal Seaport Project – S.W.O.T. Analysis. <http://www.diva-portal.se/smash/get/diva2:729150/ATTACHMENT01.pdf> [Πρόσβαση: 9.5.2017].

Kharat, V.R. & Mhatre, G.G. (2016), Smart Grid Technology. <http://www.ijssrd.com/articles/NCTAAP020.pdf> [Πρόσβαση: 20.4.2017].

Livieratos, S., Vogiatzaki, V.E. & Cottis, P. (2013), A Generic Framework for the Evaluation of the Benefits Expected from the Smart Grid. *Energies*, 6, 988-1008.

Madrigal, M. & Uluski, R. (2015), *Practical Guidance for Defining a Smart Grid Modernization Strategy. The Case of Distribution*. Washington: International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank.

Mah, D., Leung, K.P. & Hills, P. (2014), Smart Grids: The Regulatory Challenges. Mah, D., Hills, P., Li, V.O.K. & Balme, R. *Smart Grid Applications and Developments Grids*. 115 – 140. Λονδίνο: Springer.

Martini, C. (2015), Enel Smart Info+: Consumption Data at Hand. [https://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjYmiwOTTAhXFJIAKHT5oA\\_0QFggjMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.w.ca-eed.eu%2Fprivate-area%2Fthemes%2Fconsumer-information-ct6%2Fenel-smart-info-consumption-data-at-hand-italy&usg=AFQjCNHw8biTUtRkcBW8id6b2pTnaxWTmA](https://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjYmiwOTTAhXFJIAKHT5oA_0QFggjMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.w.ca-eed.eu%2Fprivate-area%2Fthemes%2Fconsumer-information-ct6%2Fenel-smart-info-consumption-data-at-hand-italy&usg=AFQjCNHw8biTUtRkcBW8id6b2pTnaxWTmA) [Πρόσβαση: 4.5.2017].

Metering & Smart Energy International (2016), Smart Grid Development in Spain. [https://www.metering.com/magazine\\_articles/smart-grid-development-spain/](https://www.metering.com/magazine_articles/smart-grid-development-spain/) [Πρόσβαση: 13.5.2017].

Microgrid Institute (2014), About Microgrids. <http://www.microgridinstitute.org/about-microgrids.html> [Πρόσβαση: 13.5.2017].

Ministry of Enterprise, Energy and Communication (2010), ICT and Energy Efficiency in Sweden. <http://www.government.se/49b758/contentassets/f496d0e0cc864e8fa57b22ea247a829e/report-ict-and-energy-efficiency-in-sweden> [Πρόσβαση: 9.5.2017].

Monesi, S. (2012), Italy. Swartz, D.L *The Energy Regulation and Markets Review*. 146 - 158. London: Law Business Research Ltd.

NEC (2017), Electric Vehicle (EV) Charging Infrastructure. [http://de.nec.com/de\\_DE/global/solutions/energy/charge.htm](http://de.nec.com/de_DE/global/solutions/energy/charge.htm) [Πρόσβαση: 20.4.2017].

Oosterkamp, P.V.D., Koutstaal, P., Welle, A.V.D., Joode, J.D., Lenstra, J., Hussen, K.V. & Haffner, R. (2014), The Role of DSOs in a Smart Grid Environment. [https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/20140423\\_dso\\_smartgrid.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/20140423_dso_smartgrid.pdf) [Πρόσβαση: 15.5.2017].

Owaineh, A., Leach, M., Guest, P. & Wehrmeyer, W. (2015), Policy, Niches and Diffusion in UK Smart Grid Innovation. [https://www.surrey.ac.uk/ces/files/pdf/0115\\_Owaineh\\_Leach\\_et\\_al.pdf](https://www.surrey.ac.uk/ces/files/pdf/0115_Owaineh_Leach_et_al.pdf) [Πρόσβαση: 11.5.2017].

Pan European Networks: Government (2016), Powered Decarbonisation. <http://www.paneuropeannetworkspublications.com/GOV20/files/assets/common/downloads/Pan%20European%20Networks%20-%20Government.pdf> [Πρόσβαση: 17.5.2017].

Roberts, M. (2012), A Guide to Understanding Energy Management Systems. <http://blog.insresearch.com/bid/164624/A-Guide-to-Understanding-Energy-Management-Systems> [Πρόσβαση: 24.4.2017].

Spielberger, R. (2017), No Smart Meters. <https://rightformemphis.com/focus/no-smart-meters/> [Πρόσβαση: 20.4.2017].

Stephens, J.C., Wilson, E.J., & Rai Peterson, T. (2015), *Smart Grid (R)Evolution. Electric Power Struggles*. New York: Cambridge University Press.

Talamanca, C.F. (2012), Italian Technologies on Renewable Energy – “Italian Innovative and Best Practices”. Smart Grid – Experiences of Italy as the World’s 1st Pioneer of Smart Grid and Today Technology. [http://aretusa.ice.it/SchemaSite/images/UserImageDir/177/EN/Presentations/CFT\\_Smart%20grids.pdf](http://aretusa.ice.it/SchemaSite/images/UserImageDir/177/EN/Presentations/CFT_Smart%20grids.pdf) [Πρόσβαση: 4.5.2017].

TechTarget (2017), Database Management System (DBMS). <http://searchsqlserver.techtarget.com/definition/database-management-system> [Πρόσβαση: 24.4.2017].

Teh, N.J., Goujon, G., Bortuzzo, G. & Rhodes, A. (2011), UK Smart Grid Capabilities Development Programme. <https://connect.innovateuk.org/documents/2856395/3745741/UK+Smart+Grid+Capabilities+Development.pdf/b6f5ff03-5662-4119-83cd-8eefc924081b> [Πρόσβαση: 11.5.2017].

Telstra (2012), Getting Smart: How Electricity Businesses Can Leverage The Telco Advantage. <https://www.telstra.com.au/business-enterprise/download/document/business-how-electricity-business-can-leverage-the-telco-advantage.pdf> [Πρόσβαση: 15.5.2017].

United Nations Economic Commission For Europe - UNECE (2015), Electricity System Development: A Focus on Smart Grids. Overview of Activities and Players in Smart Grids. [https://www.unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pdfs/eneff/eneff\\_h.news/Smart.Grids.Overview.pdf](https://www.unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pdfs/eneff/eneff_h.news/Smart.Grids.Overview.pdf) [Πρόσβαση: 1.4.2017].

Department of Energy - DoE (2017), Smart Grid. <https://energy.gov/oe/services/technology-development/smart-grid> [Πρόσβαση: 1.4.2017].

USmartConsumer (2014), European Smart Metering Landscape Report. Edition May 2014 “Utilities and Consumers. <http://smartgrids.no/wp-content/uploads/sites/4/2016/01/Report-European-Smart-Metering-Landscape-May-2014.pdf> [Πρόσβαση: 9.5.2017].

Widgren, K. (2013), Development of Smart Grid and Smart Meters – The Swedish Experience. <http://governmentgazette.eu/?p=5540> [Πρόσβαση: 9.5.2017].

World Bank Group (2015), Mapping Smart-Grid Modernization in Power Distribution Systems. <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/21763/957950BRI00PUB00ADD0SERIES0LW4400KR.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [Πρόσβαση: 4.5.2017].

World Energy Council (2015), 2015 Energy Trillema Index. Benchmarking the Sustainability of National Energy Systems. <https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2015/11/20151030-Index-report-PDF.pdf> [Πρόσβαση: 18.5.2017].

Xenias, D., Axon, C.J., Whitmarsh, L., Connor, P.M., Balta-Ozkan, N. & Spence, A. (2015), UK Smart Grid Development: An Expert Assessment of the Benefits Pitfalls and Functions. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960148115001986> [Πρόσβαση: 12.5.2017].

Xenias, D., Axon, C., Balta-Ozkan, N., Cipcigan, L., Davidson, R., Spence, A., Taylor, G. & Whitmarsh, L. (2014), Scenarios for the Development of Smart Grids in the UK: Literature Review. <https://orca.cf.ac.uk/56375/2/Scenarios%20for%20the%20Development%20of%20Smart%20Grids%20in%20the%20UK%20Lit%20Review.pdf> [Πρόσβαση: 11.5.2017].

Βέττας, Ν. (2017), Οι Ενεργειακές Δυνατότητες της Ελλάδας ως Αναπτυξιακός Παράγοντας. [http://iobe.gr/docs/pub/ARTICLE\\_01012016\\_PUB\\_GR.pdf](http://iobe.gr/docs/pub/ARTICLE_01012016_PUB_GR.pdf) [Πρόσβαση: 1.5.2017].

ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε. (2017α), Συνδέει με Ενέργεια Κάθε Γωνιά της Ελλάδας – ΔΕΔΔΗΕ - Διαχειριστής Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας Α.Ε. <http://www.deddie.gr/Documents2/ENTYPA%20DEDDIE/CORPORATE%20DEDDHE%20gr%20webview.pdf> [Πρόσβαση: 24.4.2017].

ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε. (2017β), Στρατηγικά Έργα ΔΕΔΔΗΕ. <http://www.deddie.gr/Documents2/ENTYPA%20DEDDIE/%CE%A3%CE%A4%CE%A1%CE%91%CE%A4%CE%97%CE%93%CE%99%CE%9A%CE%91%20%CE%95%CE%A1%CE%93%CE%91%20%CE%94%CE%95%CE%94%CE%94%CE%97%CE%95.pdf> [Πρόσβαση: 22.4.2017].

Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού Ανώνυμη Εταιρεία – ΔΕΗ Α.Ε. (2016), *Ετήσιος Απολογισμός 2015*. Αθήνα: ΔΕΗ Α.Ε.

Διακουλάκη, Δ. (2017), Ο Ενεργειακός Τομέας στην Ελλάδα της Κρίσης: Προκλήσεις και Προοπτικές. <http://www.hba.gr/5Ekdosis/UplPDFs/sylltomos14/291-304%20Diakoulaki%202014.pdf> [Πρόσβαση: 20.4.2017].

Δικτυακός τόπος Bird & Bird & Smart Grids Blog, <https://birdandbird.wordpress.com/?s=smart+grids+market+summary> [Πρόσβαση: 13.5.2017].

Δικτυακός τόπος Svenska Kraftnat, <http://www.svk.se/> [Πρόσβαση: 10.5.2017].

Δικτυακός τόπος ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε., <https://www.deddie.gr/> [Πρόσβαση: 2.4.2017].

Δικτυακός τόπος Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας - ΡΑΕ, [www.rae.gr](http://www.rae.gr) [Πρόσβαση: 1.5.2017].

Ευρωπαϊκή Επιτροπή - Ε.Ε. (2009), Οδηγία 2009/72/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 13<sup>ης</sup> Ιουλίου 2009 Σχετικά με τους Κοινούς Κανόνες για την Εσωτερική Αγορά Ηλεκτρικής Ενέργειας και την Κατάργηση της Οδηγίας 2003/54/ΕΚ (2009/72/ΕΚ). <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:211:0055:0093:EL:PDF> [Πρόσβαση: 20.4.2017].

Καλογεροπούλου, Μ.Θ. (2015), *Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, Καταναεμημένη Παραγωγή και Έξυπνα Δίκτυα*. Πάτρα: Πανεπιστήμιο Πατρών.

Κέντρο Προγραμματισμού και Οικονομικών Ερευνών - ΚΕΠΕ (2014), Ελληνική Οικονομία. Ειδικό Τεύχος Ενέργεια. [http://www.tovima.gr/files/1/2014/08/04/energeia\\_july\\_august\\_2014.pdf](http://www.tovima.gr/files/1/2014/08/04/energeia_july_august_2014.pdf) [Πρόσβαση: 1.5.2017].

Κορρές, Γ. (2017), Συστήματα Τηλεμετρήσεων - SCADA. <https://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEWjD8v7B8MrTAhXKPFaKHgYgGAm8QFggjMAA&url=http%3A%2F%2F>

[courses.dbnet.ntua.gr%2Ffsr%2F11544%2FSCADA.pdf&usg=AFQjCNHtkTHV8rBb3hj8CtDGJAWzU0pYWQ](http://courses.dbnet.ntua.gr%2Ffsr%2F11544%2FSCADA.pdf&usg=AFQjCNHtkTHV8rBb3hj8CtDGJAWzU0pYWQ) [Πρόσβαση: 24.4.2017].

Κωνσταντινίδης, Ν. (2016), *Μοντελοποίηση και Εξοικονόμηση Ηλεκτρικών Καταναλώσεων στα πλαίσια του Έξυπνου Ενεργειακού Δικτύου*. Πάτρα: Πανεπιστήμιο Πατρών.

Παρασκευόπουλος-Κόλλιας, Χ. (2016), Η Δομή της Ελληνικής Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας. <http://yiannatsis.gr/download/ellhnikh-agera-hlektrikis-energeias.pdf> [Πρόσβαση: 20.4.2017].

Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας – ΡΑΕ (2016), Απόφαση ΡΑΕ Υπ’ Αριθμ. 454/2016 – Έγκριση του Ετήσιου Κόστους 2017 για το Ελληνικό Δίκτυο Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΕΔΔΗΕ). [http://www.rae.gr/site/file/categories\\_new/about\\_rae/actions/decision/2016/454?p=files&i=0](http://www.rae.gr/site/file/categories_new/about_rae/actions/decision/2016/454?p=files&i=0) [Πρόσβαση: 13.5.2017].

Σταμπολής, Κ.Ν., Χατηβασιλειάδης, Ι., Μάζης, Ι.Θ., Θεοφύλακτος, Κ., Σοφιανός, Ν. & Ροϊνιώτη, Α. (2013), Για Μια Εθνική Ενεργειακή Πολιτική. *Civitas Gentium*, 3/2, 9-58.

Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής - ΥΠΕΚΑ (2012), Εθνικός Ενεργειακός Σχεδιασμός – Οδικός Χάρτης για το 2050. <http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=Xm5Lg9NOeKg%3D&tabid=367&> [Πρόσβαση: 13.5.2017].

Χατζηαργυρίου, Ν. (2017), Ο Μετασχηματισμός των Δικτύων Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας. <http://www.deddie.gr/el/kentro-enimerwsis/nea-anakoinwseis/arthro-tou-proedrou-kai-dns-chatziargyriou> [Πρόσβαση: 26.4.2017].

Χατζηαργυρίου, Ν. (2016α), Η Μετάβαση σε Ένα Νέο Μοντέλο Αγοράς Μέσα από τα Έξυπνα Δίκτυα. <http://www.deddie.gr/el/kentro-enimerwsis/nea-anakoinwseis/parousiasi-proedrou-ellinoamerikaniko-epimelitirio> [Πρόσβαση: 3.5.2017].

Χατζηαργυρίου, Ν. (2016β), Έξυπνη Προσαρμογή ή Θάνατος;. <http://www.deddie.gr/el/kentro-enimerwsis/nea-anakoinwseis/sinedrio-economist-omilia-proedrou> [Πρόσβαση: 3.5.2017].

Χατζηαργυρίου, Ν. (2015α), The Energy Market in Europe – “The Role of the Greek DSO-HEDNO”. <http://www.deddie.gr/el/kentro-enimerwsis/nea-anakoinwseis/omilia-proedrou-kai-dns-deddie-k-nikolaou-xatziarg> [Πρόσβαση: 30.3.2017].

Χατζηαργυρίου, Ν. (2015β), Συνεισφορά των Έξυπνων Δικτύων και Ενεργειακών Υποδομών στην Ανάπτυξη. <http://www.deddie.gr/el/kentro-enimerwsis/nea-anakoinwseis/omilia-proedrou-dns-stin-imerida-tis-akadimias-ath> [Πρόσβαση: 26.4.2017].

Χατζής, Θ.Τρ. (2016), *Το ERP-SAP ως Εργαλείο Στρατηγικού Σχεδιασμού. Η Περίπτωση της Εταιρίας ΔΕΔΔΗΕ*. Θεσσαλονίκη: Πανεπιστήμιο Μακεδονίας.

Ψωμάς, Σ. (2016), Η Ανατολή Μιας Νέας Αγοράς. <http://helapco.gr/greece-energy-news/apothikefsi-energias-i-genesi-mias-neas-agoras-ke-to-pantrema-me-tin-aftoparagogi/> [Πρόσβαση: 20.4.2017].



# Νομοθεσία

Απόφαση ΡΑΕ 395/2017 (ΦΕΚ Β' 78), "Κώδικας Διαχείρισης του Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΕΔΔΗΕ)".

Απόφαση ΡΑΕ 39/2014 (ΦΕΚ Β' 304), "Κώδικας Διαχείρισης Ηλεκτρικών Συστημάτων Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών (Κώδικας ΜΔΝ)".

Ν. 4001/2011 (ΦΕΚ Α' 179), "Για τη λειτουργία Ενεργειακών Αγορών Ηλεκτρισμού και Φυσικού Αερίου για Έρευνα, Παραγωγή και δίκτυα μεταφοράς Υδρογονανθράκων και άλλες ρυθμίσεις".

## Γλωσσάριο

ADR	Automated Demand Response
AMI	Automated Metering Infrastructure
CEER	Council of European Energy Regulators
DER	Distributed Energy Recourses
DGM	Distribution Grid Management
DMS	Data Management System
DNO	Distribution Network Operator
DoE	Department of Energy
DR	Demand Response
DSO	Distribution System Operator
EC	European Commission
EI	Energy Market Inspectorate
EIA	Energy Information Administration
EMS	Energy Management System
ENSG	Electricity Networks Strategy Group
EU	European Union
EVCI	Electric Vehicle Charging Infrastructure
FACTS	Flexible Alternative Current Transmission System
GIS	Geographic Information System
GSGF	Global Smart Grid Federation
HVDC	High Voltage Direct Current
IEA	International Energy Agency
IEC	International Electrotechnical Commission
ISGAN	International Smart Grid Action Network
ITA	International Trade Administration
JSCA	Japan Smart Community Alliance
KV	Kilovolt
LCNF	Low Carbon Networks Fund
PMU	Phasor Measurement Units
RTUs	Remote Transmitter Units
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition

UNECE	United Nations Economic Commission for Europe
VMG	Virtual MicroGrid
VPP	Virtual Power Plant
WAMS	Wide Area Monitoring System
ΑΔΜΗΕ	Ανεξάρτητος Διαχειριστής Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας
ΑΠΕ	Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
ΔΕΔΔΗΕ	Διαχειριστής Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας
ΔΕΗ	Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού
Ε.Ε.	Ευρωπαϊκή Επιτροπή
ΕΔΔΗΕ	Ελληνικό Δίκτυο Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας
ΚΕΔΔ	Κέντρο Ελέγχου Δικτύων Διανομής
ΚΕΕ	Κέντρο Ελέγχου Ενέργειας
ΚΕΠΕ	Κέντρο Προγραμματισμού και Οικονομικών Ερευνών
ΜΔΝ	Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά
ΜΤ	Μέση Τάση
ΡΑΕ	Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας
ΣΗΘ	Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας
ΤΠΕ	Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών
Υ/Σ	Υποσταθμός
ΥΠΕΚΑ	Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής
ΥΠΕΝ	Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας
ΥΤ	Υψηλή Τάση
ΧΤ	Χαμηλή Τάση