



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ Μ/Υ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΔΙΑΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΤΕΧΝΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ»



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ DEMAND RESPONSE MANAGEMENT ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ PROSUMERS

ΧΑΤΖΗΝΙΚΟΛΑΟΥ ΑΡΧΟΝΤΟΥΛΑ
Διπλωματούχου Ηλεκτρολόγου Μηχανικού και Μηχανικού
Υπολογιστών Δ.Π.Θ.

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:
Σ.ΠΑΠΑΒΑΣΙΛΕΙΟΥ, Καθηγητής Ε.Μ.Π.

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2023

Χατζηνικολάου Αρχοντούλα Διπλωματούχος Μηχανικός Υπολογιστών & Πληροφορικής
Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης.

Copyright © Αρχοντούλα Χατζηνικολαου Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved. Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Αυτή η προσπάθεια αφιερώνεται στον σύντροφο μου για την καθημερινή υποστήριξη και βοήθεια του για την ολοκλήρωση του μεταπτυχιακού προγράμματος.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον επιβλέποντα καθηγητή της εργασίας κ.Συμεών Παπαβασιλείου, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε αναθέτοντάς μου αυτή την εργασία, για την καθοδήγησή του καθ' όλη τη διάρκειά της, καθώς η συμβολή του ήταν ουσιαστική και καθοριστική, και κυρίως για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με ένα ενδιαφέρον αντικείμενο.

Αθήνα, Φεβρουάριος 2023

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία εξετάζεται ο τρόπος που αντιμετωπίζεται το πρόβλημα demand response management σε περιβάλλον ύπαρξης prosumer. Απόκριση Ζήτησης είναι η μεταβολή της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας από τους τελικούς χρήστες (prosumers) με σκοπό την εξισορρόπηση του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας, κατά τις περιόδους αιχμών ζήτησης. Στο πρώτο εισαγωγικό κεφάλαιο γίνεται η επεξήγηση των βασικών όρων, όπως το έξυπνο δίκτυο και ο Prosumer και αναλύονται όλες οι δυνατές μορφές prosumption. Τέλος, δίνετε η εικόνα της υφιστάμενης κατάστασης prosumption στην Ευρώπη. Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται πλήρης αναφορά σε όλους τους τρόπους οργάνωσης και διαχείρισης των prosumers, και παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα του καθενός. Το κεφάλαιο καταλήγει στο συμπέρασμα ότι ο καλύτερος τρόπος οργάνωσης και διαχείρισης των prosumers είναι σε PCG-ενεργειακές κοινότητες, ώστε να μπορέσει να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα της απόκρισης ζήτησης. Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζονται παραδείγματα υφιστάμενων περιπτώσεων prosumers ανά τον κόσμο και γίνεται η επεξήγηση της εκάστοτε κατάστασης. Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η υφιστάμενη κατάσταση στην Ελλάδα. Γίνεται αναφορά στην νομοθεσία και στα προγράμματα που υπάρχουν διαθέσιμα στην Ελλάδα σήμερα. Παρουσιάζεται ο χάρτης των ενεργειακών κοινοτήτων στην Ελλάδα και αναλύονται ορισμένες από αυτές. Στην συνέχεια αναλύονται όλα τα εμπόδια που υπάρχουν οικονομικά, κοινωνικά, ρυθμιστικά, τεχνικά αλλά και η έλλειψη γνώσης, τα οποία αποτρέπουν τους πολίτες από το να γίνουν prosumers. Αναλύεται ο ρόλος των Prosumers και ο τρόπος που μπορούν να βοηθήσουν στην καταπολέμηση της ενεργειακής φτώχειας, την οποία βιώνουμε πολύ έντονα στις μέρες μας. Παρουσιάζονται οι επιπτώσεις που έχουν οι Prosumers στο υφιστάμενο ηλεκτρικό δίκτυο καθώς και οι βελτιώσεις που πρέπει να γίνουν για την αύξηση της ενσωμάτωσης της ιδιοκατανάλωσης και της αποκεντρωμένης αποθήκευσης ενέργειας. Επιπλέον, παρουσιάζονται όλες οι πολιτικές που μπορούν να βοηθήσουν για την αύξηση των prosumers και της παραγωγής και χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Τέλος, προτείνονται ορισμένες ενέργειες για περαιτέρω έρευνα και ενέργειες που μπορούν να βοηθήσουν στην ενεργειακή μετάβαση προς ένα βιώσιμο μέλλον με την μετατροπή των καταναλωτών σε Prosumers.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Prosumer, Prosumption, Έξυπνο δίκτυο, Ζήτηση Απόκρισης, Διαχείριση Prosumers, Διαχειριστής συστήματος διανομής, Διαχειριστή Συστήματος Μεταφοράς, Συλλέκτης ενέργειας, Ενεργειακές Κοινότητες

ABSTRACT

This thesis investigates the demand response management problem in a prosumer environment. Demand Response is the change in electricity consumption by end users (prosumers), in order to balance the electricity grid, during demand peak periods. In the first introductory chapter, basic terms such as smart grid and prosumer are explained and analyzed all possible forms of prosumption. And the current situation of prosumption in Europe is presented. In the second chapter, all the ways of organizing and managing prosumers is referenced, and the advantages of each are presented. The chapter concludes that the best way to organize and manage prosumers is in PCG-energy communities, so that the demand response problem will be managed. In the third chapter, examples of existing cases of prosumers around the world are presented and explained. The fourth chapter presents the current situation in Greece. Reference is made to the legislation and programs available in Greece today. The map of the energy communities in Greece is presented and some of them are analyzed. All the economic, social, regulatory, technical and lack of knowledge barriers that prevent citizens from becoming prosumers are analyzed. The role of Prosumers is analyzed and how they can contribute against energy poverty, which is exists at present time. The impact of Prosumers on the existing electricity grid is presented as well as the improvements that need to be made to increase the integration of self-consumption and decentralized energy storage. In addition, the policies that can increase prosumers, the production and use of energy from renewable sources are presented. Finally, some actions are suggested for further research and actions that can help the energy transition towards a sustainable future by transforming consumers into Prosumers.

KEYWORDS

Prosumer, Prosumption, Smart Grid, Demand Response, Prosumers Management, Distribution system Operator, Transmission system operator, Aggregator, prosumer community group

Aggregator = Συλλέκτης ενέργειας

BESS (Battery Energy Storage System) = Σύστημα Μπαταριών Αποθήκευσης Ενέργειας

BEV (Battery Electric Vehicle) = Ηλεκτρικό Όχημα με μπαταρία

EV = Electric vehicle, ηλεκτρικό όχημα

EMS = Σύστημα Διαχείρισης Ενέργειας

DER (Distributed Energy Resources) = Κατανεμημένοι Ενεργειακοί Πόροι

DG systems (Distributed generation systems) = Συστήματα κατανεμημένης παραγωγής

DR (Demand Response) = Ζήτηση απόκρισης

DSO (Distribution system Operator) = Διαχειριστής συστήματος διανομής

ED (Energy District) = Ενεργειακή Περιοχή

EV (Electric Vehicles) = Ηλεκτρικά Οχήματα

FiT (Feed-in tariff) = σύστημα εγγυημένων σταθερών τιμών

GHG (GreenHouse Gas)= Εκπομπές Αερίων του Θερμοκηπίου

G2V (Grid-to-vehicle) = Δίκτυο σε όχημα

HAN (home area network) = Οικιακό Δίκτυο

IOT (Internet of things) = Διαδίκτυο των πραγμάτων

ISO (Independent System Operator) = χρησιμοποιείται τόσο τον Διαχειριστή Συστήματος Διανομής (DSO) όσο και τον Διαχειριστή Συστήματος Μεταφοράς (TSO)

ML (machine learning) = Μηχανική Μάθηση

PCG (prosumer community group) = κοινότητα ομάδων prosumers

PHEV (plug-in hybrids vehicles) = Διασυνδεδεμένα Υβριδικά Οχήματα

POD (point of delivery) = Σημείο Παράδοσης

PV (Photovoltaic) = Φωτοβολταϊκά

P2P (peer to peer) = Ομότιμος

SG (Smart Grid) = Έξυπνο Δίκτυο

SMI (Smart Metering Infrastructure) = Υποδομή έξυπνης μέτρησης

TSO (Transmission system operator) = Διαχειριστή Συστήματος Μεταφοράς

VNM (virtual net metering) = Εικονικό net metering

VPP (Virtual Power Plant) = Εικονική μονάδα παραγωγής ενέργειας

VS model (virtual model) = ενοποιημένο ποσοτικό μοντέλο, που ονομάζεται εικονικό μοντέλο αποθήκευσης (VS)

V2G (Vehicle to Grid) = Όχημα σε δίκτυο

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	12
1.2 ΤΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ PROSUMPTION	12
1.3 PROSUMPTION: ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΚΑΙ ΠΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ	12
1.4 ΟΙ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΜΟΡΦΕΣ PROSUMPTION	13
1.4.1 ΜΕΜΟΝΩΜΕΝΑ ΝΟΙΚΟΚΥΡΙΑ.....	13
1.4.2 ΈΝΩΣΗ PROSUMERS ΣΕ ΠΟΛΥΚΑΤΟΙΚΙΑ	14
1.4.3 ΜΙΚΡΟΜΕΣΑΙΕΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΔΗΜΟΣΙΟΙ ΦΟΡΕΙΣ.....	14
1.4.4 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΟΙΝΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΣΥΝΕΤΑΙΡΙΣΜΟΙ.....	15
1.5 Η ΤΡΕΧΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ PROSUMPTION ΣΤΗΝ ΕΕ	15
1.6 ΤΟ ΤΕΧΝΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΤΟΥ PROSUMPTION ΣΤΗΝ ΕΕ	17
1.7 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ	19
1.7.1 PROSUMER	19
1.7.6 ΖΗΤΗΣΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ (DEMAND RESPONSE) DR.....	21
1.7.7 DSM - ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΛΕΥΡΑ ΤΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ	24
2.1 DEMAND RESPONSE MANAGEMENT ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ PROSUMER	26
2.2 ΔΟΜΗ ΑΓΟΡΑΣ ΚΑΙ ΠΛΑΙΣΙΟ ΕΛΕΓΧΟΥ	27
2.2.1 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΔΟΜΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΑΝΟΜΗΣ	27
2.2.2 ΠΛΑΙΣΙΟ ΕΛΕΓΧΟΥ	29
2.2.3 VPP - ΕΙΚΟΝΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	30
2.2.4 ΜΙΚΡΟΔΙΚΤΥΑ.....	33
2.2.5 V2G, VEHICLE TO GRID, GRID TO VEHICLE	33
2.3 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ PROSUMER (PM)	33
2.3.1 ΟΡΓΑΝΩΣΗ PROSUMERS	34
2.3.1.1 ΣΤΟΧΟ – ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΕΝΕΣ PCGS	38
2.3.1.2 ΟΡΙΣΜΟΣ ΟΜΑΔΑΣ PROSUMERS ΚΟΙΝΟΤΗΤΑΣ	39
2.3.1.3 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ PROSUMERS	39
2.3.1.4 ΚΙΝΗΤΡΑ PROSUMERS	40
2.3.1.5 ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΩΝ PROSUMERS	40
2.3.1.6 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ	41
2.3.2 Η ΛΥΣΗ P2P	45
2.3.2.1 Η ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	47
2.3.3 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ	50
2.3.3.1 ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ ΓΙΑ PROSUMERS	50
3 ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΩΝ: ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΕ ΧΩΡΕΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ PROSUMERS	54
3.1 ΟΙ PROSUMERS ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ	54
3.1.1 Ο Ενεργειακός Συνεταιρισμός Som Energía στην Ισπανία	54
3.1.2 Η Ενεργειακή κοινότητα Schoonschippers στην Ολλανδία	56
3.1.3 Hvide Sande Fjernvarme: Ιδιόκτητη περιοχή τηλεθέρμανσης στη Δανία	57
3.1.4 «Compile» Luce: Έξυπνη διαχείριση προσφοράς και ζήτησης στη Σλοβενία	59
3.2 Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΓΑΛΛΙΑΣ.....	60
3.3 Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΜΕΓΑΛΗΣ ΒΡΕΤΑΝΙΑΣ	63
3.3.1 Το ευέλικτο πρόγραμμα Octopus Energy	67
3.4 Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΟΛΛΑΝΔΙΑΣ	68
3.5 ΤΟ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΓΟ PROSEU.....	73

3.5.1 Μελέτες Ανάλυσης Περίπτωσης	74
3.6 Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ PROSUMERS ΣΤΗΝ ΝΟΤΙΑ ΑΣΙΑ	81
3.7 Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ PROSUMERS ΣΤΗΝ ΚΙΝΑ	81
3.8 Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΧΟΝΓΚ ΚΟΝΓΚ.....	85
4.1 ΟΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΟΙΝΟΤΗΤΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	88
4.2 ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ RVP4GRID ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	91
4.2.1 ΤΟ NET METERING: ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	93
4.2.2 ΠΑΡΑΓΩΓΟΙ ΧΩΡΙΣ ΦΩΤΟΒΟΛΑΪΚΟ.....	94
4.3 ΤΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΟΙΝΟΤΗΤΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΕΤΑΙΡΙΣΜΩΝ	94
4.3.1 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ ΧΑΛΚΗΣ.....	94
4.3.2 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ WENCOOP	95
4.3.3 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΟΣ ΣΥΝΕΤΑΙΡΙΣΜΟΣ ΣΙΦΝΟΥ ΣΥΝ.ΠΕ	95
4.3.4 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ ΗΛΕΚΤΡΑ	96
4.3.5 ΤΟ ΠΡΩΤΟ "ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΟΛΕΙΟ" ΣΤΟ ΠΑΛΑΙΟ ΦΑΛΗΡΟ	96
4.3.6 ΤΟ ΠΡΩΤΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΝΗΣΙ: ΤΗΛΟΣ.....	97
4.4 Ο ΧΑΡΤΗΣ ΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΟΙΝΟΤΗΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	100
4.5 ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΟΙΝΟΤΗΤΕΣ	100
4.5.1 ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ PROSUMERS.....	100
4.5.2 Ο ΘΕΤΙΚΟΣ ΑΝΤΙΚΤΥΠΟΣ ΤΩΝ PROSUMERS	101
4.5.3 ΤΑ ΟΦΕΛΗ ΤΟΥ PROSUMPTION	102
4.5.3.1 Περιβαλλοντικά οφέλη	102
4.5.3.2 Κοινωνικά οφέλη	103
4.5.3.3 Οικονομικά οφέλη	104
4.6 ΤΑ ΕΜΠΟΔΙΑ ΤΩΝ PROSUMERS	104
4.6.1 ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΑ ΕΜΠΟΔΙΑ.....	105
4.6.2 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΕΜΠΟΔΙΑ.....	105
4.6.3 ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΜΠΟΔΙΑ.....	105
4.6.4 ΚΟΙΝΩΝΙΚΑ ΕΜΠΟΔΙΑ.....	106
4.6.5 Έλλειψη Γνώσης και Εξειδίκευσης	106
4.7 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥ PROSUMPTION ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΦΤΩΧΕΙΑ	106
4.8 ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ PROSUMERS ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ	106
4.9 ΟΙ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΠΩΣ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΟΝ PROSUMPTION	107
4.10 Η ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΤΗΣ Ε.Ε ΓΙΑ ΤΟ PROSUMPTION	111
4.11 Η ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΤΟΥ PROSUMPTION ΑΠΟ ΤΙΣ ΕΘΝΙΚΕΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΙΣ	112
4.12 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ PROSUMER ΣΕ ΕΝΑ ΒΙΩΣΙΜΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	114
4.13 ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΚΑΙ ΕΡΕΥΝΑ	115

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1-Σχηματικό διάγραμμα οικιακού Prosumer.....	14
Εικόνα 2-Σχηματικό διάγραμμα συλλογικού Prosumer	14
Εικόνα 3-Σχηματικό διάγραμμα Prosumption δημόσιων κτιρίων	15
Εικόνα 4-Σχηματικό διάγραμμα ενεργειακής κοινότητας	16
Εικόνα 5-Εγκατεστημένη ισχύς ηλεκτρικής παραγωγής από Prosumers στην Ευρώπη το 2015	17
Εικόνα 6-Τεχνικό δυναμικό ηλεκτρικής παραγωγής των prosumers το 2050, σε σχέση με την συνολική ζήτηση στην ΕΕ.....	18
Εικόνα 7-Το Έξυπνο Δίκτυο	21
Εικόνα 8-Παγκόσμια Ενεργειακή κατανάλωση.....	22
Εικόνα 9-Ανάλυση Demand-side Management	25
Εικόνα 10-Ενεργειακή απόδοση Vs Demand Response	26
Εικόνα 11-Συνολική δομή συστήματος διανομής	28
Εικόνα 12-Πλαίσιο Ενεργειακής Διαχείρισης Prosumers.....	29
Εικόνα 13-VPP, Virtual Power plant.....	30
Εικόνα 14-Πλαίσια Virtual Net Metering	33
Εικόνα 15-Πτυχές Διαχείρισης Prosumer	34
Εικόνα 16-Συστήματα συμμετοχής και διαχείρισης Prosumer.....	37
Εικόνα 17-PGG – Prosumer Community Groups.....	38
Εικόνα 18-Χαρακτηριστικά κοινής χρήσης ενέργειας Prosumers.....	43
Εικόνα 19-Μοντέλο οικιακού Prosumer	47
Εικόνα 20-Παράδειγμα Ενεργειακής Περιοχής	49
Εικόνα 21-Αρχιτεκτονική ελέγχου και επικοινωνίας Ενεργειακής Περιοχής.....	50
Εικόνα 22-Τύποι προγραμμάτων Demand Response	51
Εικόνα 23-Διάγραμμα αναφοράς για τομέα πελάτη[24].....	52
Εικόνα 24-Τεχνικό σχέδιο	62
Εικόνα 25-Ο δείκτης έξυπνου δικτύου	62
Εικόνα 26-Συνολική εγκατεστημένη ισχύς ΑΠΕ ανά τεχνολογία, από 2010 έως 2015....	65
Εικόνα 27-Ρόλοι και σχέσεις για το μελλοντική βιομηχανία Ηλεκτρικής ενέργειας.....	66
Εικόνα 28-Εκτιμώμενος αριθμός Prosumers στην Ολλανδία έως το 2030	70
Εικόνα 29-Καμπύλες διάρκειας φορτίου για ενεργειακές κοινότητες, χωρίς ΦΒ (αριστερά) και με ΦΒ(δεξιά)	71
Εικόνα 30-Χρόνος απόσβεσης για ΦΒ σύστημα αναφοράς για 9% και 11% μείωση ανα χρόνο, σε σύγκριση με την συνέχιση του net metering.....	73
Εικόνα 31-Έταιροι της κοινοπραξίας PROSEU	76
Εικόνα 32-Δομή και κανόνες λειτουργίας για έργο αγροτικού συστήματος	83
Εικόνα 33-Διάγραμμα ροής της λειτουργίας κάθε συμμετέχοντα στο ενεργειακό σύστημα	86
Εικόνα 34-Σχηματικό διάγραμμα του ενεργειακού συστήματος Γειτονιάς	87
Εικόνα 35-Οι Ενεργειακές Κοινότητες στην Ελλάδα.....	100

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1-Επισκόπηση των χαρακτηριστικών prosumer	13
Πίνακας 2-Σύγκριση Παραδοσιακού Μοντέλου Vs Έξυπνο Δίκτυο.....	22
Πίνακας 3-Περιπτώσεων χρήσης με περιβάλλον πελάτη και αντίστοιχα στοιχεία πληροφοριών.....	54
Πίνακας 4-Μελέτες Περιπτώσεων ανά την Ευρώπη.....	55
Πίνακας 5-Συγκριτικός πίνακας ζήτησης ενέργειας ανά κράτος	78
Πίνακας 6-Αυτάρκειας για ατομικό επίπεδο για το 2050.....	79
Πίνακας 7-Αυτάρκειας για το επίπεδο γειτονιάς για το 2050	80
Πίνακας 8-Αυτάρκειας για το επίπεδο πόλης για το 2050.....	80
Πίνακας 9-Αυτάρκειας για την Ευρωπαϊκή Ένωση για το 2050	80
Πίνακας 10-Υπολογισμός εισοδήματος Αγροτικού συστήματος.....	84
Πίνακας 11-Υπολογισμός εισοδήματος ΦΒ πάρκου 20MW	84
Πίνακας 12-Ανάλυσης Περιπτώσεων κοινής χρήσης ενέργειας.....	88
Πίνακας 13-Επισκόπηση των εμποδίων και των προκλήσεων για τους διάφορους τύπους prosumer	110
Πίνακας 14-Τρόποι επίλυσης εμποδίων και προκλήσεων.....	110

1.1 Εισαγωγή

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας επεκτείνονται ραγδαία σε όλη την Ευρώπη, και σταδιακά αντικαθιστούν την παραγόμενη ενέργεια από ορυκτά καύσιμα για την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας, θέρμανσης και μεταφορών. Οι τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών δίνουν την ευκαιρία στους πολίτες να γίνουν οι ίδιοι παραγωγοί ενέργειας και να συμβάλλουν ενεργά στην ενεργειακή μετάβαση. Για παράδειγμα, τα νοικοκυριά και οι επιχειρήσεις μπορούν να εγκαταστήσουν φωτοβολταϊκά (PV) πάνελ στις στέγες τους ή να οργανωθούν σε ενεργειακούς συνεταιρισμούς και να φτιάξουν τα δικά τους δίκτυα παραγωγής ενέργειας. Αυτό το είδος ενεργής συμμετοχής των πολιτών, ονομάζεται prosumption και τα άτομα που συμμετέχουν ενεργά στο ενεργειακό σύστημα ονομάζονται prosumers — δηλαδή, οι πολίτες είναι και παραγωγοί και καταναλωτές.[6]

1.2 Τα πλεονεκτήματα του Prosumption

Το Prosumption έχει πλεονεκτήματα τόσο για τον συμμετέχοντα ατομικά αλλά και για την κοινωνία στο σύνολό της. Αυτά τα οφέλη μπορεί να είναι περιβαλλοντικά, κοινωνικά και οικονομικά, αλλά εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τις ιδιαιτερότητες του έργου και το πλαίσιο πολιτικής της κυβέρνησης. Σε σύγκριση με την παροχή ενέργειας από επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας και άλλες εταιρείες, η παραγωγή ενέργειας από prosumers είναι συνήθως πιο δαπανηρή λόγω της μικρότερης κλίμακας, αλλά έχει ταχύτερη ανάπτυξη σε περιόδους με υψηλές και ασταθείς τιμές ενέργειας, όπως συμβαίνει αυτή την περίοδο. Τα κοινωνικά πλεονεκτήματα είναι μεγαλύτερα. Οι πολίτες κινητοποιούνται καθώς οι τοπικές ενεργειακές κοινότητες αυξάνουν την αίσθηση της συμμετοχής στην κοινότητα. Η δημόσια υποστήριξη για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αυξάνεται, όταν οι πολίτες συμμετέχουν ενεργά και κερδίζουν οικονομικά από τα έργα. Ουσιαστικά, τα έργα των prosumers παρέχουν πρόσβαση σε κεφάλαια που διαφορετικά δεν θα ήταν διαθέσιμα για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Αυτό επιταχύνει την ενεργειακή μετάβαση και μειώνει τις εκπομπές αερίου του θερμοκηπίου. Παρόλα αυτά, οι πολίτες που θα ξεκινήσουν να εφαρμόσουν έργα prosumer πιθανόν να αντιμετωπίσουν μια σειρά από δυσκολίες. Το κόστος του έργου μπορεί να είναι πολύ υψηλό, οι εθνικοί κανονισμοί μπορεί να μην επιτρέπουν το μοντέλο του prosumer που θα ταίριαζε στην συγκεκριμένη περίπτωση ή μπορεί να μην υπάρχουν εθελοντές για την ανάπτυξη του έργου. Έλλειψη γνώσης και τεχνογνωσίας μπορεί να αποτελέσουν τροχοπέδη, δεδομένου ότι το prosumption απαιτεί εξειδίκευση σε πολλούς τομείς, συμπεριλαμβανομένης της τεχνολογίας, των κανονισμών και της χρηματοδότησης. Αυτά τα εμπόδια μπορούν να μειωθούν με αποτελεσματικές πολιτικές και πλαίσια υποστήριξης.[6]

1.3 Prosumption: τι είναι και πώς λειτουργεί

Οι prosumers ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) είναι ιδιώτες ή ομάδες που καταναλώνουν και παράγουν ενέργεια από ΑΠΕ ή προσφέρουν ενεργειακές υπηρεσίες στο σύστημα, όπως ευελιξία και αποθήκευση. Σε αντίθεση με τις εταιρείες κοινής ωφέλειας, οι ενεργειακές υπηρεσίες δεν αποτελούν την κύρια εμπορική δραστηριότητα του prosumer. Σε όλη την Ευρώπη, η έννοια του prosumer υπάρχει σε πολλές μορφές και έχει διάφορα χαρακτηριστικά, όπως οντότητα, τεχνολογία ή επιχειρηματικό μοντέλο. Ορίζουμε τους prosumers ΑΠΕ ως οντότητες — μεμονωμένα άτομα, συνεταιρισμούς, νοικοκυριά, μικρομεσαίες επιχειρήσεις (ΜΜΕ), σχολεία, νοσοκομεία κ.λπ. — που δραστηριοποιούνται στον τομέα της ενέργειας με διαφορετικούς τρόπους, για παράδειγμα τόσο καταναλώνοντας όσο και παράγοντας ή μόνο παράγοντας ενέργεια ή θερμότητα από ΑΠΕ, προσφέρουν ενεργειακές υπηρεσίες όπως ευελιξία ζήτησης και αποθήκευση, συμμετέχοντας στην ενεργειακή κοινότητα με την χρήση και λειτουργία των υποδομών του δικτύου. Στον ορισμό των έργων prosumer περιλαμβάνονται εικονικά έργα, σε απομακρυσμένες περιοχές καθώς και ενεργειακές υπηρεσίες, οι οποίες

συμβάλλουν στην ενσωμάτωση της απορρόφησης της ηλιακής και αιολικής ενέργειας από την αγορά. Ο ορισμός περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα έργων και πρωτοβουλιών ΑΠΕ με μεγάλο βαθμό συμμετοχής των πολιτών. Ωστόσο, prosumers δεν θεωρούνται όλες οι οντότητες που καταναλώνουν και παράγουν ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ή παρέχουν ενεργειακές υπηρεσίες. Για παράδειγμα, οι βιομηχανίες που παράγουν μέρος της ενέργειας που καταναλώνουν δεν θεωρούνται prosumers. Η έννοιά του prosumer, υπάρχει σε πολλές μορφές, μεμονωμένα νοικοκυριά, ομάδες ανθρώπων όπως οι κάτοικοι σε συγκροτήματα διαμερισμάτων ή συνεταιρισμοί. Επιπλέον, τα έργα prosumers, μπορούν να έχουν διαφορετική δομή ιδιοκτησίας και μπορούν να κάνουν χρήση διαφορετικών τεχνολογιών. Ο παρακάτω πίνακας δίνει μερικά χαρακτηριστικά παραδείγματα.

Επισκόπηση των χαρακτηριστικών prosumer	
Χαρακτηριστικά	Επεξήγηση
Μπορεί το prosumption να είναι επικερδές?	Σύμφωνα με τον ορισμό των prosumers, η πώληση ενέργειας ή η παροχή ενεργειακών υπηρεσιών δεν είναι κύρια εμπορική δραστηριότητα των prosumers. Ωστόσο, τα έργα των prosumers πρέπει να είναι κερδοφόρα (ή τουλάχιστον να μην κοστίζουν), διαφορετικά οι περισσότεροι πολίτες δεν θα ενδιαφερθούν. Το επιχειρηματικό μοντέλο του prosumer δεν ορίζει μόνο ποιος επωμίζεται το κόστος και τους κινδύνους, και ποιος αποφασίζει και επωφελείται από τα κέρδη, αλλά και τους ρόλους και τις σχέσεις μεταξύ των εμπλεκόμενων φορέων, όπως ο prosumer και οι σχετικοί διαχειριστές δικτύου και εταιρείες ενέργειας, και ίσως ένας πάροχος που υποστηρίζει το έργο. Οι κυβερνητικές πολιτικές, οι φόροι και οι κανονισμοί μπορούν να επηρεάσουν τα επιχειρηματικά μοντέλα των prosumers και την θελκτικότητα ως προς τους υποψήφιους prosumers. Ωστόσο, άλλα κίνητρα, είναι η αυτάρκεια και η συμβολή στην ενεργειακή μετάβαση.
Ποιες νομικές μορφές είναι κατάλληλες για τις ενεργειακές κοινότητες;	Ορισμένα βασικά νομικά ζητήματα που πρέπει να ληφθούν υπόψη είναι ο τύπος μετοχικού κεφαλαίου που συνεπάγεται διαφορετικές μορφές χρηματοδότησης, τα δικαιώματα ψήφου, η πληροφόρηση, οι υποχρεώσεις και οι κίνδυνοι, ο σκοπός της οντότητας, όπως τα κοινωνικά οφέλη, και η μεγιστοποίηση κέρδους.

Πίνακας 1-Επισκόπηση των χαρακτηριστικών prosumer

1.4 Οι διάφορες μορφές prosumption

Υπάρχουν πολλοί και διαφορετικοί συνδυασμοί των ιδιοτήτων και ως εκ τούτου πολλά διαφορετικά είδη prosumer. Διακρίνονται τέσσερα διαφορετικά είδη prosumers, μερικά από αυτά είναι ευρέως διαδεδομένα, ενώ άλλα εξακολουθούν να αναπτύσσονται.

1.4.1 Μεμονωμένα νοικοκυριά

Ένα μεμονωμένο νοικοκυριό μπορεί να εγκαταστήσει Φ/Β πάνελ στην οροφή ή στο μπαλκόνι, ενδεχομένως σε συνδυασμό με μπαταρία για αύξηση της ιδιοκατανάλωσης, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα. Σε ένα νοικοκυριό με Φ/Β πάνελ και αντλία θερμότητας, η ηλεκτρική ενέργεια από το Φ/Β σύστημα χρησιμοποιείται για την αντλία θερμότητας, που σημαίνει ότι το νοικοκυριό παράγει λίγη από τη δική του θερμότητα. Η μπαταρία ή η αποθήκευση θερμότητας μπορεί να χρησιμοποιηθούν για να αυξήσουν την ιδιοκατανάλωση. Το νοικοκυριό με

αποθήκευση ενέργειας προσφέρει υπηρεσίες εξισορρόπησης δικτύου προς τον διαχειριστή του δικτύου ή ευελιξία στην πλευρά της ζήτησης. Σε ένα νοικοκυριό με Φ/Β πάνελ και ηλεκτρικό όχημα, η ηλεκτρική ενέργεια από το Φ/Β σύστημα χρησιμοποιείται για τη φόρτιση του ηλεκτρικού οχήματος, το οποίο μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την εξισορρόπηση του δικτύου. Ένα νοικοκυριό μπορεί να συμμετέχει σε δίκτυο ενεργειακών υπηρεσιών, για παράδειγμα ενοικίαση και χρήση μπαταρίας για παροχή αποθέματος.



Εικόνα 1-Σχηματικό διάγραμμα οικιακού Prosumer

1.4.2 Ένωση prosumers σε πολυκατοικία

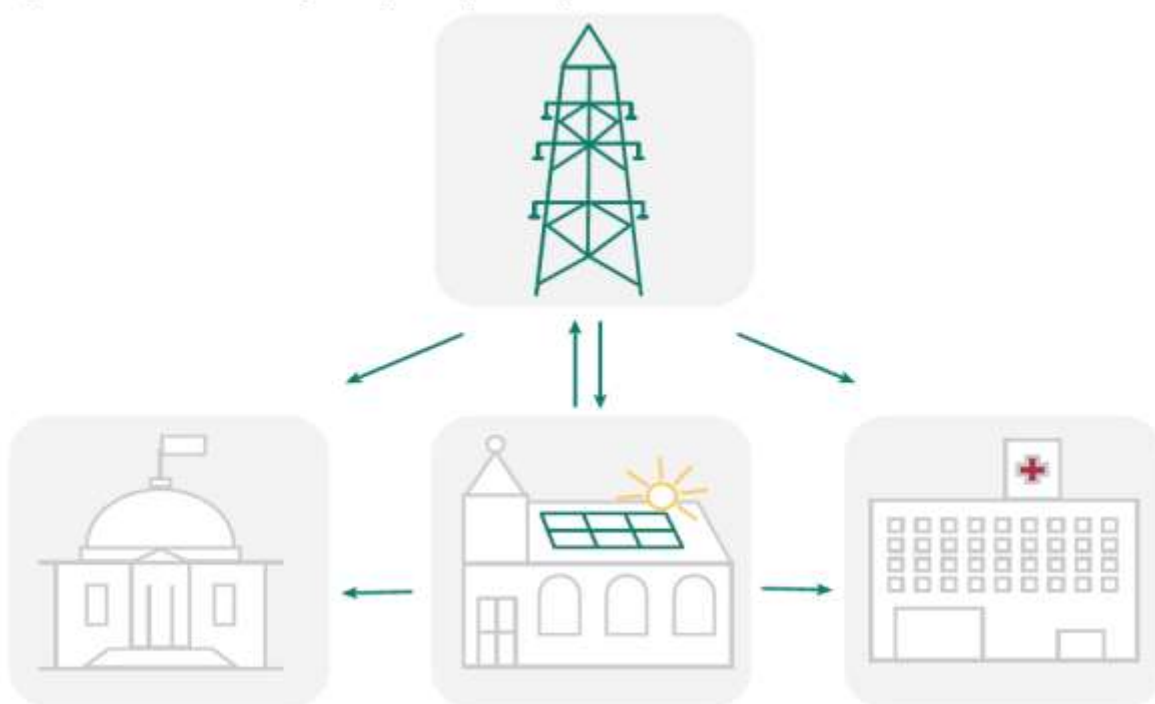
Μια ένωση ιδιοκτητών μπορεί να εγκαταστήσει φωτοβολταϊκή εγκατάσταση στην οροφή ενός συγκροτήματος διαμερισμάτων, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα. Οι ιδιοκτήτες διαμερισμάτων σχηματίζουν μια ένωση ιδιοκτητών και συμβάλλουν στην επένδυση. Ανάλογα με τους ισχύοντες κανονισμούς, μπορεί επίσης να είναι σε θέση να καταναλώνει άμεσα την ενέργεια που παρέχεται. Μπαταρίες, αντλίες θερμότητας και ηλεκτρικά οχήματα μπορούν, επίσης, να συμβάλλουν στην αύξηση της ιδιοκατανάλωσης και στην εξισορρόπηση από την μεριά της ζήτησης. Ενοικιαστές και ιδιοκτήτες διαμερισμάτων, οι οποίοι έγιναν prosumers μπορούν να δημιουργήσουν το δικό τους εσωτερικό ενεργειακό δίκτυο για την αύξηση της ιδιοκατανάλωσης.



Εικόνα 2-Σχηματικό διάγραμμα συλλογικού Prosumer

1.4.3 Μικρομεσαίες επιχειρήσεις και δημόσιοι φορείς

Μια επιχείρηση ή ένα δημόσιο ίδρυμα μπορεί να εγκαταστήσει φωτοβολταϊκή εγκατάσταση στην οροφή των γραφείων της, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα. Ένα δίκτυο δημόσιων ιδρυμάτων όπου, για παράδειγμα, ένα σχολείο καταναλώνει την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από μια φωτοβολταϊκή εγκατάσταση που βρίσκεται στην στέγη του δημοτικού κολυμβητηρίου.



Εικόνα 3-Σχηματικό διάγραμμα Prosumption δημόσιων κτιρίων

1.4.4 Ενεργειακές κοινότητες και συνεταιρισμοί

Οι ενεργειακές κοινότητες είναι η πιο ποικιλόμορφη ομάδα prosumers. Κατά κανόνα, αυτή η ομάδα περιλαμβάνει πολλές μορφές, που κυμαίνονται από μια ενεργειακή γειτονιά, έως και εθνικές κοινότητες. Όσον αφορά τους ενεργούς πελάτες, αυτή η κατηγορία μπορεί επίσης να συνεπάγεται πρωτοβουλίες στις οποίες μεμονωμένες οντότητες συμμετέχουν σε ένα έργο υπό την ηγεσία της εταιρείας.

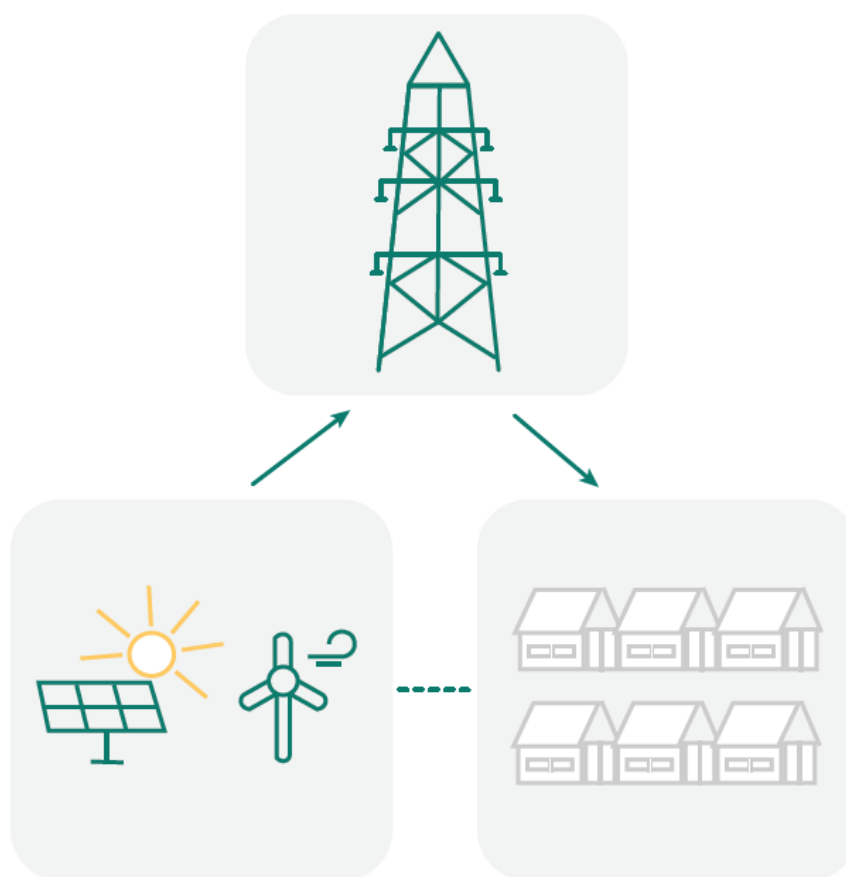
Τα δύο κύρια μοντέλα για ενεργειακές κοινότητες είναι:

- Η ενεργειακή κοινότητα με μέλη που πληρώνουν εισφορές στην οντότητα.
- Η ενεργειακή κοινότητα με μετόχους που κατέχουν και ελέγχουν την οντότητα.

Και στις δύο περιπτώσεις, η ενεργειακή κοινότητα επενδύει σε έναν τύπο ΑΠΕ, για παράδειγμα μια ανεμογεννήτρια, μια επίγεια φωτοβολταϊκή εγκατάσταση, μια μεγάλη μπαταρία ή τηλεθέρμανση, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.

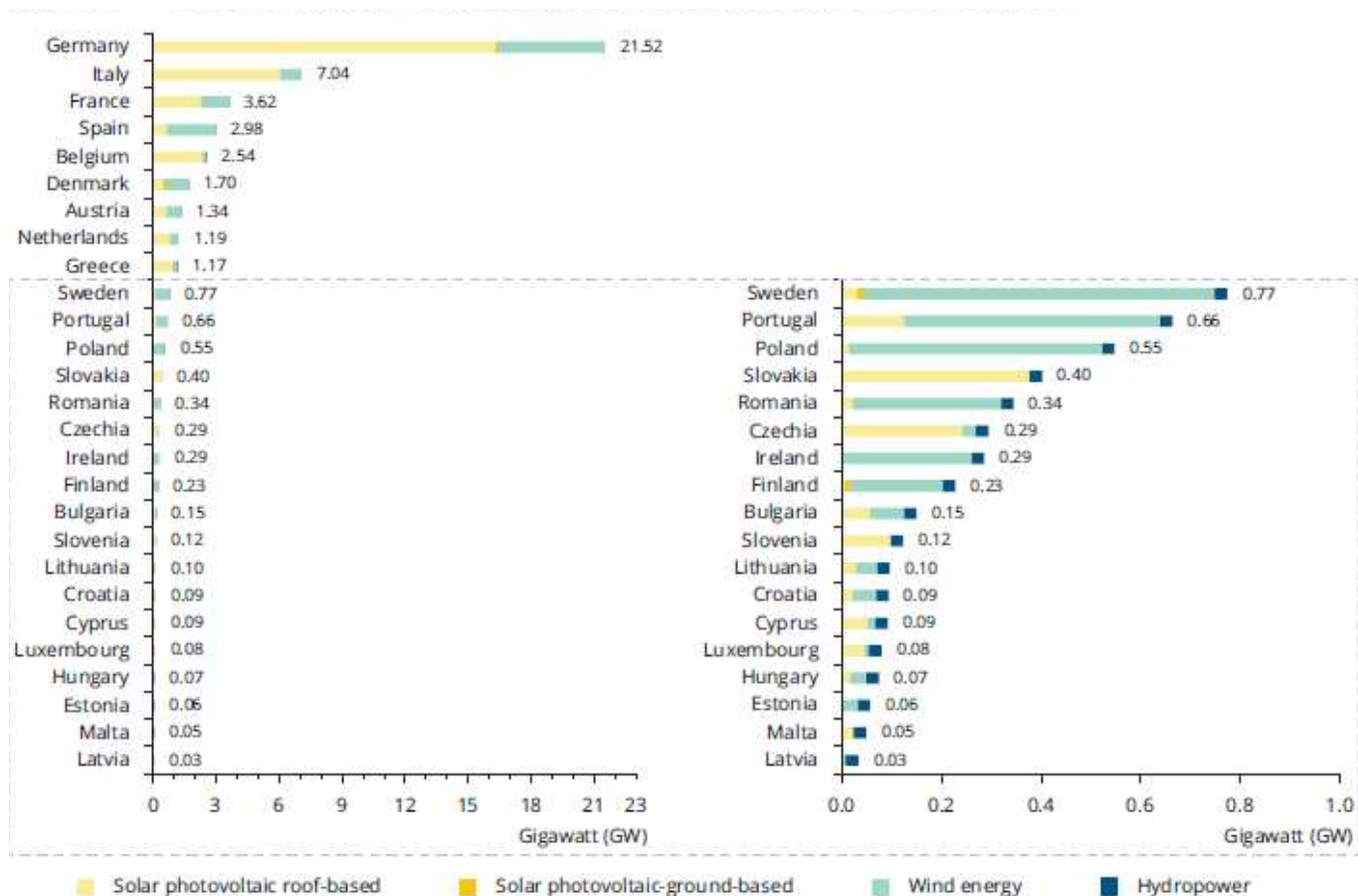
1.5 Η τρέχουσα κατάσταση prosumption στην ΕΕ

Ο αριθμός των prosumers έχει αυξηθεί σε πολλές χώρες της ΕΕ, καθώς έχει μειωθεί το κόστος παραγωγής ΑΠΕ τα τελευταία χρόνια και πολλές κυβερνήσεις έχουν προωθήσει το prosumption, για παράδειγμα μέσω συστημάτων net metering ή επιδοτήσεων. Επίσης, έχει αυξηθεί κατά πολύ το ενδιαφέρον των πολιτών και των επιχειρήσεων να συμβάλουν στην ενεργειακή μετάβαση και να μειώσουν το ενεργειακό τους αποτύπωμα. Ο συνολικός αριθμός των prosumers στα κράτη μέλη της ΕΕ δεν είναι γνωστός, λόγω της έλλειψης στοιχείων και της παρακολούθησης του prosumption. Αυτό συμβαίνει γιατί δεν απαιτείται από τα κράτη μέλη η παρακολούθηση του prosumption, και τα διάφορα είδη prosumption χρησιμοποιούν διαφορετικές τεχνολογίες και μοντέλα ιδιοκτησίας. Ως εκ τούτου, είναι δύσκολο να καθοριστούν ομοιογενείς κατηγορίες για παρακολούθηση σε επίπεδο ΕΕ.



Εικόνα 4-Σχηματικό διάγραμμα ενεργειακής κοινότητας

Ωστόσο, υπάρχουν κάποια στοιχεία για συγκεκριμένα κράτη. Αυτά τα στοιχεία δείχνουν ότι ο αριθμός των prosumers αυξάνεται ραγδαία, τουλάχιστον σε μερικές χώρες. Για παράδειγμα, ο αριθμός των prosumers φωτοβολταϊκών στην Ολλανδία έχει αυξηθεί από 500.000 το 2015 σε πάνω από 1 εκατομμύριο το 2020 και ο αριθμός των Φ/Β prosumers στην Πορτογαλία αυξήθηκαν από 3.000 σε πάνω 30.000 το 2019 (PVP4Grid). Στην Πολωνία, ο αριθμός των prosumers αυξήθηκαν από 51.000 το 2018 σε 847.000 το 2021, με εγκατεστημένη ισχύος σχεδόν 6 GW (URE, 2022). Πολύ λίγα είναι γνωστά για τον αριθμό των ενεργειακών συνεταιρισμών στην ΕΕ, η ευρωπαϊκή ομοσπονδία ενεργειακών συνεταιρισμών πολιτών REScoop, διαθέτει ένα δίκτυο από 1.900 ευρωπαϊκούς ενεργειακούς συνεταιρισμούς, συγκεντρώνοντας ένα σύνολο από 1.250.000 πολίτες (REScoop, 2022). Το 2018, μια μελέτη έδειξε ότι η Γερμανία είχε 824 ενεργούς ενεργειακούς συνεταιρισμούς, η Αυστρία είχε 286 και η Δανία 186 (Wierling et al., 2018). Είναι ενδιαφέρον ότι ο αριθμός των συνεταιρισμών στη Δανία μειώθηκε σημαντικά μεταξύ 2000 και 2018, καθώς οι πολιτικές στήριξης σταμάτησαν, ενώ στη Γερμανία ο αριθμός των prosumers αυξήθηκε ραγδαία μεταξύ 2008 και 2018 λόγω της εισαγωγής νέων πολιτικών στήριξης. Η Ολλανδία έχει πάνω από 600 ενεργειακές κοινότητες ή συνεταιρισμούς με σχεδόν 100.000 συμμετέχοντες (Hier orggewekt, 2021). Το παραπάνω σχήμα δίνει μια εκτίμηση της εγκατεστημένης ισχύος ηλεκτρικής ενέργειας από prosumers (τόσο μεμονωμένους όσο και οργανωμένες κοινότητες) το 2015 (CE Delft, 2021). Από το γράφημα συμπεραίνουμε ότι το μεγαλύτερο μέρος της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από prosumers προέρχεται από φωτοβολταϊκά πάνελ σε στέγες και ακολουθούν οι ανεμογεννήτριες. Η συμβολή των επίγειων φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων και της υδροηλεκτρικής ενέργειας είναι μικρή. Το 2015, η Γερμανία είχε το υψηλότερο ποσοστό



Εικόνα 5-Εγκατεστημένη ισχύς ηλεκτρικής παραγωγής από Prosumers στην Ευρώπη το 2015

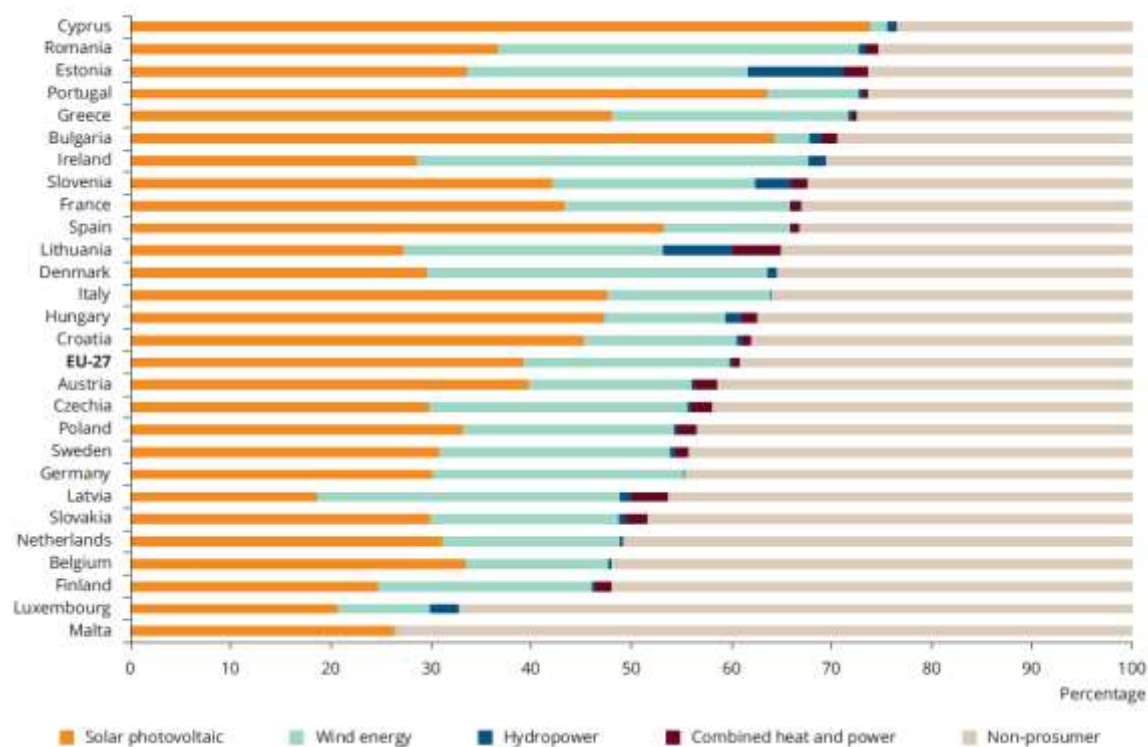
εγκατεστημένης ισχύος από prosumers, και ακολουθούν η Ιταλία, η Ισπανία, η Γαλλία, το Βέλγιο και η Δανία (CE Delft, 2021). Αυτό εξαρτάται, εν μέρει, από το μέγεθος της χώρας και το κλίμα της (π.χ. μέσες ώρες ήλιου την ημέρα), αλλά εξαρτάται, επίσης, από πολιτικές στήριξης. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τους prosumers στην Ανατολική Ευρώπη εξακολουθεί να είναι σχετικά χαμηλή, λόγω έλλειψης πολιτικών στήριξης και συγκριτικά χαμηλές τιμές ηλεκτρικής ενέργειας, αν και αυτό αλλάζει γρήγορα σε ορισμένες χώρες (π.χ. Πολωνία).

Ο κανονισμός της Διακυβέρνησης της Ενεργειακής Ένωσης και η Δράση για το Κλίμα (ΕΕ, 2018α) είναι ένα βήμα προς τη σωστή κατεύθυνση. Από φέτος, εν έτει 2023, τα κράτη μέλη απαιτείται να υποβάλλουν έκθεση σχετικά με την παραγόμενη ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στα κτίρια, καθώς και από ενεργειακές κοινότητες και πόλεις.

1.6 Το τεχνικό δυναμικό του prosumption στην ΕΕ

Μελέτες δείχνουν ότι το δυναμικό για prosumption είναι τεράστιο. Υπολογίζεται ότι σχεδόν το ένα τέταρτο της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας (680 TWh) στην Ε.Ε., θα μπορούσε να παραχθεί από ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα εγκατεστημένα σε οροφές, με βάση το υπάρχον κτιριακό απόθεμα (Bódis et al., 2019). Από τεχνικής άποψης, είναι δυνατόν σχεδόν για όλους πολίτες της ΕΕ να γίνουν prosumer, είτε ατομικά ή μέσω κάποιας κοινότητας (Doračić et al., 2020). Μπορεί κανείς να βάλει ηλιακά πάνελ πάνω σε πολλά κτίρια και υπάρχουν πολλές άλλες επιλογές, ανάλογα με το πού μένει. Υπάρχει περίπτωση να απαιτείται τοπική ή περιφερειακή επέκταση του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας ή ανάπτυξη της υποδομής θέρμανσης, αλλά, από τεχνικής άποψης, είναι εφικτό (Doračić et al., 2020). Το παρακάτω

σχήμα δείχνει τις τεχνικές δυνατότητες για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από prosumers σε σύγκριση με τη συνολική ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας για όλα τα κράτη μέλη της ΕΕ, όπως υπολογίζεται από το CE Delft (2021). Η έκθεσή δείχνει ότι οι prosumers μπορούν να παρέχουν το 30-70% της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας ανάλογα με το κράτος μέλος, η ηλιακή και η αιολική είναι οι τεχνολογίες με το υψηλότερο δυναμικό. Η ίδια έκθεση δείχνει ότι οι prosumers μπορούν να καλύψουν το σύνολο της ζήτησης για θέρμανση των νοικοκυριών το 2050 με ηλεκτρική ενέργεια προερχόμενη από βιομάζα, ηλιακή και τηλεθέρμανση, ανάλογα με την χώρα.



Εικόνα 6-Τεχνικό δυναμικό ηλεκτρικής παραγωγής των prosumers το 2050, σε σχέση με την συνολική ζήτηση στην ΕΕ

Οι τεχνικές δυνατότητες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και η επιλογή της τεχνολογίας εξαρτάται από πολλούς διαφορετικούς παράγοντες (Dogačić et al., 2020). Οι πιο σημαντικοί είναι:

Κλίμα. Η δυνατότητα εγκατάστασης φωτοβολταϊκού είναι μεγαλύτερη σε χώρες της Νότιας Ευρώπης, οι οποίες έχουν περισσότερες ώρες ηλιοφάνειας κατά τη διάρκεια του έτους από τις χώρες της Βόρειας Ευρώπης.

Αστικοποίηση. Οι πόλεις έχουν λιγότερο χώρο για εγκατάσταση ΑΠΕ επί εδάφους, για παράδειγμα επίγειες φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις ή ανεμογεννήτριες, από ότι σε αγροτικές περιοχές.

Γεωλογικές ιδιότητες. Η γεωλογία επηρεάζει τη δυνατότητα για παραγωγή ΑΠΕ από prosumers. Αυτό ισχύει, κυρίως, για την υδροενέργεια, κάτι που είναι δυνατό μόνο σε πολύ συγκεκριμένες τοποθεσίες.

Διαθέσιμος χώρος. Ο διαθέσιμος χώρος στην τάρατσα περιορίζει την δυνατότητα για εγκατάσταση φωτοβολταϊκών στην τάρατσα και η διαθέσιμη γη περιορίζει την δυνατότητα για ανεμογεννήτριες και ηλιακά πάρκα.

Ωστόσο, τα παραπάνω ισχύουν μόνο υπό ιδανικές συνθήκες. Ενώ υπάρχουν τεράστιες δυνατότητες, δεν γνωρίζουμε ακόμη ποιες είναι οικονομικά αποδοτικές.[6]

1.7 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

1.7.1 Prosumer

Ο «prosumer» είναι ο καταναλωτής ηλεκτρικής ενέργειας, ο οποίος εκτός από την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, παράγει ηλεκτρική ενέργεια για την υποστήριξη της δικής του κατανάλωσης. Η λέξη αποτελείται από την σύνθεση των λέξεων «παραγωγού» (producer) και «καταναλωτή» (consumer).

Σύμφωνα με την νομοθεσία της ΕΕ, χρησιμοποιείται ο όρος της «ιδιοκατανάλωσης» (-παραγωγού): Το άρθρο 2 παράγραφος 1 της Οδηγίας 2018/2001 ορίζει τον ιδιο-καταναλωτή [ανεανέωσιμων πηγών ενέργειας] ως τον «τελικό καταναλωτή» που δραστηριοποιείται εντός των εγκαταστάσεων του, που βρίσκονται εντός συγκεκριμένων ορίων ή, όπου επιτρέπεται [από το κράτος μέλος], εντός άλλων εγκαταστάσεων, ο οποίος παράγει ηλεκτρική ενέργεια από ανεανέωσιμες πηγές για δική του κατανάλωση και μπορεί να αποθηκεύει ή να πουλά την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από ανεανέωσιμες πηγές, υπό τον όρο ότι, για μη οικιακό καταναλωτή, οι δραστηριότητες αυτές δεν αποτελούν την κύρια εμπορική ή επαγγελματική του δραστηριότητα».[11]

Το μέλλον των δικτύων ηλεκτρικής ενέργειας θα είναι «έξυπνο», θα διαθέτει προσαρμοσμένα συστήματα, ενσωματωμένα στο κλασικό ηλεκτρικό δίκτυο, αλλά με μια ποικιλία σύγχρονων εννοιών και τεχνολογικών πόρων. Τα έξυπνα δίκτυα θα φέρουν ένα νέο παράδειγμα ενεργητικής διανομής, που μπορεί να αλλάξει δραματικά τον ρόλο του καταναλωτή και των κοινοτήτων, μετατρέποντας τους «παθητικούς» χρήστες σε «ενεργούς» χρήστες – τόσο ως παραγωγοί όσο και ως καταναλωτές. Το πιο έξυπνο μέρος αυτού του μελλοντικού δικτύου, ωστόσο, δεν θα είναι τεχνολογικής αλλά ανθρώπινης φύσης: ο «prosumer».

Οι καταναλωτές γίνονται πιθανοί prosumers όταν εγκαθιστούν μια μονάδα παραγωγής ενέργειας, όπως ένα ηλιακό φωτοβολταϊκό σύστημα στις εγκαταστάσεις τους. Καθώς τα περισσότερα νοικοκυριά, ιδρύματα και επιχειρήσεις εγκαθιστούν συστήματα ανεανέωσιμων πηγών ενέργειας, αναδύεται ένα κοινωνικο-τεχνικό σύστημα διανομής. Αυτό το σύστημα χαρακτηρίζεται από τις ανάγκες, τις προτιμήσεις και τους στόχους των καταναλωτών, τους κανονισμούς και τις τεχνικές απαιτήσεις ενός αξιόπιστου συστήματος τροφοδοσίας.

Σε γενικές γραμμές, ο prosumer βασίζεται σε κατανεμημένους ενεργειακούς πόρους, οι οποίοι μπορούν να είναι νοικοκυριά που οργανώνονται σε κοινότητες που βασίζονται σε συστήματα μικροδικτύων. Απαραίτητοι για την ολοκλήρωση των συστημάτων είναι οι έξυπνοι μετρητές, οι οποίοι επιτρέπουν αμφίδρομη επικοινωνία και μεταφορά ισχύος μεταξύ του prosumer και του παρόχου ενέργειας (τώρα και αγοραστή ενέργειας).

Ο prosumer μπορεί να αποθηκεύει ηλεκτρική ενέργεια σε ένα σύστημα μπαταριών ή σε ένα ηλεκτρικό όχημα και είναι σε θέση να ελέγχει την εισροή και την εκροή ενέργειας και τον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιεί τις έξυπνες συσκευές μέσα στο σπίτι. Για παράδειγμα, οι καταναλωτές μπορούν να αποφασίσουν για ποιες χρονικές περιόδους θα απενεργοποιηθεί ο κλιματισμός ώστε να μειώσουν την κατανάλωση και να εξοικονομήσουν χρήματα. Αυτό βοηθά στη διαχείριση ζήτησης του δικτύου.

Το πιο σημαντικό μέρος του Prosumption, ωστόσο, είναι η κοινωνική του επίπτωση σε σχέση με το νέο σύστημα διανομής. Σύμφωνα με την Ομάδα Εργασίας της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για τα Έξυπνα Δίκτυα, είναι σημαντικό σε αυτό το πρώιμο στάδιο να κατανοήσουν τον ρόλο τους οι prosumer, προκειμένου να διαδραματίσουν με επιτυχία τον νέο τους ρόλο στην ενεργειακή μετάβαση προς τα έξυπνα δίκτυα.[3]

1.7.2 Διαχειριστής συστήματος μεταφοράς (TSO): Ο φορέας που είναι υπεύθυνος για την παροχή της υποδομής του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας, που χρησιμοποιείται για τη μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας, συνήθως χρησιμοποιείται σε δίκτυα υψηλής τάσης. Η μεταφορά μπορεί να οριστεί ως μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας υψηλής τάσης με χρήση δικτύου που καλύπτει μεγάλες αποστάσεις. Επιπλέον, ο TSO είναι υπεύθυνος για την ισορροπία της προσφοράς/ζήτησης σε μια συγκεκριμένη περιοχή. Στις μέρες μας, το σύστημα μεταφοράς έχει σχεδιαστεί για να παρέχει ηλεκτρική ενέργεια από την κεντρική παραγωγή σε έναν τεράστιο αριθμό πελατών.[12]

1.7.3 Διαχειριστής συστήματος διανομής (DSO): Είναι υπεύθυνος για την διασύνδεση του τελικού χρήστη με το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας. Σε ένα σενάριο έξυπνου δικτύου, όπου οι καταναλωτές έχουν γίνει Prosumers και υπάρχουν πολλά περισσότερα μέρη παραγωγής ενέργειας που συνδέονται με το ηλεκτρικό δίκτυο, η ενέργεια και η ροή πληροφοριών είναι αμφίδρομες. Αυτή η νέα κατάσταση δημιουργεί την ανάγκη για αυξημένη ευελιξία στο δίκτυο διανομής.[12]

1.7.4 Συλλέκτης Ενέργειας/ έμπορος λιανικής: Αυτή η οντότητα ελέγχει την ισχύ χαμηλής τάσης που μεταφέρεται στα μέρη όπου καταναλώνεται. Είναι υπεύθυνος για την αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, την μέτρηση και την τιμολόγηση της. [12]

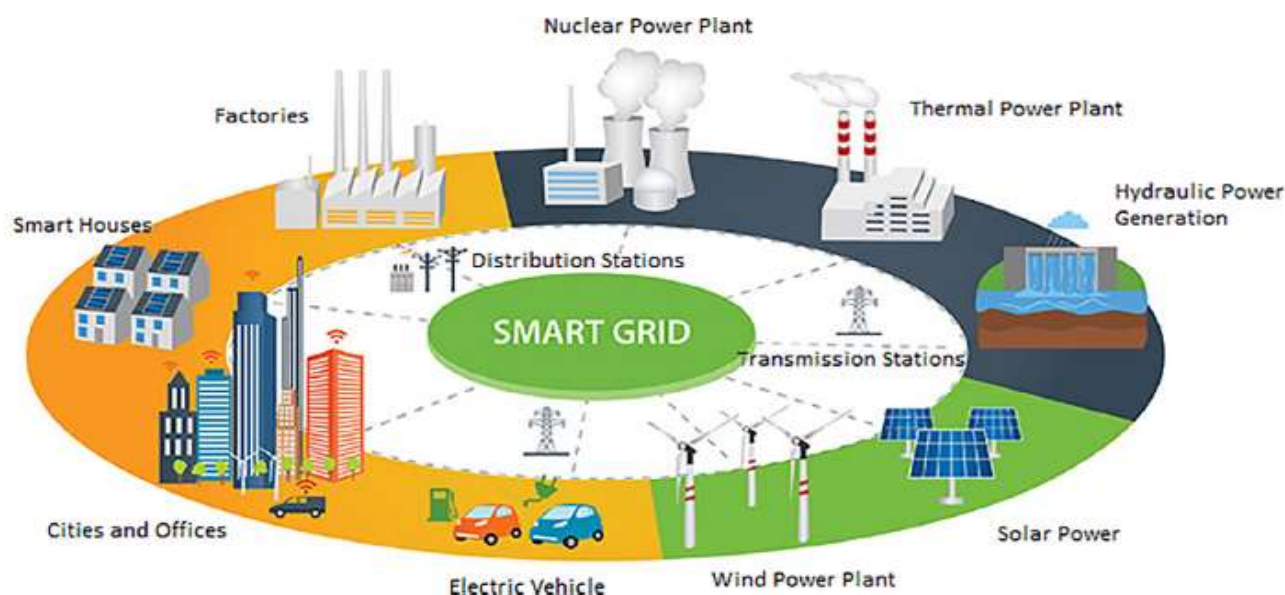
1.7.5 Έξυπνο δίκτυο

Το σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας του μέλλοντος θα κάνει εκτεταμένη χρήση των σύγχρονων τεχνολογιών πληροφοριών και επικοινωνιών (ΤΠΕ) για να υποστηρίξει μια ευέλικτη, ασφαλή και οικονομικά αποδοτική απαλλαγή από τα συστήματα χρήσης άνθρακα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Ένα έξυπνο δίκτυο ελέγχει έξυπνα τα ενεργά δίκτυα, ούτως ώστε να εδραιώσει την ενσωμάτωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας [2]. Διάφοροι ορισμοί του έξυπνου δικτύου έχουν χρησιμοποιηθεί από διάφορες χώρες σε όλο τον κόσμο και δεν έχει συμφωνηθεί κάποιος κοινός όρος. Ο ορισμός του έξυπνου δικτύου, που αναπτύχθηκε το 2006, από την Ευρωπαϊκή τεχνολογική πλατφόρμα είναι: *Ένα Έξυπνο Δίκτυο είναι ένα δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας που μπορεί έξυπνα να ενσωματώσει την ενέργεια όλων των χρηστών που είναι συνδεδεμένοι σε αυτό—παραγωγοί, καταναλωτές και εκείνοι που κάνουν και τα δύο— προκειμένου να παρέχει αποτελεσματικά βιώσιμες, οικονομικές και ασφαλείς υπηρεσίες ηλεκτρικής ενέργειας. Ένα έξυπνο δίκτυο χρησιμοποιεί καινοτόμα προϊόντα και υπηρεσίες μαζί με έξυπνη παρακολούθηση, έλεγχο, επικοινωνία και τεχνολογίες αυτοθεραπείας ώστε να:*

- Διευκολύνει τη σύνδεση και τη λειτουργία των παραγωγών όλων των μεγεθών και τεχνολογιών·
- Επιτρέπει στους καταναλωτές να πάρουν μέρος στη βελτιστοποίηση της λειτουργίας του συστήματος·
- Παρέχει στους καταναλωτές περισσότερες πληροφορίες και επιλογές για επιλογή παρόχου ηλεκτρικής ενέργειας·
- Μειώνει σημαντικά τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις όλου του συστήματος παροχής ηλεκτρικής ενέργειας·

- Διατηρεί ή και βελτιώνει τα υψηλών επίπεδα αξιοπιστίας, ποιότητας και ασφάλειας του συστήματος εφοδιασμού·
- Διατηρεί ή και βελτιώνει τις υφιστάμενες υπηρεσίες αποτελεσματικά
- Προωθεί την ενοποίηση της αγοράς σε μια ευρωπαϊκή ενοποιημένη αγορά.

Ο ορισμός που παρέχεται από τον Οργανισμό Ενεργειακών Δικτύων είναι: Το Έξυπνο Δίκτυο περιλαμβάνει τα πάντα από την παραγωγή μέχρι τους οικιακούς αυτοματισμούς, με τον έξυπνο μετρητή να είναι ένα σημαντικό στοιχείο, με κάθε κομμάτι του εξοπλισμού του δικτύου, τεχνολογίας επικοινωνιών και διαδικασιών να συνεισφέρει σε ένα αποτελεσματικό και έξυπνο δίκτυο. Ένα ολοκληρωμένο Έξυπνο Δίκτυο του μέλλοντος επιτρέπει στις συσκευές του σπιτιού να επικοινωνούν με τον έξυπνο μετρητή και δίνουν την δυνατότητα στο δίκτυο να εξασφαλίσει την αποτελεσματική χρήση της υποδομής, και την διαχείριση ενέργειας και απόκρισης ζήτησης. Όλα αυτά είναι σημαντικά στην δημιουργία του μεγαλύτερου δικτύου διακοπτόμενων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και πάντα ενεργού, σε ένα προσιτό ενεργειακό μέλλον με χαμηλές εκπομπές άνθρακα. [2]



Εικόνα 7-Το Έξυπνο Δίκτυο

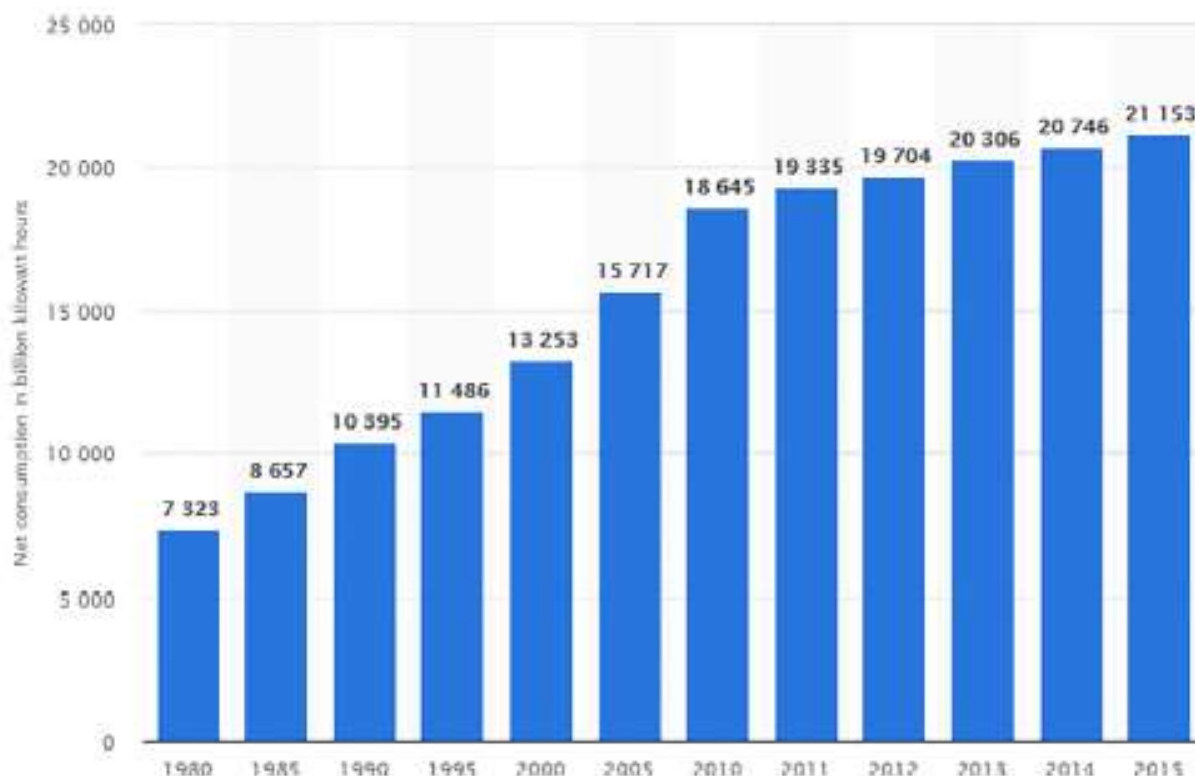
Η ζήτηση για ηλεκτρική ενέργεια αυξάνεται ραγδαία μαζί με την πρόοδο της βιομηχανικής εποχής. Για να εξασφαλιστεί η αποτελεσματική διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας, η διατήρηση χαμηλών απωλειών και υψηλού επιπέδου ποιότητας και η ασφάλεια παροχής ηλεκτρικής ενέργειας, γεννήθηκε η ιδέα του έξυπνου δικτύου. Με βάση αυτή την ιδέα μια μικρή, ατομική μονάδα μπορεί να παράγει ηλεκτρική ενέργεια και να την πωλεί στο δίκτυο. Ωστόσο, η ιδέα προσθέτει πολυπλοκότητα στο υπάρχον σύστημα, όπως ο τρόπος με τον οποίο διεξάγεται, επαληθεύεται και καταγράφεται μια συναλλαγή μεταξύ των παραγωγών και των καταναλωτών.[5]

1.7.6 Ζήτηση απόκρισης (Demand Response) DR

Ιστορικά, η έννοια της DR διαδόθηκε για πρώτη φορά στις Η.Π.Α την δεκαετία του 1970, με την εφαρμογή της διαχείρισης από την πλευρά της ζήτησης[8]. Η DR αποτελείται από ενέργειες που εκτελούνται από τις επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας, τους συλλέκτες ενέργειας ή τους διαχειριστές του δικτύου ώστε να αλλάζουν το προφίλ κατανάλωσης ενέργειας. Η αλλαγή

Οντότητα	Παραδοσιακό μοντέλο	Έξυπνο Δίκτυο
Παραγωγοί	Κεντρική: βιομηχανικές μονάδες ηλεκτροπαραγωγής	Πιο αποκεντρωμένη: εργοστάσια ηλεκτροπαραγωγής βιομηχανικής κλίμακας, οικιακοί/μικροί παραγωγοί ρεύματος
Πηγή ενέργειας	Κυρίως υδρογονάνθρακες (φυσικό αέριο, άνθρακας, πετρέλαιο)	Το μεγαλύτερο μέρος από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
Συναλλαγή	Οι καταναλωτές αγοράζουν ενέργεια μέσω εταιρειών παροχής ενέργειας (συναλλαγή μίας κατεύθυνση)	Άμεση συναλλαγή μεταξύ παραγωγών και καταναλωτών (συναλλαγή δύο κατευθύνσεων)
Τιμολόγηση	Καθορίζεται από την κυβέρνηση ή την εταιρεία παροχής ηλεκτρικής ενέργειας	Κάθε παραγωγός ορίζει την τιμή του
Χρέωση	Περιοδική χρέωση/ προπληρωμή ή πληρωμή εκ των υστέρων	Προπληρωμή

Πίνακας 2-Σύγκριση Παραδοσιακού Μοντέλου Vs Έξυπνο Δίκτυο



Εικόνα 8-Παγκόσμια Ενεργειακή κατανάλωση

των προφίλ κατανάλωσης έχει ως στόχο την διασφάλιση της αξιοπιστίας της παρεχόμενης ενέργειας, ειδικά σε περιόδους υψηλής ζήτησης. Διαχείριση από την πλευρά της ζήτησης περιλαμβάνει τις έννοιες της Ενεργειακής Απόδοσης (Energy Efficiency - EE) και της DR. Η εφαρμογή της DR περιλαμβάνει ένα σύνολο μέτρων που επηρεάζουν την αγορά ενέργειας, είτε μέσω της τιμολόγησης είτε μέσω κινήτρων. Μπορεί να γίνει η εφαρμογή της στη διαχείριση των Prosumers, έχοντας πολλά οφέλη, όπως (i) η μείωση του κόστους παραγωγής, εφόσον με την αλλαγή στα προφίλ ζήτησης μειώνεται η κατανάλωση σε ώρες αιχμής (ii) καλύτερη ενεργειακή απόδοση και συνεπώς μεγαλύτερη ευελιξία και αξιοπιστία του συστήματος ενέργειας και (iii) βελτιστοποίηση των πόρων παραγωγής, και κατά συνέπεια, μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (GHG), αφού εκτιμάται ότι θα υπάρξει μείωση των θερμικών εγκαταστάσεων. Ο μηχανισμός DR υλοποιείται μέσω των έξυπνων μετρητών, που επιτρέπουν την αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ των υπηρεσιών κοινής ωφελείας και των τελικών χρηστών. Αυτή η τεχνολογία παρέχει πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο για την κατανάλωση και ενεργειακό ισοζύγιο, επιτρέποντας τη διαχείριση και τον έλεγχο των φορτίων και παραγωγής, όπου οι καταναλωτές μπορούν να παρακολουθούν το προφίλ ζήτησης και τις τιμές ενέργειας καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας, διαμορφώνοντας τον καθημερινό προγραμματισμό της κατανάλωσης. Η χρήση DR μαζί με τους έξυπνους μετρητές παρέχει βελτιστοποίηση της κατανάλωσης και της ενεργειακής απόδοσης.[8]

Οι τεχνολογικές εξελίξεις στη λειτουργία του έξυπνου δικτύου δίνουν την δυνατότητα στους χρήστες να ανταλλάσσουν ενέργεια με το δίκτυο στις ώρες αιχμής/εκτός αιχμής. Η έννοια της αμφίδρομης ροής ενέργειας χαρακτηρίζει τους Prosumers, οι οποίοι καταναλώνουν και παράγουν ενέργεια για την κάλυψη των ενεργειακών τους αναγκών και για την παροχή ενέργειας στο δίκτυο. Οι πόροι DR των Prosumers κάνουν χρήση των DER, όπως συστήματα DG, BESS, V2G και αντλίες θερμότητας. Συνεπώς, από την πλευρά των Prosumers, η έννοια του DR χρησιμοποιεί τα DER για την ελαχιστοποίηση του κόστους της ενέργειας μέσω της βέλτιστης διαχείρισης, χρησιμοποιώντας την ενέργεια του δικτύου μόνο όταν η τιμή είναι χαμηλότερη. Εν τω μεταξύ, οι καταναλωτές που είναι συνδεδεμένοι μόνο στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας είναι εκτεθειμένοι στις διακυμάνσεις των τιμών της αγοράς, και η μόνη ενέργεια DR που μπορούν να κάνουν είναι η διαχείριση της ιδιοκατανάλωσης. Οι Prosumers στο πλαίσιο της χρήσης DR μπορούν να υιοθετήσουν μέτρα που μειώνουν τη ζήτηση αιχμής. Για παράδειγμα, μπορούν να προσθέσουν εναλλακτικές πηγές ενέργειας στο δίκτυο, όπως ανανεώσιμες πηγές (ηλιακή και αιολική), για να καλύψουν την ημερήσια κατανάλωση ενώ την πλεονάζουσα ενέργεια μπορούν να την πουλήσουν στο δίκτυο. Ωστόσο, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας παρουσιάζουν σημαντική αστάθεια, καθιστώντας δύσκολη την αγορά ενέργειας. Για την αντιμετώπιση της αστάθειας των ανανεώσιμων πηγών, σε πραγματικό χρόνο η αγορά κάνει χρήση πηγών, όπως βιοντίζελ/ντίζελ. Η λειτουργία των γεννητριών είναι εφεδρική, παράλληλα με το δίκτυο για την κάλυψη της ζήτησης του καταναλωτή σε ώρες αιχμής ή/και την αύξηση της ζήτησης. Όμως, θα πρέπει να χρησιμοποιούνται με ορθολογική διαχείριση χρήσης ενέργειας παρέχοντας ευελιξία, αξιοπιστία και ενεργειακή ασφάλεια στο τοπικό δίκτυο. [8] Η επέκταση των προγραμμάτων DR είναι τάση για τους Prosumers και παράγοντας κλειδί για την μείωση της συνολικής κατανάλωσης αυξάνοντας την απόδοση του συστήματος ενέργειας, διαχειρίζοντας την ζήτηση αιχμής βιομηχανικού, εμπορικού και οικιστικού τομέα. Οι χρήστες του δικτύου γίνονται ολοένα και πιο ενεργοί στην αγορά ενέργειας, έχοντας τη δυνατότητα να ελέγχουν την κατανάλωση σε πραγματικό χρόνο είτε μέσω έξυπνων μετρητών, οι οποίοι είναι εγκατεστημένοι στις μονάδες, είτε μέσω των συλλεκτών ενέργειας σε ένα VPP. Οι prosumers έχουν την δυνατότητα μέσω των έξυπνων συσκευών και των αλγορίθμων βελτιστοποίησης, να λάβουν αποτελεσματικές αποφάσεις σχετικά με την διαχείριση της ενέργειάς τους. Μια τέτοια απόφαση πρέπει να λαμβάνει υπόψη τους λειτουργικούς περιορισμούς και ενεργειακό ισοζύγιο, μειώνοντας το φορτίο αιχμής σε συγκεκριμένες περιόδους. Το οποίο με την σειρά

του οδηγεί σε μείωση των τιμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, μειώνοντας έτσι το λειτουργικό κόστος του συστήματος.

Ο στόχος των εφαρμογών DR είναι να επηρεάσουν τους prosumers να αλλάξουν το προφίλ φορτίου τους, ώστε να ανταποκρίνεται στις ανάγκες λειτουργίας του συστήματος. Ωστόσο, η ανάπτυξη μιας αποτελεσματικής με βάση τα οικονομικά κίνητρα DR χρειάζεται μεγάλη προσοχή. Με αυτό τον τρόπο θα αυξηθεί σημαντικά η συμμετοχή των prosumers στα προγράμματα DR. Επιπλέον, η υπολογιστική πολυπλοκότητα των εφαρμογών DR, όσον αφορά το πλαίσιο καταναμημένων πόρων, για οικιακούς prosumers είναι ένα κρίσιμο θέμα που χρήζει ειδικής μεταχείρισης. Θα πρέπει να δοθούν κίνητρα ώστε να υπάρξει μεγάλη συμμετοχή των prosumers στις οικιακές εφαρμογές DR, αναπτύσσοντας κατάλληλα σήματα DR μέσω ενός απλού καταναμημένου πλαισίου και εργαλείων βελτιστοποίησης.[9]

Υπάρχουν δύο κύριοι τύποι απόκρισης ζήτησης DR στη βιβλιογραφία: (α) άμεση ή βασισμένη στην τιμή DR, όπου οι καταναλωτές προσαρμόζουν άμεσα την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας- την ανακοινωθείσα τιμή και η εταιρεία κοινής ωφέλειας έχει άμεσο έλεγχο της κατανάλωσής τους και (β) έμμεση ή βασισμένη στα κίνητρα DR, όπου προσφέρεται μια δυναμική τιμολόγηση στο καταναλωτές ως κίνητρο για να προσαρμόσουν εθελοντικά την κατανάλωση ενέργειας [10].

1.7.7 DSM - Διαχείριση από την πλευρά της ζήτησης

Τις τελευταίες δύο δεκαετίες, το ενδιαφέρον για τα συστήματα απόκρισης ζήτησης (DR) έχει αυξηθεί σημαντικά. Η ανάγκη για DR οφείλεται στη βιωσιμότητα (περιβαλλοντική και κοινωνικοοικονομική) και στη σχέση κόστους-αποτελεσματικότητας. Η κύρια προϋπόθεση του DR είναι να τροποποιεί τον χρόνο ζήτησης και το μέγεθος της κατανάλωσης, ώστε να ταυτίζεται με την παροχή ενέργειας, προσφέροντας οφέλη με στους καταναλωτές, στοχεύοντας τελικά στη βελτιστοποίηση του κόστους παραγωγής. Ως εκ τούτου, ο πρώτος και πρωταρχικός παράγοντας για την DR είναι η δημιουργία σύγχρονων αγορών ηλεκτρικής ενέργειας. Η αυξημένη ανάπτυξη των Καταναμημένων Ενεργειακών Πόρων (DER) και η μικροπαραγωγή παρακίνησαν περαιτέρω τη συμμετοχή των καταναλωτών ως ενεργών χρηστών στην αγορά, κάνοντας γνωστή στην έννοια της απόκρισης ζήτησης DR και την ευρύτερη κατηγορία των προγραμμάτων Διαχείρισης από την πλευρά της ζήτησης (DSM). Τα έξυπνα δίκτυα (SG) έχουν βοηθήσει τα σύγχρονα συστήματα DR, με τα δεδομένα από τους έξυπνους μετρητές να παρέχουν πληροφορίες στα υποκείμενα εργαλεία βελτιστοποίησης και πρόβλεψης. Το Διαδίκτυο Ενέργειας (IoE), που θεωρείται η εξέλιξη του SG, καθοδηγείται από την αυξημένη ενεργοποίηση του Διαδικτύου των πραγμάτων (Internet of Things-IoT) και την υψηλή εισχώρηση κλιμακούμενων και καταναμημένων ενεργειακών πόρων.[4]

Τα προβλήματα των συμβατικών συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας είναι:

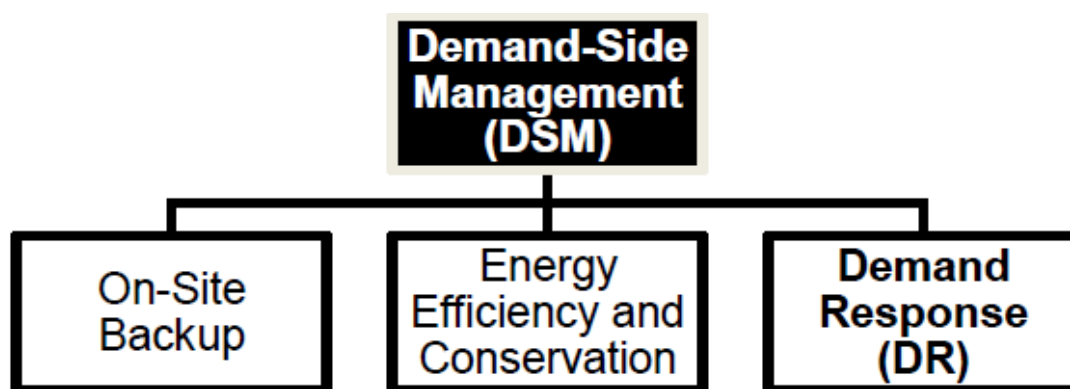
- Η ικανότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σχεδιάζεται σύμφωνα με τη ζήτηση αιχμής, η οποία αποτελεί μόνο το 5% του έτους.
- Το 20% της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος παραγωγής χρησιμοποιείται μόνο κατά τις περιόδους αιχμής ζήτησης.
- Ο μέσος ετήσιος συντελεστής φορτίου της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος παραγωγής είναι 55%.
- Χαμηλότερο συντελεστής φορτίου σημαίνει χαμηλότερη απόδοση, που έχει ως αποτέλεσμα υψηλότερο κόστος και εκπομπές ανά μονάδα παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας.
- Οι ΑΠΕ μειώνουν τις εκπομπές αλλά είναι απρόβλεπτες και γεωγραφικά περιορισμένες, καθιστώντας τις αναξιόπιστες.
- Οι ΑΠΕ μειώνουν την αδράνεια, επομένως είναι απαραίτητο να διατηρούν αποθέματα (δηλαδή οι ΑΠΕ δεν μπορούν να αντικαταστήσουν πλήρως τα αποθέματα).

Κατά τη δεκαετία του 1990, ο πολλαπλασιασμός των καταναλωμένων ενεργειακών πόρων (DER) και της καταναλωμένης παραγωγής (DG) έκανε τους καταναλωτές ηλεκτρικής ενέργειας ολοένα και πιο ενεργούς συμμετέχοντες στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Ταυτόχρονα το παγκόσμιο κίνημα απελευθέρωσης της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, έδωσε το έναυσμα για την στροφή από την πλευρά της προσφοράς στην πλευρά της ζήτησης, μετατρέποντας τους καταναλωτές ηλεκτρικής ενέργειας σε ενεργούς συμμετέχοντες στον κλάδο. Με αποτέλεσμα το ενδιαφέρον για τη διαχείριση από την πλευρά της ζήτησης (DSM) να αυξηθεί εκθετικά. Με την επακόλουθη άνοδο των Έξυπνων Δικτύων (SG) και των προηγμένων υποδομών επικοινωνίας, οι προσεγγίσεις DSM έχουν γίνει πιο εξελιγμένες και ικανές να βελτιώσουν δραματικά την απόδοση του συστήματος ενέργειας.

Υπάρχουν τρεις κύριες κατηγορίες DSM:

- 1) Επιτόπια δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας και αποθήκευσης,
- 2) Ενεργειακής απόδοσης και εξοικονόμησης ενέργειας και
- 3) Απόκρισης ζήτησης (DR), όπως φαίνεται στα παρακάτω σχήματα.

Ορισμένες φορές χρησιμοποιείται εναλλακτικά το DSM και το DR. Ωστόσο, οι τρέχοντες επίσημοι ορισμοί, τόσο στην ακαδημαϊκή βιβλιογραφία όσο και στη νομοθεσία, είναι ότι το DR είναι υποσύνολο του DSM. Οι προσεγγίσεις DSM ασχολούνται με την ευρύτερη προοπτική της διαχείρισης και της μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας από την πλευρά των καταναλωτών.



Εικόνα 9-Ανάλυση Demand-side Management

Η επιτόπια δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας δίνει την δυνατότητα στην παραγωγή και αποθήκευση από την πλευρά της ζήτησης, να συμμετέχουν στην εξισορρόπηση φορτίου ή σε βοηθητικές υπηρεσίες. Όταν το DSM και το DR συγχέονται, μάλλον η ενεργειακή απόδοση και η εξοικονόμηση ενέργειας συγχέονται με το DR. Το παρακάτω σχήμα υπογραμμίζει τη διαφορά μεταξύ των δύο προσεγγίσεων. Ενώ τα μέτρα απόδοσης και συντήρησης στοχεύουν στη μείωση της συνολικής ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας (βασική και αιχμής), η DR ασχολείται ειδικά με τη μείωση της ζήτησης αιχμής, τη μετατόπιση του φορτίου σε περιόδους εκτός αιχμής και την εξομάλυνση της καμπύλης ζήτησης, με οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη και μια πιο αξιόπιστη λειτουργία του δικτύου.

Η πρώτη αναφορά των προγραμμάτων DSM στην Ευρωπαϊκή Ένωση είναι: «Η Διαχείριση ενεργειακής απόδοσης/διαχείρισης από την πλευρά της ζήτησης» είναι μια συνολική ή ολοκληρωμένη προσέγγιση που έχει ως σκοπό να επηρεάσει την ποσότητα και τον χρόνο κατανάλωσης της ηλεκτρικής ενέργειας προκειμένου να μειωθεί η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και τα φορτία αιχμής δίνοντας προτεραιότητα σε επενδύσεις μέτρων ενεργειακής απόδοσης ή άλλα μέτρα».

Το πρόβλημα της Διαχείρισης απόκρισης ζήτησης (DRM) έχει μελετηθεί διεξοδικά στη βιβλιογραφία με την εισαγωγή- καταναλωμένων ή κεντρικών λύσεων και λαμβάνοντας υπόψη

ή όχι τα χαρακτηριστικά συμπεριφοράς των prosumers και τα προφίλ κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας.[10]

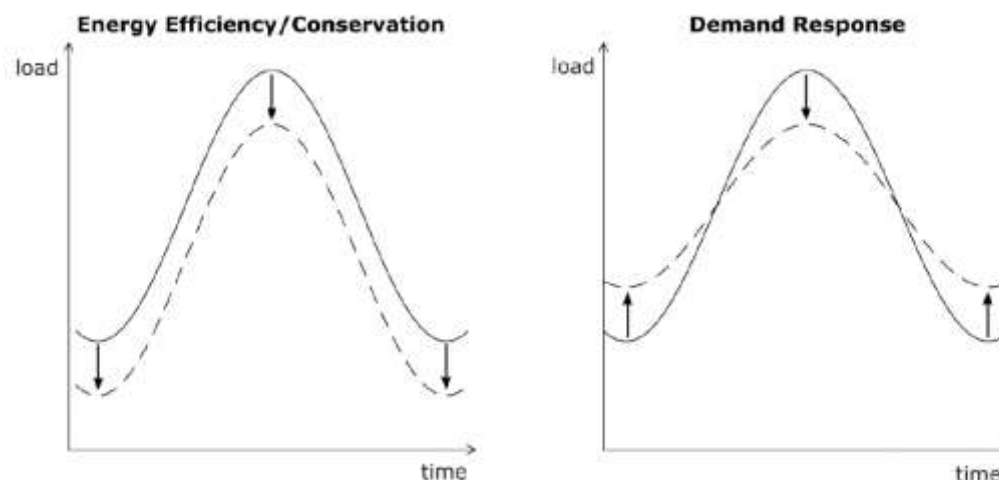


Fig. 1. Comparing two DSM Approaches: Energy Efficiency/Conservation vs Demand Response.

Εικόνα 10-Ενεργειακή απόδοση Vs Demand Response

Παρά τις μελέτες που διεξάγονται, όσον αφορά το πρόβλημα διαχείρισης απόκρισης ζήτησης, το πρόβλημα της ενσωμάτωσης της εξατομικευμένης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας του prosumer και η δυναμική συμπεριφορά παραγωγής εντός του έξυπνου δικτύου παραμένει ένα άλυτο θέμα. Επιπλέον, αποτελεί πρόκληση η οικονομική σχέση μεταξύ των δύο μερών, που παρά τα ανταγωνιστικά συμφέροντα θα πρέπει να πάρουν αποφάσεις που να μεγιστοποιούν το κέρδος και των δύο.[10]

Διαχείριση από την πλευρά της ζήτησης (DSM): Αποτελεί ένα σύνολο πολιτικών που επικεντρώνονται στον εξορθολογισμό και στην μείωση των κορυφών χρήσης ενέργειας. Συνήθως, τα έξυπνα δίκτυα ενθαρρύνουν την εισαγωγή του DSM, ώστε η ζήτηση να ακολουθήσει τον ρυθμό της παροχής ενέργειας. Το DSM είναι ένα πολύ δημοφιλές εργαλείο που αναπτύχθηκε για μετατόπιση του φορτίου από περιόδους αιχμής ζήτησης σε άλλες χρονικές περιόδους, όπου η ζήτηση ισχύος είναι χαμηλότερη. Αν και είναι παρόμοιο με την απόκριση ζήτησης DR, το DSM, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, δεν αποτελεί ακριβώς την ίδια έννοια: το DR αντιμετωπίζει την κατανάλωση ενέργειας σε σύντομο χρονικό διάστημα και χρησιμοποιείται ως μια προσωρινή λύση, ακριβής ως προς τον χρόνο ενώ το DSM χρησιμοποιείται περισσότερο ως μακροπρόθεσμη στρατηγική που εκτιμά μεθόδους εξοικονόμησης ενέργειας και τον ενεργειακό σχεδιασμό γενικότερα, όπως, για παράδειγμα, την αποθήκευση ενέργειας σε ώρες εκτός αιχμής και χρήση της σε ώρες αιχμής για την μείωση της χρήσης του δικτύου ηλεκτροδότησης.[12]

2.1 Demand Response management σε περιβάλλον Prosumer

Με τον αυξανόμενο ρυθμό ανάπτυξης των φωτοβολταϊκών (PV), του συστήματος αποθήκευσης ενέργειας (ESS), των ηλεκτρικών οχημάτων (EV) και πολλών άλλων ελεγχόμενων φορτίων στο δίκτυο διανομής, οι παραδοσιακοί καταναλωτές μετατρέπονται σε prosumers. Στο αρχικό στάδιο, ο σχεδιασμός δικτύου διανομής δεν έλαβε υπόψη την ταχεία ανάπτυξη των κατανεμημένων ενεργειακών πόρων (Distributed Energy Resources-DER), με αποτέλεσμα το φορτίο αιχμής ή η ανάστροφη ισχύς να είναι μεγαλύτερη από τη χωρητικότητα του εξοπλισμού στη φάση σχεδιασμού του παραδοσιακού δικτύου διανομής, και να προκαλείται συμφόρηση του συστήματος διανομής [24]. Η επέκταση της χωρητικότητας του δικτύου διανομής μπορεί να λύσει τα προβλήματα σε κάποιο βαθμό, αλλά θα αντιμετωπίσει

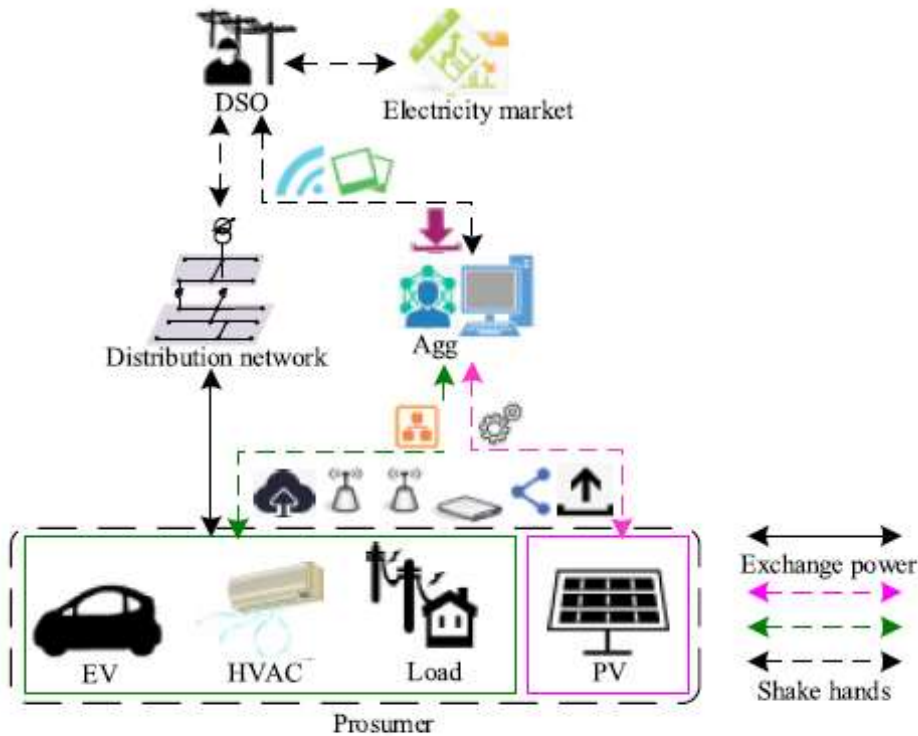
προβλήματα λόγω της μεγάλης επέκτασης, του υψηλού κόστους και του ρυθμού αδράνειας του δικτύου διανομής, τα οποία θα αυξηθούν σημαντικά. Ως εκ τούτου, οι ερευνητές έχουν επικεντρωθεί σε έναν εναλλακτικό τρόπο της χρήσης της ευελιξίας των prosumers που προσφέρει κοινωνικά, περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη. Με τον αυξανόμενο αριθμό prosumers στο δίκτυο διανομής, η δυνατότητα διανομής σταδιακά ενισχύεται. Επιπλέον, όλο και περισσότεροι χρήστες συμμετέχουν στην διαδικασία απόκρισης ζήτησης, ώστε να μειώσουν το κόστος αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Επιπλέον, η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας του Διαδικτύου των πράγματος (IOT), δίνει την δυνατότητα στους prosumers να μπορούν να επικοινωνούν και να αλληλεπιδρούν με άλλους μέσω του Διαδικτύου, να παρακολουθούν και να ελέγχουν εξ αποστάσεως την κατανάλωση τους. Εφαρμογές IOT στο έξυπνο σπίτι, η έξυπνη κατασκευή, το όχημα σε δίκτυο μελετιούνται όλο και περισσότερο. Όλα τα παραπάνω δίνουν την δυνατότητα στον Διαχειριστή Συστήματος Διανομής (Distribution System Operator-DSO) να εκμεταλλευτεί την ευελιξία που προσφέρει ο prosumer. Προκειμένου να ενσωματωθούν οι διαθέσιμοι πόροι και να κάνουν τους αδρανής και μικρού μεγέθους prosumers, με ρύθμιση της χωρητικότητας να συμμετέχουν στον προγραμματισμό του δικτύου διανομής, νέες έννοιες όπως διαχειριστές (συλλέκτες ενέργειας), χειριστές πάρκου και πωλητές ηλεκτρικής ενέργειας έχουν εισαχθεί. Το μέγιστο οικονομικό όφελος υπό την προϋπόθεση της διασφάλισης της ασφαλούς λειτουργίας του δικτύου διανομής, είναι το κλειδί για τη μελέτη της ενεργειακής διαχείρισης των prosumers. Μέχρι στιγμής, η ενεργειακή διαχείριση των prosumers στο υπάρχον δίκτυο διανομής διακρίνεται σε μεθόδους κεντρικής λειτουργίας και αποκεντρωμένης. Η στρατηγική κεντρικής λειτουργίας υλοποιεί η ενεργειακή διαχείριση των DERs με άμεση βελτιστοποίηση του μοντέλου προγραμματισμού για τη λήψη του σήματος ελέγχου ισχύος. Η μέθοδος αποκεντρωμένης λειτουργίας οδηγεί τον μεσάζοντα να βελτιστοποιεί το μοντέλο προγραμματισμού των DER, βασιζόμενος στην τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας. [17]

2.2 ΔΟΜΗ ΑΓΟΡΑΣ ΚΑΙ ΠΛΑΙΣΙΟ ΕΛΕΓΧΟΥ

2.2.1 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΔΟΜΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΑΝΟΜΗΣ

Το δίκτυο διανομής αλλάζει μορφή από απλή διανομή ενέργειας σε ένα νέο τύπο συστήματος ανταλλαγής ενέργειας, το οποίο φέρνει νέες ευκαιρίες και προκλήσεις στην αγορά διανομής ενέργειας. Το παρακάτω σχήμα δείχνει την νέα λειτουργική δομή, η οποία αποτελείται από τους Διαχειριστές συστήματος διανομής (Distribution system Operator-DSO), τους συλλέκτες ενέργειας-aggregators, τους ιδιοκτήτες ηλεκτρικών οχημάτων-EV, τους κατοίκους και άλλους ρόλους της αγοράς στο δίκτυο διανομής. Η διακεκομμένη γραμμή αντιπροσωπεύει τα σήματα επικοινωνίας και ελέγχου, τα οποία ενεργοποιούνται από την τεχνολογία IOT, χρησιμοποιώντας έξυπνους αισθητήρες, ενσωματωμένες ηλεκτρονικές συσκευές κ.λπ. Ο συλλέκτης ενέργειας διαχειρίζεται έναν ορισμένο αριθμό DER's με υψηλή συσχέτιση, που μπορεί να είναι ένα σύμπλεγμα DER's, το οποίο είναι κοντά το ένα στο άλλο σε απόσταση, όπως μια κοινότητα. Ως ενδιάμεσος κρίκος του DSO και των χρηστών, ο συλλέκτης ενέργειας λειτουργεί ως μεσάζων που δέχεται το μήνυμα από τον DSO και ελέγχει την ισχύ των prosumers. Οι πόροι που διαχειρίζεται ο συλλέκτης ενέργειας καλύπτουν κυρίως τους πόρους του χρήστη και τις κατανεμημένες μονάδες παραγωγής από φωτοβολταϊκά. Για τους πόρους του χρήστη, ο συλλέκτης ενέργειας έχει έσοδα, συλλέγοντας τα τέλη διαχείρισης των πόρων των χρηστών. Η συναλλαγή μεταξύ του συλλέκτη ενέργειας και των χρηστών περιλαμβάνει κυρίως την ανάλυση ευελιξίας των πόρων του χρήστη, την εγκατάσταση εξοπλισμού ελέγχου και επικοινωνίας και την παροχή οικονομικών κινήτρων για τους χρήστες. Πρώτον, ο συλλέκτης ενέργειας αξιολογεί το ποσοστό κέρδους του προγραμματισμού των διαθέσιμων πόρων, μελετώντας το ελεγχόμενο πεδίο εφαρμογής της ευελιξίας του φορτίου, τα φυσικά χαρακτηριστικά του εξοπλισμού φορτίου και τους περιορισμούς ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας

των χρηστών. Ο συλλέκτης ενέργειας παρέχει πολύτιμες υπηρεσίες διαχείρισης πόρων στους χρήστες. Δεύτερον, ο συλλέκτης ενέργειας είναι υπεύθυνος για την εγκατάσταση εξοπλισμού



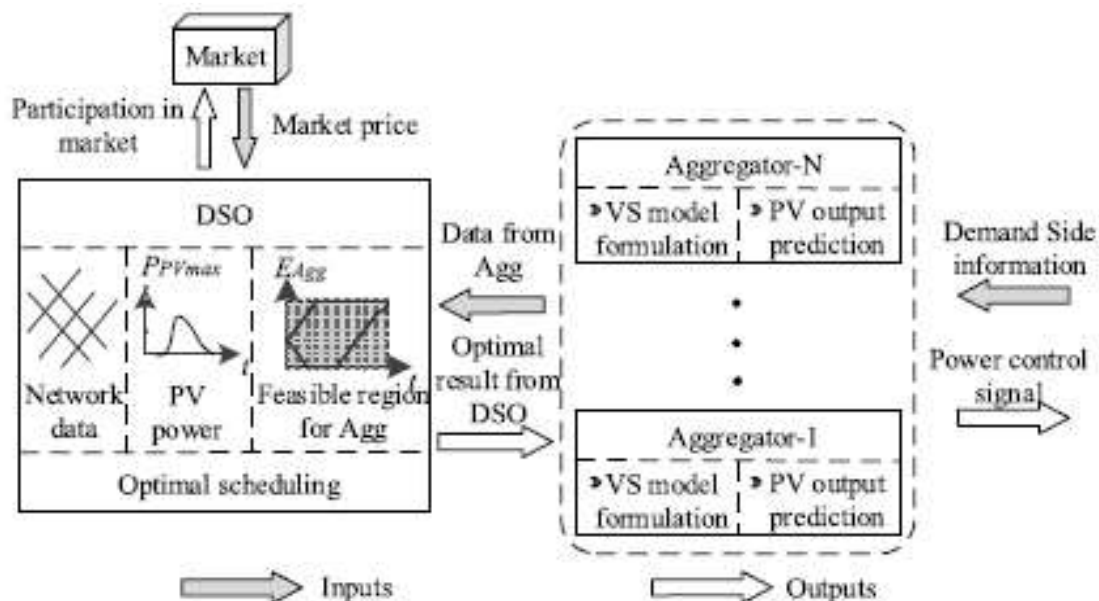
Εικόνα 11-Συνολική δομή συστήματος διανομής

ελέγχου και επικοινωνίας για λήψη δεδομένων από την πλευρά της ζήτησης, εξοπλισμού ελέγχου και την μετάδοση των δεδομένων. Τέλος, η διαχείριση ενέργειας των prosumers απαιτεί από τους χρήστες να παραιτηθούν από ορισμένα δικαιώματα λήψης αποφάσεων, τα οποία θα επηρεάσουν την άνεση τους σε έναν ορισμένο βαθμό. Επομένως, ο συλλέκτης ενέργειας μπορεί να αξιολογήσει την αποτελεσματικότητα της συμμετοχής των prosumers στη διαχείριση ενέργειας, και να ανταμείβει αντίστοιχα ανάλογα με τη μέτρηση ισχύος, μετάδοση πληροφοριών ελέγχου και των συμβάσεων που έχουν υπογράψει οι χρήστες. Η εγκατάσταση Φ/Β στο δίκτυο διανομής έχει αυξηθεί σημαντικά επειδή είναι φιλική προς το περιβάλλον, αλλά και λόγω της ελεύθερης πρόσβασης απαλλαγμένης από γεωγραφικούς περιορισμούς, των άφθονων πόρων και άλλων χαρακτηριστικών. Ωστόσο, η υπερβολική παροχή ενέργειας στο δίκτυο θα οδηγήσει σε προβλήματα της ποιότητας ισχύος, όπως η ροή αναστροφής ισχύος πάνω από ένα όριο. Ο συλλέκτης ενέργειας διαδραματίζει έναν ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στη διασφάλιση της ασφαλούς λειτουργίας του δικτύου διανομής και στην απορρόφηση των ΦΒ με μέγιστα οφέλη μέσω της έξυπνης διαχείρισης των φωτοβολταϊκών πόρων. Ως υπεύθυνος των τοπικά κατανεμημένων ΦΒ, το κύριο καθήκον του συλλέκτη ενέργειας είναι η ασφαλής πρόβλεψη της μέγιστης παραγωγής Φ/Β ισχύος και η πώληση της ενέργειας από Φ/Β στον DSO. Ο συλλέκτης ενέργειας κερδίζει διαχειρίζοντας και ελέγχοντας τα ελεγχόμενα Φ/Β, υπό την αρμοδιότητα του, ώστε να εξασφαλιστεί η ασφαλής λειτουργία του δικτύου διανομής. Ο DSO είναι ο κύριος υπεύθυνος για την ασφαλή και την οικονομική λειτουργία του συστήματος διανομής. Ο DSO διαχειρίζεται και ελέγχει τους prosumers μέσω του διαύλου επικοινωνίας μεταξύ DSO και συλλέκτη ενέργειας. Ο DSO λαμβάνει κυρίως υπόψη την τιμή της αγοράς στη διαχείριση ενέργειας των prosumers. Σύμφωνα με τις πληροφορίες για τις τιμές της αγοράς σε διαφορετικές περιόδους, ο DSO μπορεί να βελτιστοποιήσει τον προγραμματισμό των prosumers, άρα να μετατοπίσει το φορτίο αιχμής για τα παραδοσιακά φορτία. Συνεπώς, ο DSO μειώνει το κόστος επέκτασης του δικτύου διανομής και καθυστερεί την επένδυση επέκτασης.

Ωστόσο, το αποτέλεσμα του προγραμματισμού της ισχύος για τους prosumers με υψηλή ακρίβεια μπορεί να οδηγήσει σε αναστροφή του φορτίου αιχμής λόγω της μαζικής φόρτισης και εκφόρτισης των prosumers, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε συμφόρηση του δικτύου διανομής. Επομένως, ο DSO θα πρέπει να λάβει υπόψη του, τους περιορισμούς του δικτύου και την ευελιξία των prosumers, ώστε να διαμορφώσει την βέλτιστη στρατηγική προγραμματισμού.

2.2.2 ΠΛΑΙΣΙΟ ΕΛΕΓΧΟΥ

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται ένα κεντρικό πλαίσιο διαχείρισης ενέργειας των prosumers, με βάση την επιχειρησιακή δομή που περιγράφηκε παραπάνω. Ο Συλλέκτης ενέργειας απορροφά τις αξιοποιήσιμες πληροφορίες ενέργειας των χρηστών, με βάση το εικονικό μοντέλο αποθήκευσης VS, και τις μεταφέρει στον DSO. Η μέγιστη παρεχόμενη ισχύς των Φ/Β μεταφέρεται, επίσης, στον DSO από τον συλλέκτη ενέργειας. Συνδυάζοντας τους περιορισμούς της αμφίδρομης ροής ισχύος του δικτύου διανομής, ο DSO εφαρμόζει κεντρικό βέλτιστο προγραμματισμό για τους prosumers, και στέλνει τα αποτελέσματα της βελτιστοποίησης των DERs στον συλλέκτη ενέργειας. Ο συλλέκτης ενέργειας ελέγχει τον ηλεκτρικό εξοπλισμό, σύμφωνα με τον παρεχόμενο έλεγχο ισχύος από τον DSO. Η παραπάνω στρατηγική διαχείρισης ενέργειας μπορεί να επιτύχει τη μεγιστοποίηση των κοινωνικών πλεονεκτημάτων, ελαχιστοποιώντας το κόστος των prosumers, υπό την προϋπόθεση της ασφαλούς λειτουργίας δικτύου. Το εικονικό μοντέλο αποθήκευσης VS παρέχει πλεονεκτήματα στην προστασία των προσωπικών δεδομένων των χρηστών και στη μείωση της διάστασιολόγησης των μεταβλητών βελτιστοποίησης. Επομένως, το μοντέλο μπορεί να βελτιώσει την υπολογιστική απόδοση και να εφαρμοστεί σε συστήματα μεγαλύτερης κλίμακας.[17]



Εικόνα 12-Πλαίσιο Ενεργειακής Διαχείρισης Prosumers

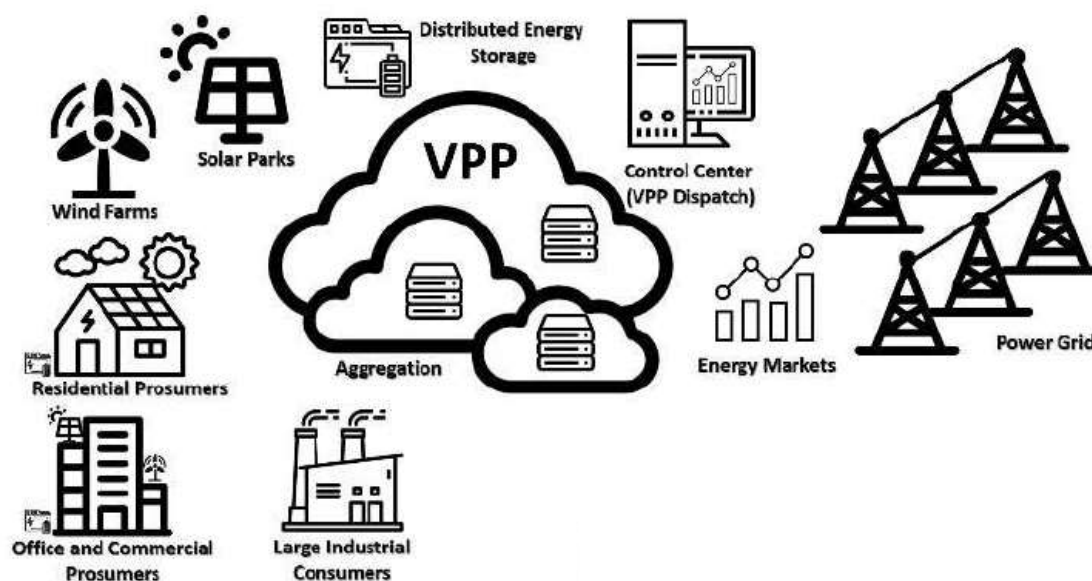
Ο τομέας έξυπνης υποδομής είναι η βασική δομή για τα SG, μελετά την εξέλιξη της τεχνολογίας του εξοπλισμού ισχύος. Αυτός ο τομέας αποτελείται από διαφορετικά συστήματα δικτύου: την παραγωγή ενέργειας, μεταφοράς, διανομής και τον πελάτη. Περιλαμβάνει την κατανάλωση, την κατανεμημένη παραγωγή και τα υποσυστήματα αποθήκευσης. Με την εμφάνιση των SG, που παρέχουν αμφίδρομη ροή ενέργειας και πληροφοριών, μια πιο έξυπνη παροχή κοινής ωφέλειας έχει γίνει διαθέσιμη στους πελάτες. Τα SG υποστηρίζουν την ενσωμάτωση των DER, οι οποίοι συχνά είναι τεχνολογίες μικρής κλίμακας παραγωγής ενέργειας (συνήθως από 3kW έως 10.000kW). Η κατανεμημένη παραγωγή προωθεί την

ανάπτυξη νέων τεχνολογιών έξυπνου δικτύου όπως η Εικονική μονάδα παραγωγής ενέργειας (VPP), τα Μικροδίκτυα και το Όχημα σε δίκτυο (Vehicle to Grid, V2G).

2.2.3 VPP - Εικονική μονάδα παραγωγής ενέργειας

Κατά την βιβλιογραφία, η VPP αποτελεί «μια τεχνολογία πολλών μικρών κατανεμημένων ενεργειακών πόρων». Η VPP διαχειρίζεται μια μεγάλη ομάδα κατανεμημένων παραγωγών με συνολική χωρητικότητα ανάλογη με εκείνη ενός συνηθισμένου σταθμού ηλεκτροπαραγωγής. [24]

Ένα VPP μπορεί να οριστεί ως «ένα σύμπλεγμα διάσπαρτων μονάδων παραγωγής, ευέλικτων φορτίων και συστημάτων αποθήκευσης, που ομαδοποιούνται ώστε να λειτουργούν ως ενιαία οντότητα» [22]. Η έννοια του VPP είναι τεχνική, και προσθέτει αξία στην «διαχειριστική» διαδικασία συλλογής ενέργειας, που βασίζεται στη συλλογή δεδομένων από όλους τους παραγωγούς (κατανεμημένη παραγωγή), τους καταναλωτές (ευέλικτα φορτία) και τους prosumers και στον έλεγχο των δυνατοτήτων όλων των παραπάνω οντοτήτων, χρησιμοποιώντας διαφορετικές υπηρεσίες λογισμικού στην πλατφόρμα συλλογής, με αποτέλεσμα το σύμπλεγμα των οντοτήτων να μετατρέπεται σε VPP. Το VPP συλλέγει την παραγωγή και/ή δεδομένα κατανάλωσης από όλους τους συμμετέχοντες και λειτουργεί ως ενιαία οντότητα, με δυνατότητα συμμετοχής σε πολλές αγορές ενέργειας με βάση την δυνατότητα παραγωγής/κατανάλωσης. [22]



Εικόνα 13-VPP, Virtual Power plant

Στο παραπάνω σχήμα φαίνεται η γενική ιδέα του VPP, όπου αιολικά πάρκα, ηλιακά πάρκα, κατανεμημένες μονάδες αποθήκευσης ενέργειας και μεγάλες βιομηχανικές εγκαταστάσεις, που χρησιμοποιούνται ως ευέλικτα φορτία, συγκεντρώνονται μαζί με οικιακούς prosumers και εμπορικούς prosumers. [22]

Για την δημιουργία ενός VPP, δεν αρκεί η συγκέντρωση των δεδομένων παραγωγής και κατανάλωσης από οικιακούς και εμπορικούς prosumers. Διάφορα λογισμικά υπηρεσιών θα πρέπει να συνεργαστούν, όπως:

- Χρήση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο και ιστορικών δεδομένων που συλλέγονται από το περιβάλλον:

- Οι προγνώσεις καιρού πρέπει να δημιουργούνται με στατιστικά δεδομένα και μεθόδους μηχανικής μάθησης (ML - machine learning), χρησιμοποιώντας μετεωρολογικά δεδομένα ως πηγές εισόδου
- Χρήση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο και ιστορικών δεδομένων που συλλέγονται από την αγορά ενέργειας:
 - Οι προβλέψεις αγοράς πρέπει να δημιουργούνται με στατιστικά δεδομένα και μεθόδους μηχανικής μάθησης (ML - machine learning), χρησιμοποιώντας δεδομένα της αγοράς ενέργειας ως πηγές εισόδου
- Χρήση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο και ιστορικών δεδομένων που συλλέγονται από τους prosumers:
 - Οι προβλέψεις ζήτησης πρέπει να δημιουργούνται με στατιστικά δεδομένα και μεθόδους μηχανικής μάθησης (ML - machine learning), χρησιμοποιώντας προηγούμενες (αν υπάρχουν) ή εκτιμώμενα δεδομένα κατανάλωσης ως πηγές εισόδου. Οι προβλέψεις ζήτησης χωρίζονται σε δύο διαφορετικές κατηγορίες φορτίων προς εξυπηρέτηση: αυτά εντός του VPP και τα εξωτερικά.
 - Οι προβλέψεις παραγωγής πρέπει να δημιουργούνται με στατιστικά δεδομένα και μεθόδους μηχανικής μάθησης (ML), χρησιμοποιώντας προβλέψεις καιρού, προβλέψεις αγοράς και προβλέψεις ζήτησης σαν δεδομένα εισόδου.

Οι προαναφερθείσες προβλέψεις χρησιμοποιούνται όχι μόνο για ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ τους αλλά και σαν δεδομένα εισόδου για τον επεξεργαστή της αγοράς και τον επεξεργαστή λειτουργίας, οι οποίοι κάνουν τις απαραίτητες ενέργειες αγοράς και λειτουργίας. Τα σήματα αγοράς και λειτουργίας (δηλαδή σήματα αγοράς ή σήματα λειτουργίας για απόκριση ζήτησης) ελέγχονται από τον επεξεργαστή της αγοράς και τον επεξεργαστή λειτουργίας.

Αν το VPP λειτουργεί με βάση όλες τις προβλέψεις, ο επεξεργαστής λειτουργίας θα προετοιμάσει τις ενέργειες λειτουργίας που είναι απαραίτητες για την συγκέντρωση του απαραίτητου ποσού παραγωγής, για όλα τα χρονικά διαστήματα εντός της ημέρας της συναλλαγής. Τα δεδομένα, σε πραγματικό χρόνο, που σχετίζονται με τον καιρό, την αγορά, την κατανάλωση και η παραγωγή μπορούν να βελτιώσουν τις εκτιμήσεις, και άρα οι επεξεργαστές της αγοράς και της λειτουργίας ενημερώνονται αναλόγως. Αν ένας φορέας εκμετάλλευσης διαχειρίζεται την προσφορά σε μια συγκεκριμένη αγορά ενέργειας, ο επεξεργαστής της αγοράς θα είναι σε θέση να τον υποστηρίξει με διαφορετικά είδη πληροφοριών σχετικά με την αγορά, κ.λπ. Το VPP θα πρέπει να λειτουργεί ως συμβατικός σταθμός ηλεκτροπαραγωγής σε άμεση σχέση με τον DSO/TSO. Αν ο διαχειριστής του δικτύου απαιτεί μια συγκεκριμένη ενέργεια (όπως, αύξηση ή μείωση του επιπέδου παραγωγής σε ένα ορισμένο επίπεδο), ο επεξεργαστής λειτουργίας, με βάση όλα τα δεδομένα πρόβλεψης που διαθέτει και του σήματος λειτουργίας, θα βρει τον καλύτερο συνδυασμό παραγωγής και ενεργειών φορτίου για την εκπλήρωση ενός τέτοιου αιτήματος.[22]

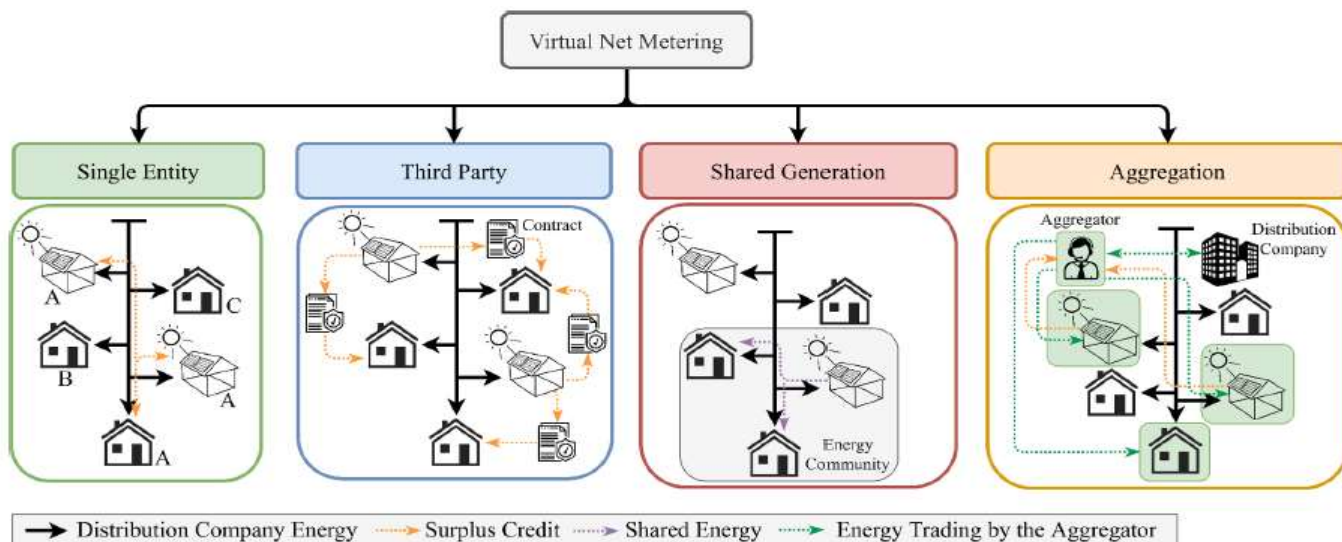
Κατά την βιβλιογραφία υπάρχουν δύο αρχιτεκτονικές διαχείρισης VPP, η κεντρική και η αποκεντρωμένη. Στην πιο συνηθισμένη κεντρική αρχιτεκτονική, οι διασυνδεδεμένες στο δίκτυο καταναμημένες πηγές ενέργειας, ελέγχονται μέσω ενός κεντρικού ελεγκτή. Ο κεντρικός ελεγκτής είναι υπεύθυνος για την συγκέντρωση των πληροφοριών σχετικά με την ροή ενέργειας, την ανάλυσή τους και λήψη αποφάσεων ούτως ώστε να επιτύχει τον έλεγχο των prosumers στο VPP [18]. Αντίθετα, στην αποκεντρωμένη αρχιτεκτονική, οι DERs λειτουργούν ανεξάρτητα, χωρίς τη συμμετοχή του κεντρικού ελεγκτή. Τα VPP αλληλεπιδρούν, διαπραγματεύονται και συνεργάζονται με άλλους συμμετέχοντες του δικτύου κοινής ωφέλειας, ώστε να καταστεί δυνατός ο κοινός συντονισμός, σχετικά τη χρήση ενέργειας εντός της ομάδας των κατοικιών και έτσι επιτυγχάνεται βελτιωμένη συνολική ενεργειακή απόδοση. Ολόκληρη η ομάδα των DERs επιτυγχάνουν την συγκέντρωση της απαραίτητης ποσότητας ενέργειας, ώστε να εξασφαλίσουν την συμμετοχή τους στην αγορά ενέργειας. Σε αυτές τις απλές ομάδες prosumers, εμπεριέχονται prosumers με ποικίλες συμπεριφορές (διαφορετικές πηγές ενέργειας, διαφορετικές ποσότητες ενέργειας που παρέχονται στο δίκτυο, κ.λπ.), και συλλέγουν όλοι μαζί

την ποσότητα ενέργειας που θα δοθεί στο δίκτυο. Με αυτό τον τρόπο, η ομάδα των prosumers καταφέρνουν να συγκεντρώσουν την ελάχιστη ποσότητα ενέργειας που ζητείται από τις εταιρείες κοινής ωφέλειας με λιγότερη προσπάθεια σε σύγκριση με τους μεμονωμένους prosumers. Ωστόσο, επειδή αυτές οι ομάδες δεν έχουν ένα κοινό ενεργειακό στόχο, σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να αποτύχουν να επιτύχουν το ελάχιστο ενεργειακό όριο που είναι αποδεκτό από τον πάροχο κοινής ωφέλειας.[24]

Υπάρχουν διαφορετικά πλαίσια διαχείρισης της ενέργειας που καταναλώνεται και παράγεται από Prosumers. Στο VPP υπάρχει ο συλλέκτης ενέργειας των βιομηχανιών, των επιχειρήσεων και των κατοίκων. Ο συλλέκτης έχει τη διαχείριση ζήτησης, τον έλεγχο της αγοράς της κοινότητας ή του προγράμματος των πόρων ενέργειας. Τα VPP είναι οντότητες ελέγχου σε πραγματικό χρόνο, στην χονδρική αγορά και στο δίκτυο. Οι εικονικοί σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής VPP διαθέτουν ένα Σύστημα Διαχείρισης Ενέργειας (EMS), το οποίο είναι υπεύθυνο για τη διαχείριση και τον έλεγχο της ροής φορτίου, και την μεταφορά της αποκεντρωμένης ενέργειας σε ένα μοντέλο P2P. Η παρακολούθηση ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται από το VNM, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Το VNM χρησιμοποιείται για τη ρύθμιση των συναλλαγών ενέργειας, επιτρέποντας την κοινή χρήση της παραγωγής, όπου διαφορετικές οντότητες χρησιμοποιούν την ίδια παραγωγή ενέργειας. Υπάρχουν τέσσερις τύποι πλαισίου για την περιγραφή των μοντέλων εικονικής μέτρησης σε ένα VPP. Στην μεμονωμένη οντότητα υπάρχει μόνο ένα μέσο για την εικονική μεταφορά ενέργειας μεταξύ των εγκαταστάσεων του. Αποτελείται από πολλές μονάδες καταναλωτών και τουλάχιστον μία από αυτές έχει κατανεμημένη παραγωγή (DG). Όταν υπάρχει πλεόνασμα παραγωγής, δίνεται στις άλλες ιδιοκτησίες. Το μοντέλο μέτρησης τρίτου παρόχου αποτελείται από μεταφορά ενέργειας μεταξύ δύο διαφορετικών μερών. Ένας Prosumer μπορεί να δώσει το πλεόνασμα ενέργειας σε άλλο καταναλωτή μέσω μιας σύμβασης εμπορίου ενέργειας σε σημείο του δικτύου, το οποίο διαχειρίζεται ένας πάροχος υπηρεσιών. Αυτό το μοντέλο είναι γνωστό ως εμπόριο ενέργειας P2P. Από την άλλη, το πλαίσιο κοινής χρήσης παραγωγής αφορά ένα σύνολο από οντότητες που μοιράζονται την παραγωγή τους και, ως εκ τούτου, η παραγωγή διανέμεται μεταξύ τους. Σε αυτήν την περίπτωση, το σύστημα παραγωγής μπορεί να είναι συλλογικό ή να ανήκει σε τρίτο. Στο μοντέλο του τρίτου παρόχου, υπάρχει σύμβαση μεταξύ του Prosumer που θέλει να δώσει την πλεονάζουσα ενέργεια και του καταναλωτή που πληρώνει για να λάβει το πλεόνασμα. Στο μοντέλο κοινής παραγωγής δημιουργείται μια ενεργειακή κοινότητα που παράγει ενέργεια και τη διανέμει στους καταναλωτές, που εμπλέκονται με ισότιμο τρόπο, όπως σε μια πολυκατοικία. Τέλος, το συλλογικό πλαίσιο αφορά πολλαπλά μέρη συγκεντρωμένα σε ένα δίκτυο. Οι παραγωγοί που συλλέγουν ενέργεια, εμπορεύονται τη παραγωγή τους μέσω του συλλέκτη ενέργειας. Ο συλλέκτης είναι μια κεντρική οντότητα, που ενεργεί ως διαμεσολαβητής της αγοράς ή να αναδιανέμει το πλεόνασμα ενέργειας στους καταναλωτές, που αποτελούν μια πλατφόρμα VPP ή μια πλατφόρμα συγκέντρωσης λιανικής πώλησης. Με άλλα λόγια, ο συλλέκτης αγοράζει ενέργεια σε λιανική ή χονδρική και την εμπορεύεται στα υπόλοιπα μέρη του τοπικού δικτύου. Επιπλέον, ο συλλέκτης ενέργειας μπορεί να πωλά την πλεονάζουσα ενέργεια από τα μέρη του δικτύου του σε άλλους καταναλωτές στο δίκτυο διανομής.

Κάθε πλαίσιο VNM έχει διαφορετικά αποτελέσματα στα προγράμματα DR. Το μοντέλο μεμονωμένης οντότητας δεν αλλάζει τη βάση του DR για κάθε χρήστη του δικτύου, εφόσον μόνο η πλεονάζουσα ενέργεια μεταφέρεται μεταξύ των καταναλωτών, μειώνοντας το λειτουργικό κόστος χωρίς να επεμβαίνει στην κατανάλωση. Από την άλλη πλευρά, στο μοντέλο τρίτου παρόχου, επίσης, δεν αλλάζει η βασική γραμμή DR για κάθε μονάδα καταναλωτή. Ωστόσο, σε αυτό το μοντέλο, υπάρχουν συναλλαγές P2P, οι οποίες έχουν περισσότερα οφέλη για τους καταναλωτές από τη συμμετοχή σε προγράμματα DR. Με αυτόν τον τρόπο, οι ρυθμιστικές αρχές της αγοράς θα πρέπει να μελετήσουν προσεκτικά ή να

εξετάσουν την τιμή του προσφερόμενου φορτίου, ώστε να κάνουν τα προγράμματα DR ενδιαφέροντα για καταναλωτές που έχουν διμερείς συμβάσεις. Στα μοντέλα κοινής παραγωγής και συγκέντρωσης ενέργειας, οι τελικοί χρήστες συμμετέχουν σε προγράμματα DR της αγοράς, όπου ο κανονισμός επιτρέπει μόνο μεγάλους καταναλωτές που προσφέρουν ευελιξία φορτίου, οι μικροί καταναλωτές οργανώνονται σε ομάδες και ενώσεις, για να φτάσουν το κατώτατο όριο και να συμμετάσχουν στο πρόγραμμα. Σε αυτό το πλαίσιο, υπολογίζεται το καθαρό άθροισμα της κατανάλωσης που προσφέρεται από την ενεργειακή κοινότητα ή από τον συλλέκτη στο πρόγραμμα DR.



Εικόνα 14-Πλαίσια Virtual Net Metering

2.2.4 Μικροδίκτυα

Τα μικροδίκτυα αποτελούνται από μια τοπική ομάδα παραγωγών ηλεκτρικής ενέργειας, αποθήκες ενέργειας και φορτία. Παρόμοια με το κύριο δίκτυο, αυτό το μικρής κλίμακας δίκτυο παράγει, διανέμει και ρυθμίζει τη ροή ηλεκτρικής ενέργειας στους καταναλωτές, τοπικά. Φαίνεται παρόμοιο με το VPP, αλλά έχει βασικές διαφορές: τα μικροδίκτυα είναι μικρότερα σε μέγεθος και η λειτουργία τους γίνεται τοπικά, ενώ τα VPP μπορεί να ποικίλουν από μικρά έως μεγάλα μεγέθη και να ακολουθούν την παραδοσιακή εμπορική στρατηγική ενέργειας σε μεγάλη κλίμακα. Ένα σημαντικό πλεονέκτημα των μικροδικτύων έναντι των VPP είναι το μειωμένο κόστος συναλλαγής ως αποτέλεσμα της μείωσης του ενδιάμεσων μερών.

2.2.5 V2G, Vehicle to Grid, Grid to Vehicle

Το όχημα σε δίκτυο (V2G) ή το δίκτυο στο όχημα (G2V) αντιστοιχεί στην σύνδεση των ηλεκτρικών οχημάτων (EV), όπως είναι τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα (BEV) και τα διασυνδεδεμένα υβριδικά οχήματα (PHEV), τα οποία καταναλώνουν ενέργεια μέσω του SG. Η μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας μεταξύ του δικτύου και των οχημάτων γίνεται μέσω των μπαταριών, οι οποίες χρησιμοποιούνται ώστε να επιτρέψουν την ροή ενέργειας από το όχημα στο δίκτυο και πίσω. Για να λειτουργήσει το σύστημα, το όχημα πρέπει να διαθέτει: μια σύνδεση με το δίκτυο για τη ροή ηλεκτρικής ενέργειας, έλεγχο επικοινωνίας με τον διαχειριστή του δικτύου και συστήματα ελέγχου και μέτρησης επί του οχήματος.

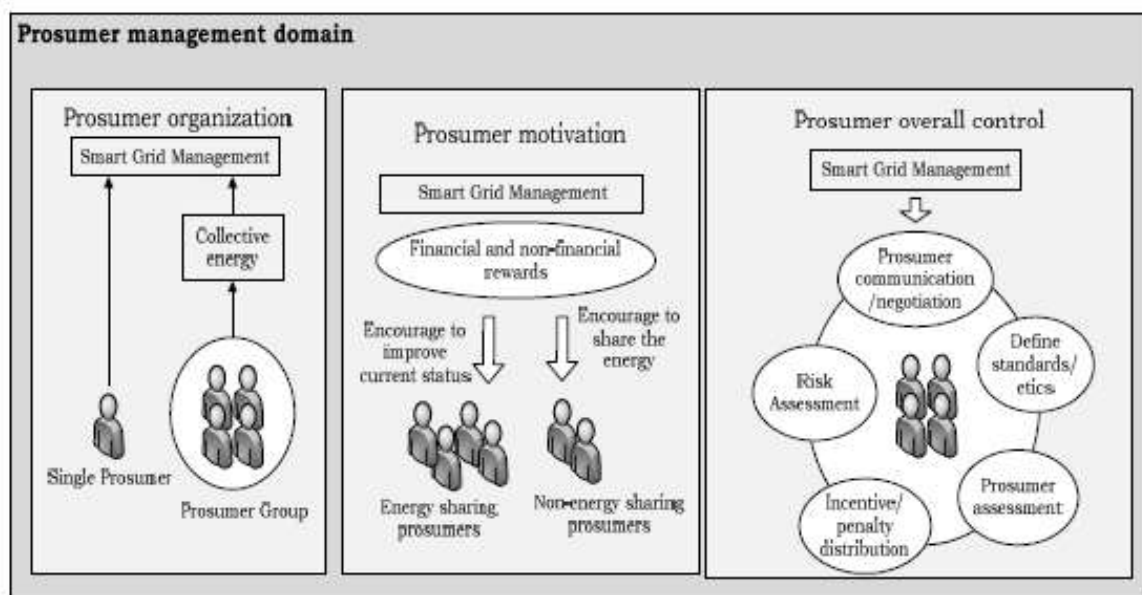
2.3 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ PROSUMER (PM)

Ο τομέας συμμετοχής και διαχείρισης των Prosumer βοηθά στην δημιουργία μιας βιώσιμης και σταθερής βάσης Prosumer εντός του SG.

Παρακάτω αναλύονται τρεις διαφορετικές πτυχές.

1. Οργάνωση Prosumer,
2. Κίνητρα Prosumer και
3. Συνολικός έλεγχος του Prosumer.

Το παρακάτω σχήμα απεικονίζει τον τομέα διαχείρισης Prosumer.



Εικόνα 15-Πτυχές Διαχείρισης Prosumer

2.3.1 ΟΡΓΑΝΩΣΗ PROSUMERS

Κατά την οργάνωση και την προσάρτηση των Prosumers στο SG, η πρώτη απαίτηση είναι ο σαφής προσδιορισμός και η συνολική ανάλυση ενεργειακών συμπεριφορών και ενδιαφερόντων/προτιμήσεων των Prosumers, τα οποία επηρεάζουν τη διαδικασία κοινής χρήσης ενέργειας. Αυτές οι πληροφορίες συλλέγονται είτε απευθείας μέσω άμεσης επαφής με Prosumers είτε μη απευθείας από την παρατήρηση των έξυπνων μετρητών μακροπρόθεσμα. Η συμπεριφορά των χρηστών έχει μεγάλη ποικιλομορφία. Κατά την βιβλιογραφία υπάρχουν τρεις πτυχές της ανθρώπινης συμπεριφοράς: η προσωπική, η συμπεριφορική και η συμφραζόμενη, και υπό αυτό το πρίσμα θα εξεταστεί και η συμπεριφορά των Prosumers. Σύμφωνα με μελέτη [14], ο «προσωπικός τομέας» περιλαμβάνει τις βασικές αξίες, τις πεποιθήσεις και τα κίνητρα των Prosumers. Ο «τομέας συμπεριφοράς» περιέχει μεταβλητές, που αποτυπώνουν το επίπεδο δέσμευσης και την ευελιξία των Prosumers να μετατοπίσουν την ενεργειακή τους χρήση εκτός των ωρών αιχμής. Τέλος, ο «τομέας με βάση τα συμφραζόμενα» περιέχει μια σειρά από χαρακτηριστικά, όπως το υπόβαθρο του ατόμου (πολιτιστικό, οικονομικό, εκπαιδευτικό), την κατάσταση (ιδιοκτησίες κ.λπ...), το οικονομικό πλαίσιο (εισόδημα), το κοινωνικό πλαίσιο (κανόνες και κανονισμοί) και το περιβαλλοντικό πλαίσιο (καιρός). Κατηγοριοποιώντας την συμπεριφορά των Prosumers μπορούμε να επιλέξουμε τους κατάλληλους Prosumers, ώστε να γίνει η κοινή χρήση ενέργειας. Μετά την επιλογή των κατάλληλων Prosumers, οργανώνονται και προσαρτώνται στη διαδικασία κοινής χρήσης ενέργειας. Υπάρχουν δύο κύριοι τρόποι συμμετοχής των Prosumers στην κοινή χρήση ενέργειας στο SG:

1. Οργάνωση των Prosumers ως μεμονωμένες οντότητες: η προσάρτηση του μεμονωμένου Prosumer διευκολύνει την άμεση κοινή χρήση ενέργειας μεταξύ των Prosumers και του δίκτυο κοινής ωφέλειας, και οι αποφάσεις για την κοινή χρήση ενέργειας γίνονται με βάση τις ατομικές πεποιθήσεις. Ένα από τα κύρια μειονεκτήματα

της συμμετοχής του μεμονωμένου Prosumer είναι ότι, στις περισσότερες περιπτώσεις, ο μεμονωμένος Prosumer δεν είναι παράγει αρκετή ενέργεια, που να του παρέχει την διαπραγματευτική ικανότητα, και ως εκ τούτου θα πρέπει να συμβιβαστεί με μια χαμηλή τιμή κιλοβατώρας. Επιπλέον, ορισμένοι μεμονωμένοι Prosumers ενδέχεται να μην καταφέρουν να παράξουν την ελάχιστη ποσότητα ενέργειας που ζητείται από τις εταιρείες κοινής ωφέλειας, και σαν αποτέλεσμα μένουν έξω από την διαδικασία κοινής χρήσης ενέργειας.

2. Οργάνωση των Prosumers σε ομάδες: Μια άλλη μέθοδος είναι η σύνδεση μιας ομάδας Prosumers στο δίκτυο κοινής ωφέλειας. Στην δημοπρασία ενέργειας, η ομάδα εκμεταλλεύεται τα πλεονεκτήματα των VPP ή των Μικροδικτύων. Στη βιβλιογραφία, οι Prosumers ομαδοποιούνται με τυχαίο τρόπο. Στις ομάδες οι Prosumers παράγουν μεμονωμένα την ενέργεια και την πωλούν συλλογικά στο SG. Αυτό δίνει την δυνατότητα στους Prosumers να συλλέξουν την απαραίτητη ποσότητα ενέργειας για να εξασφαλίσουν την συμμετοχή τους στην αγορά ενέργειας, καθώς και υψηλότερη διαπραγματευτική δύναμη. Σε σύγκριση με την μέθοδο μεμονωμένης συμμετοχής Prosumers, οι ομάδες Prosumers επιτυγχάνουν την τήρηση των ελάχιστων ενεργειακών ορίων.

Ωστόσο, οι υπάρχουσες ομάδες Prosumers παρουσιάζουν κάποιες ελλείψεις, που εμποδίζουν τη μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα της διαχείρισης των Prosumers. Για παράδειγμα, ένα από τα κύρια μειονέκτημα είναι ότι οι συμβατικές ομάδες Prosumers δημιουργούνται συλλέγοντας Prosumers κατά τυχαίο τρόπο. Για παράδειγμα, οι Prosumers στην ίδια ομάδα μπορεί να παρουσιάζουν τεράστια ποικιλομορφία (διαφορετικές ποσότητες ενέργειας που παρέχουν στο δίκτυο, ποικίλες προτιμήσεις και ενδιαφέροντα, κ.λπ.). αυτές οι ποικίλες συμπεριφορές, εντός της ίδιας ομάδας, οδηγούν σε διαφωνίες μεταξύ των prosumers, με αποτέλεσμα τα μέλη να εγκαταλείψουν τις ομάδες. Ως εκ τούτου, η μακροπρόθεσμη σταθερότητα και βιωσιμότητα τέτοιων ομάδων prosumers είναι αμφισβητήσιμες. Ένα άλλο μειονέκτημα του των ομάδων prosumers είναι η έλλειψη προσανατολισμού στον στόχο. Αυτό μπορεί να ενθαρρύνει τυχαία πρότυπα παροχής ενέργειας στο δίκτυο από μια ομάδα, με αποτέλεσμα τη μη εγγυημένη και αβέβαιη παροχή ενέργειας. Για παράδειγμα, η ομάδα που πληροί τις ενεργειακές απαιτήσεις του δικτύου κοινής ωφέλειας σε μία συναλλαγή, υπάρχει πιθανότητα να αποτύχει να πετύχει τον ίδιο στόχο σε επόμενη συναλλαγή.

Μία από τις πρόσφατες εξελίξεις στην ομαδοποίηση prosumers είναι η δημιουργία κοινοτικών ομάδων prosumers (Prosumer Communities). Η έννοια της στοχοπροσηλωμένης κοινοτικής ομάδας prosumers είναι μια βελτιωμένη μέθοδος ομαδοποίησης prosumers. Παρόμοια με τον γνωστό ορισμό της «κοινότητας», στις κοινοτικές ομάδες prosumer, οι prosumers που έχουν κοινές ενεργειακές συμπεριφορές και ενδιαφέροντα, οργανώνονται μαζί ώστε να επιτευχθεί υψηλότερη συλλογική ποσότητα ενέργειας, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα. Οι κοινές ενεργειακές συμπεριφορές μπορεί να είναι ίδια παραγόμενη ποσότητα πράσινης ενέργειας ή/και χρήση των ίδιων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, κ.λπ. Όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα, οι κοινοτικές ομάδες prosumer αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και με το δίκτυο κοινής ωφέλειας μέσω ενός κοινού σημείου της κοινότητας, το οποίο είναι ένας έξυπνος διαμεσολαβητής, που ενώνει το δίκτυο κοινής ωφέλειας με έξυπνες συσκευές του κάθε καταναμημένου ενεργειακού πόρου, που ανήκει σε μια κοινοτική ομάδα. Επιπλέον, οι κοινοτικές ομάδες διαχειρίζονται από μια κεντρική πλατφόρμα λειτουργίας, που ονομάζεται πλατφόρμα διαχείρισης κοινότητας. Οι κοινοτικές ομάδες εμπνέονται για την επίτευξη ενός προκαθορισμένου κοινού στόχου (π.χ της ενέργειας που απαιτείται για την απόκτηση υψηλότερης διαπραγματευτικής ικανότητας στην αγορά ενέργειας, κλπ.).

Μια κοινότητα prosumers που είναι στοχοπροσανατολισμένη είναι αποτελεσματική στην επίτευξη βιώσιμης ανταλλαγής ενέργειας. Τα ενεργειακά δίκτυα μπορεί να έχουν πολλαπλούς αντικρουόμενους στόχους, όπως την εκπλήρωση των ενεργειακών απαιτήσεων για εξωτερικούς πελάτες και ομάδες prosumers, αυξάνοντας το εισόδημα και μειώνοντας το

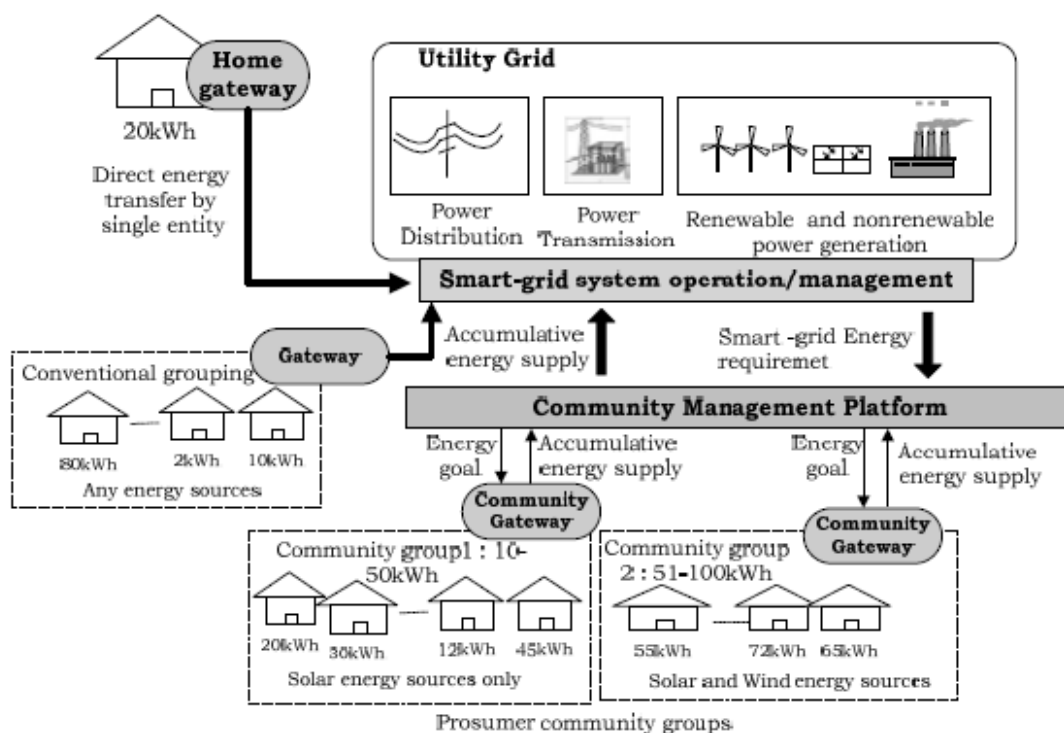
κόστος. Ένα στοχοπροσανατολισμένο PCG στοχεύει στη μεγιστοποίηση της καταναεμημένης παραγωγής, στη βελτιστοποίηση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, στην ελαχιστοποίηση των απωλειών και στην αύξηση των εσόδων, διατηρώντας έτσι την αποτελεσματική ανταλλαγή ενέργειας. Τα προφίλ συμπεριφοράς των prosumers και οι γεωγραφικές δομές επηρεάζουν τον σχηματισμό των PCG [16]

Σε σύγκριση με τις προηγούμενες μεθόδους ομαδοποίησης prosumers, αυτή η έννοια είναι πιο ωφέλιμη από την προοπτική της διαχείρισης των prosumers στη διαδικασία κοινής χρήσης ενέργειας. Σε αντίθεση με τις συμβατικές ομάδες prosumers, οι ομάδες κοινοτήτων prosumers ιδρύονται συγκεντρώνοντας prosumers από διαφορετικές τοποθεσίες, αλλά έχοντας παρόμοια ενεργειακά ενδιαφέροντα και ενεργειακές συμπεριφορές, που μειώνει τις διαφωνίες μεταξύ των μελών της ομάδας και κάνει την εποπτεία της ομάδας ευκολότερη, ειδικά σε σενάρια όπως διανομή κινήτρων/ποιών. Επιπλέον, έχοντας ένα κοινό στόχο κινητοποιεί όλα τα μέλη της ομάδας προς τον στόχο, ο οποίος εγγυάται την ποσότητα ενέργειας που παρέχεται στο δίκτυο μακροπρόθεσμα. Συνολικά, όσο πιο βιώσιμες είναι οι ομάδες κοινοτήτων prosumers τόσο πιο δυναμικό ρόλο θα διαδραματίσουν σε σύγκριση με τις υφιστάμενες οργανώσεις ομάδων prosumers, στην αλληλεπίδραση με τους μεγάλους παίκτες (πάροχοι κοινής ωφέλειας).[14]

Όταν οι prosumers ομαδοποιούνται με βάση την συμπεριφορά κοινής χρήσης ενέργειας και έχουν ένα κοινό στόχο, όπως η παραγωγή επαρκούς ποσότητας ενέργειας που θα επέτρεπε υψηλότερο τιμολόγιο, σχηματίζουν κοινότητες ομάδων prosumers (PCG). Ως εκ τούτου, ο όρος «κοινότητα ομάδων prosumers (PCG)» αναφέρεται «ένα δίκτυο prosumers, που έχουν σχετικά παρόμοια συμπεριφορά κοινής χρήσης ενέργειας, που προσπαθούν να επιδιώξουν έναν αμοιβαίο στόχο και ανταγωνίζονται από κοινού στην αγορά ενέργειας». Το βασικό πλεονέκτημα αυτής της προσέγγισης είναι ότι αυξάνει αξιόπιστα τη συσσωρευμένη ποσότητα ενέργειας που θα δημοπρατηθεί ή θα πωληθεί στην αγορά ενέργειας, επιτυγχάνοντας έτσι σχετικά υψηλότερη ενέργεια διαπραγμάτευσης σε σύγκριση με τους μεμονωμένους prosumers ή τις τυχαίες ομάδες prosumers, και έτσι δημιουργείται μια πιο βιώσιμη διαδικασία κοινής χρήσης ενέργειας. Ως αποτέλεσμα, οι μικροί παίκτες (prosumers) έχουν την ίδια διαπραγματευτική δύναμη με τους μεγάλους παίκτες (παρόχους) και εξαλείφουν το χάσμα μεταξύ τους.

Σε ένα τέτοιο δίκτυο κοινής χρήσης ενέργειας που βασίζεται στην κοινότητα, τα PCG αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και με το δίκτυο διαμέσου της πύλης της κοινότητας, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Η πύλη της κοινότητας αναφέρεται σε έναν έξυπνο διαμεσολαβητή που γεφυρώνει το δίκτυο με τις έξυπνες πύλες των καταναεμημένων ενεργειακών πόρων, που ανήκουν στην ομάδα της κοινότητας, προκειμένου να επιτευχθεί ο κοινός στόχος που βασίζεται στα ενδιαφέροντα και τις πολιτικές της ομάδας της κοινότητας. Η έξυπνη αποθήκευση, από την άλλη πλευρά, αντιπροσωπεύει μια φυσική εγκατάσταση αποθήκευσης που μπορεί να αποθηκεύσει την προσωρινά αχρησιμοποίητη ηλεκτρική ενέργεια, η οποία στη συνέχεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κατανάλωση ενέργειας των prosumers του ίδιου PCG, όπου απαιτείται. Ένα τέτοιο δίκτυο κοινής χρήσης ενέργειας, βασισμένο στην κοινότητα, μπορεί να διαχειριστεί από μία κεντρική πλατφόρμα λειτουργίας, που ονομάζεται πλατφόρμα διαχείρισης κοινότητας. Ωστόσο, η επίτευξη ενός βιώσιμου PCG περιλαμβάνει την αντιμετώπιση πολλών κοινωνικο-τεχνικών προκλήσεων όπως ο σχηματισμός, η αξιολόγηση της ενεργειακής συνεισφοράς και η διανομή των κινήτρων. [15]

Η ομαδοποίηση των prosumers που έχουν παρόμοιες συμπεριφορές κοινής χρήσης ενέργειας και ο σχηματισμός λειτουργικών PCG μπορεί να εφαρμοστεί και να προσφέρει πλεονεκτήματα σε οποιοδήποτε γεωγραφικό πλαίσιο, όπως πόλεις και αγροτικές περιοχές, και είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική σε απομακρυσμένες περιοχές που δεν διαθέτουν άφθονους ενεργειακούς πόρους και έχει τεράστιο κόστος και δυσκολίες η μεταφορά ενέργειας για την ικανοποίηση των

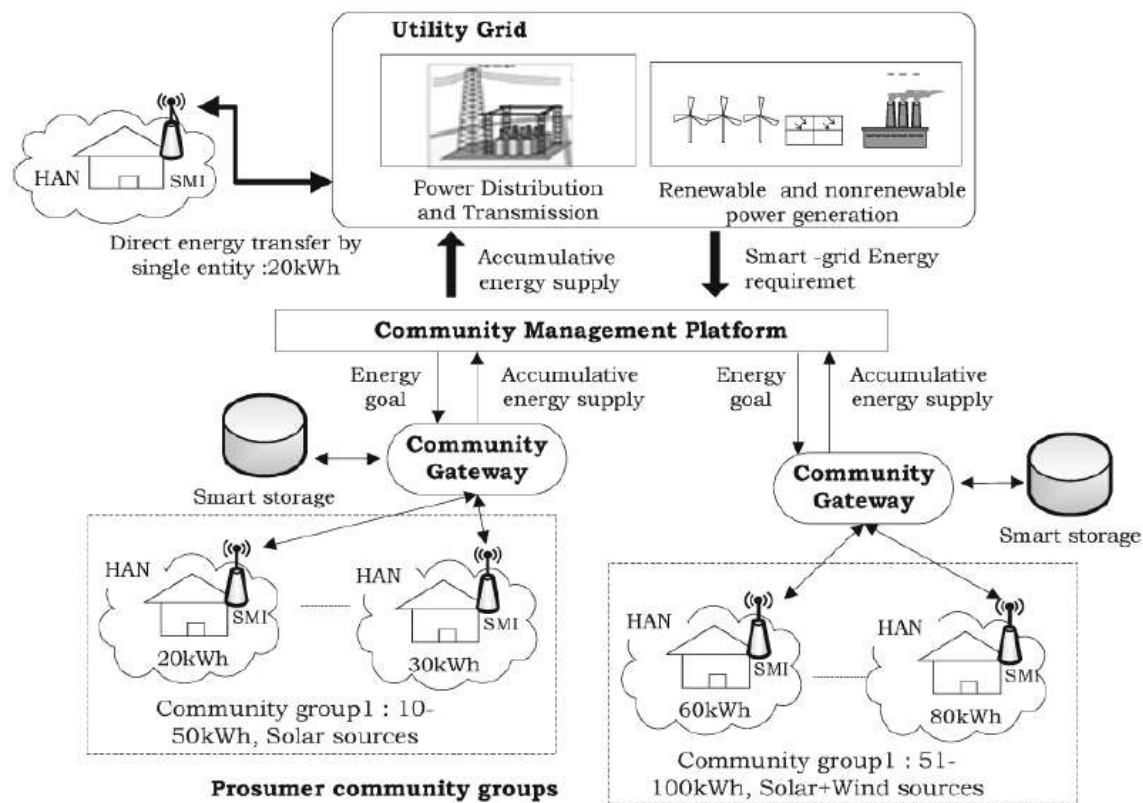


Εικόνα 16-Συστήματα συμμετοχής και διαχείρισης Prosumer

ενεργειακών αναγκών των κατοίκων. Σε τέτοιες καταστάσεις, μια ισχυρή αλληλεπίδραση μεταξύ των prosumers, των καταναλωτών και του δικτύου κοινής ωφέλειας θα παρακινήσει κάθε μεμονωμένη οντότητα να συνεργαστεί για αποτελεσματικότερη διαχείριση της χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας. Τέτοιες στρατηγικές είναι απαραίτητες να λειτουργήσουν ως κίνητρα για τους χρήστες για εξοικονόμηση ενέργειας και μεγαλύτερη παράγωγή πράσινης ενέργειας, ώστε αργότερα να την αξιοποιήσουν για δικό τους όφελος. Επιπλέον, το να είσαι μέλος μιας μεγαλύτερης κοινοτικής ομάδας μπορεί να θεωρηθεί ως κίνητρο για αλλαγή συμπεριφοράς, όσον αφορά στην αποτελεσματικότερη χρήση ενέργειας, επειδή το αντίκτυπο ενός PCG στην συμπεριφορά των prosumers μπορεί να είναι ισχυρότερο από το αντίκτυπο του μεμονωμένου prosumer.

Συνολικά, η έννοια των PCG μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πολιτικές μύησης για τη βιώσιμη χρήση ενέργειας και πολιτικές για την αλλαγή συμπεριφοράς, με τους ακόλουθους βασικούς στόχους:

- Διασφάλιση υψηλότερης διαπραγματευτικής δύναμης στην αγορά ενέργειας ως μέλος του PCG, παρά ως μεμονωμένος prosumer.
- Παρότρυνση των μελών της κοινοτικής ομάδας για θετική αλλαγή συμπεριφοράς, ώστε να επενδύσουν σε πράσινες ενεργειακές πηγές και να συνεργαστούν για να καλύψουν τις ενεργειακές ανάγκες των απομακρυσμένων περιοχών που έχουν σκληρές περιβαλλοντικές, συνθήκες διαβίωσης.
- Βοήθεια στη μείωση του κόστους μεταφοράς ενέργειας και του αποτυπώματος του άνθρακα.
- Συμβολή στην ανάπτυξη απομακρυσμένων περιοχών. [23]



Εικόνα 17-PGG – Prosumer Community Groups

2.3.1.1 ΣΤΟΧΟ – ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΕΝΕΣ PCGS

Η ιδέα ενός στοχο-προσανατολισμένου PCG είναι μια βελτιωμένη μέθοδος ομαδοποίησης των prosumers, κατά την οποία οι prosumers με παρόμοια ενεργειακή συμπεριφορά οργανώνονται σε μια κοινή ομάδα. Οι prosumers του ίδιου PCG βρίσκονται γεωγραφικά κοντά ούτως ώστε να μοιράζονται την ενέργεια μεταξύ τους, γιατί η μεταφορά ενέργειας σε μεγάλες αποστάσεις έχει μεγάλες απώλειες και είναι αρκετά δαπανηρή. Κάθε PCG έχει τα δικά του κριτήρια προεπιλογής που ορίζονται από την ομάδα, τα οποία ένας νέος prosumer θα πρέπει ικανοποιεί ώστε να γίνει μέλος. Οι δύο βασικές παράμετροι είναι το ανώτερο ενεργειακό όριο και το κατώτερο ενεργειακό όριο του PCG, ανάμεσα στα οποία θα πρέπει να βρίσκεται η ικανότητα κοινής χρήσης ενέργειας του prosumer, ώστε να γίνει μέλος της. Οι prosumers υπογράφουν ένα συμβόλαιο όταν ενταχθούν στο επιλεγμένο PCG. Οι prosumers ενός PCG μπορούν να πουλήσουν την αχρησιμοποίητη ενέργειά τους στους prosumers του ίδιου PCG, των οποίων η ενέργεια δεν επαρκεί για το κατώτερο ενεργειακό όριο, σύμφωνα με τη σύμβαση ή να πουλήσουν την πλεονάζουσα ενέργεια σε εξωτερικούς πελάτες στην αγορά ενέργειας (π.χ. δίκτυο κοινής ωφέλειας). Οι prosumers παίρνουν την συμφωνημένη τιμή για την ποσότητα της ενέργειας που μοιράζονται, και αν φτάσουν στο ανώτατο όριο κερδίζουν επιπλέον κάποιο μόνους. Ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα των PCG είναι ότι οι καταναλωτές αγοράζουν απευθείας ενέργεια από τα γεωγραφικά πιο κοντινά PCG, και δεν ενοχλούν το βασικό δίκτυο κοινής ωφέλειας. Στην πραγματικότητα, τα PCG μπορούν να ικανοποιήσουν τις ενεργειακές απαιτήσεις των καταναλωτών, μακροπρόθεσμα, με πιο συνεπή τρόπο από ότι οι μεμονωμένοι prosumers ή οι τυχαίες ομάδες prosumers. Επιπλέον, τα PCG μπορούν να επιτύχουν υψηλότερα κέρδη και, ως εκ τούτου, έχουν μακροπρόθεσμα ισχυρότερη διαπραγματευτική ικανότητα στην αγορά ενέργειας. Οι κοινωνικές επιπτώσεις αυτού του πλεονεκτήματος οδηγούν σε μια πιο συμμετρική σχέση μεταξύ του PCG και των αγοραστών ενέργειας μεγάλης κλίμακας (δηλαδή, εταιρείες κοινής ωφέλειας). Επιπλέον, σε σύγκριση με τον μεμονωμένο prosumer, το να είσαι μέρος μιας μεγαλύτερης κοινοτικής ομάδας αποτελεί μεγάλο κίνητρο για αλλαγή της

συμπεριφοράς όσον αφορά πρακτικές κοινής χρήσης ενέργειας, επειδή ο αντίκτυπος ενός PCG είναι ισχυρότερος από τον αντίστοιχο του μεμονωμένου prosumer ή της τυχαίας ομάδας. Ως αποτέλεσμα, τα PCG μπορούν να δημιουργήσουν ένα δυναμικό οικοσύστημα από συνεργαζόμενους prosumers και να οδηγήσει σε μια πιο βιώσιμη και αξιόπιστη διαδικασία κοινής χρήσης ενέργειας. [15]

Επιπλέον, οι κοινότητες ομάδων prosumers προέρχονται από την ομαδοποίηση των prosumers με βάση την ομοιογένεια της ενεργειακής συμπεριφοράς. Οι εταιρείες διανομής του δικτύου υπογράφουν σύμβαση με την κοινότητα της ομάδας prosumers, κάνοντας τη διαδικασία της διαχείρισης prosumers πιο αποτελεσματική, διότι δεν αλληλεπιδρά με πολλούς μεμονωμένους prosumers. Επιπλέον, εφόσον κάθε κοινοτική ομάδα prosumers αποτελείται από μέλη που έχουν παρόμοια ενεργειακή συμπεριφορά, οι διαφωνίες μεταξύ των μελών ελαχιστοποιούνται, οδηγώντας σε πιο σταθερές ομάδες μακροπρόθεσμα, και ισχυρότερο από τον αντίκτυπο του ατομική συμπεριφορά. [18] Ωστόσο, η ανάπτυξη του δικτύου κοινής χρήσης ενέργειας με βάση την κοινότητα, είναι ακόμη σε αρχικό στάδιο, ακολουθούν κάποια κίνητρα παρότρυνσης των prosumers για την ένταξη σε PCG.

2.3.1.2 ΟΡΙΣΜΟΣ ΟΜΑΔΑΣ PROSUMERS ΚΟΙΝΟΤΗΤΑΣ

Το αρχικό στάδιο σχηματισμού της ομάδας prosumers κοινότητας είναι πρωταρχικό ζήτημα. Το πρώτο στάδιο περιλαμβάνει τον σχηματισμό των ομάδων prosumers της κοινότητας και τα κριτήρια προεπιλογής τους, με τα οποία οι prosumers θα πρέπει να συμμορφώνονται με προκειμένου να γίνουν μέλη. Θα πρέπει να ληφθεί υπόψιν η μεταβλητότητα της συμπεριφοράς κοινής χρήσης ενέργειας των prosumers κατά την διάρκεια του χρόνου, ούτως ώστε να οριστεί η βέλτιστη ομάδα κοινότητας και τα σχετικά κριτήρια προεπιλογής.

Η ένταξη νέων prosumers στην κατάλληλη ομάδα prosumers κοινότητας. Εξαιτίας της μεγάλης ποικιλομορφίας στα προφίλ των prosumers με την πάροδο του χρόνου, ο διαχωρισμός των ενεργητικών prosumers από τους παθητικούς είναι περίπλοκος. Έτσι, δεν μπορεί να αποφασιστεί η σταθερότητα του prosumer στη διαδικασία κατανομής ενέργειας παρατηρώντας μια μόνο συναλλαγή ενέργειας. Για παράδειγμα, ένας prosumer που υπερβαίνει το προσδόκιμο ενεργειας σε μια συναλλαγή μπορεί να αποτύχει σε επόμενες ενεργειακές συναλλαγές. Επομένως, πριν από την ένταξη νέων prosumers στην ομάδα κοινότητας, είναι απαραίτητο να εξεταστεί η συμπεριφορά των prosumers για μια χρονική περίοδο ούτως ώστε να διαπιστωθεί αν επιτυγχάνονται οι επιθυμητοί ενεργειακοί στόχοι.

Η διαδικασία κοινής χρήσης ενέργειας, με βάση την κοινότητα, περιλαμβάνει πολλαπλές ασύμμετρες παραμέτρους όπως η επίτευξη των ενεργειακών απαιτήσεων των πελατών, περιορισμοί κόστους, μεγιστοποίηση κινήτρων κλπ. Σε πολλές περιπτώσεις, μια παράμετρος είναι υλοποιήσιμη μόνο σε βάρος των άλλων. Επιπλέον, η ιεράρχηση της σπουδαιότητας μεταξύ ασύμβατων στόχων είναι απαραίτητη, έτσι ώστε να επιτυγχάνονται οι στόχοι κατώτερου επιπέδου μόνο όταν οι στόχοι υψηλότερου επιπέδου έχουν ικανοποιηθεί ή έχουν φτάσει ένα σημείο στο οποίο δεν υπάρχει περαιτέρω βελτίωση. Συνολικά, μια αποτελεσματική κατάταξη των στόχων είναι απαραίτητοι προκειμένου να οριστούν οι εφικτοί κοινοί ενεργειακοί στόχοι για την ομάδα prosumers κοινότητας.

2.3.1.3 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ PROSUMERS

Σε μια κοινότητα ομάδας prosumers, τα μέλη μπορούν να μην έχουν ίδια συμπεριφορά κατά την διάρκεια όλου του χρόνου. Ως εκ τούτου, η αντιμετώπιση όλων των μελών της κοινότητας με τον ίδιο τρόπο μπορεί να είναι άδικη, όπως κατά την κατανομή κινήτρων. Η κατάταξη των επιμέρους μελών με βάση τα κριτήρια αξιολόγησης (εκπλήρωση των προϋποθέσεων της συμφωνίας, την ιστορική απόδοση, κ.λπ.) είναι απαραίτητη για την επίτευξη της δίκαιης κατανομής των κινήτρων. [18]

2.3.1.4 ΚΙΝΗΤΡΑ PROSUMERS

Το κίνητρα επηρεάζουν θετικά τη συμπεριφορά των Prosumers, με αποτέλεσμα τη συνεπή συμπεριφορά στην κοινή χρήση ενέργειας. Υπάρχουν δύο πτυχές:

- I. *Να κινητοποιήσει τους Prosumers, που μοιράζονται την ενέργεια, να βελτιώσουν τη κατάσταση κοινής χρήσης ενέργειας:* Η συνεχής έμπνευση για είναι σημαντική ώστε οι Prosumers να ενθαρρύνονται να παραμείνουν ενεργοί και βελτιώσουν τη συνεισφορά τους. Η βασική κινητήρια δύναμη για αυτό το κίνητρο είναι η ανταμοιβή, που μπορεί να είναι υλικό ή άυλο. Μια υλική ανταμοιβή μπορεί να είναι οικονομική, όπως η χρηματική αξία που δίνεται για την πρόσθετη παραγόμενη ενέργεια που παρέχεται στο δίκτυο. Μερικές από τις μη οικονομικές ανταμοιβές περιλαμβάνουν την κοινωνική εκτίμηση, τη φήμη και τη δημοτικότητα όσον αφορά την παραγωγή και κοινή χρήση της πράσινης ενέργειας.
- II. *Να κινητοποιήσει τους Prosumers, οι οποίοι δεν μοιράζονται την ενέργεια τους, να ξεκινήσουν την διαδικασία κοινής χρήσης ενέργειας:* Προσέλκυση περισσότερων προοπτικών για την ανάπτυξη της βάσης των Prosumers είναι σημαντική για την διατήρηση της διαδικασίας κοινής χρήσης ενέργειας. Μια ομάδα PGG με μικρό αριθμό prosumers δεν είναι αποδοτική, λόγω της αβεβαιότητας των πράσινων πηγών ενέργειας, οι οποίες εξαρτώνται από το κλίμα, και των αβέβαιων συμπεριφορών των prosumers. Το συγκεκριμένο κίνητρο μπορεί να λάβει δύο μορφές, πρώτον είναι απαραίτητο να αυξηθεί η ευαισθητοποίηση, σχετικά με την διαδικασία κοινής χρήσης ενέργειας, μεταξύ των prosumers, μέσω διαφήμισης των κανόνων και των κανονισμών, των κριτηρίων προεπιλογής και της τιμολογιακής πολιτικής. Δεύτερον, προωθώντας τα κοινωνικά οφέλη της κοινής χρήσης ενέργειας, σε σύγκριση με τα συνήθη οικονομικά οφέλη, θα πρέπει να τονιστεί ώστε να προσελκύσει την προσοχή του κοινού στην κοινή χρήση πράσινης ενέργειας. Αυτό μπορεί να οδηγήσει τους απλούς καταναλωτές σε μετατραπούν σε prosumers, και επιπλέον τους υπάρχοντες παραγωγούς, οι οποίοι δεν μοιράζονται την ενέργεια τους, για να γίνουν ενεργοί prosumers. Επιπλέον, για να αυξηθεί ο αριθμός των δυναμικών μελών, μια καλή στρατηγική είναι η διαφήμιση για επιπλέον ανταμοιβές, όπως ειδικές προσφορές για όσους συνεισφέρουν υψηλότερη ενέργεια.

2.3.1.5 ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΩΝ PROSUMERS

Η κατανόηση της ενεργειακής συμπεριφοράς των prosumers, της οργανωτικής δομής και των κινήτρων είναι βασικό δομικό στοιχείο για την αποτελεσματική διαχείριση των prosumers και τον έλεγχο του ενεργειακού συστήματος. Ένα στοχοπροσηλωμένο PCG δημιουργεί ισχυρότερους δεσμούς μεταξύ των μελών, παρακινεί τα μέλη, ενισχύει τη διαπραγματευτική τους ικανότητα και υποστηρίζει την διαδικασία κοινής χρήσης ενέργειας.[16] Καθώς νέα μέλη εντάσσονται στις ομάδες Prosumers, ο έλεγχος γίνεται επιτακτικός. Υπάρχουν πέντε πτυχές στον έλεγχο των Prosumers:

- A. *Επικοινωνία/διαπραγμάτευση:* Η αποτελεσματική επικοινωνία/ διαπραγμάτευση μεταξύ των Prosumers και των παρόχων υπηρεσιών κοινής ωφέλειας παίζει σημαντικό ρόλο στις περισσότερες διαδικασίες που σχετίζονται με την διαχείριση των Prosumers. Μερικές από τις πολλές εργασίες που πρέπει να γίνουν περιλαμβάνουν την ευαισθητοποίηση και την κατανόηση των κανόνων και των κανονισμών που εμπλέκονται στη διαδικασία κοινής χρήσης ενέργειας, την σύναψη συμφωνίας για τους τρόπους δράσης και την επίλυση των διαφορών ή παρεξηγήσεων. Για παράδειγμα, διαπραγμάτευση συμβαίνει όταν οι Prosumers και οι πάροχοι του δικτύου κοινής ωφέλειας, διαπραγματεύονται για την τιμή της ενέργειας που παρέχεται από τους Prosumers, ώστε να φτάσει μια συμφωνημένη τιμή ανά κιλοβατώρα. Η επικοινωνία και η διαπραγμάτευση είναι σημαντικός παράγοντας για την σχέση εμπιστοσύνης μεταξύ των Prosumers, ειδικά σε συνεργασίες Prosumers, ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι διαφωνίες μεταξύ τους και να αυξηθεί η αμοιβαία κατανόηση.

- B. *Ορισμός προτύπου/δεοντολογίας*: Αυτή η πτυχή διαδραματίζει πολύ σημαντικό ρόλο στον έλεγχο των Prosumers. Οι Prosumers οι οποίοι προσαρτώνται ως μεμονωμένες οντότητες, έχουν να αντιμετωπίσουν τα πρότυπα και την δεοντολογία του κύριου δικτύου κοινής ωφέλειας, ενώ οι ομάδες Prosumers έχουν να αντιμετωπίσουν τα πρότυπα και την ηθική της ομάδας συντονισμού και κύριου δικτύου κοινής ωφέλειας. Για παράδειγμα, στην Αυστραλία, η κυβέρνηση που διαχειρίζεται το δίκτυο κοινής ωφέλειας, θέτει τα επιλέξιμα κριτήρια, στα οποία πρέπει να συμμορφώνονται οι Prosumers, ώστε να συμμετέχουν στη διαδικασία κοινής χρήσης ενέργειας. Στη δυτική Αυστραλία, μόνο ο νέος εξοπλισμός για παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές είναι επιλέξιμος για ένταξη στο δίκτυο.
- C. *Αξιολόγηση Prosumer*: Η αξιολόγηση των συμμετεχόντων στη βάση των Prosumers είναι απαραίτητη για τον εντοπισμό διαφορετικών προφίλ συνεισφοράς ενέργειας. Μια ομάδα μπορεί να περιέχει μέλη που συμβάλλουν συνεχώς θετικά, μέλη που δεν πληρούν ούτε μια προϋπόθεση για κοινή χρήση, τα μέλη που έχουν ασταθή συμπεριφορά κλπ. Επομένως, οι ιδιαιτερότητες των μελών πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τη χορήγηση των προνομίων, ώστε να είναι δίκαια. Η αξιολόγηση των Prosumers είναι βασικό εργαλείο στην ανάδειξη των Prosumers με μεγαλύτερη επιρροή και τους προσφέρει υψηλότερα προνόμια.
- D. *Κατανομή κινήτρων/ποιών*: Η δίκαιη κατανομή κινήτρων και κυρώσεων παίζει σημαντικό ρόλο στη διατήρηση των Prosumers. Είναι μία από τις βασικές κινητήριες δυνάμεις ώστε να τους κινητοποιήσει. Αυτά τα κίνητρα μπορεί να είναι είτε οικονομικά είτε μη οικονομικά. Για παράδειγμα, στην Αυστραλία, υπάρχουν δύο είδη κινήτρων, (i) το σύστημα εγγυημένων σταθερών τιμών (feed-in tariff) (ii) Σχέδιο επαναγοράς ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Renewable Energy Buyback Scheme, REBS). Το πρόγραμμα feed-in tariff χρηματοδοτείται από το κράτος ώστε να ενθαρρύνει τους Prosumers να εγκαταστήσουν συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Στην Αυστραλία, προς το παρόν λειτουργούν δύο σχήματα χρηματοδότησης: ακαθάριστα και καθαρά τιμολόγια τροφοδοσίας. Με ακαθάριστο τιμολόγιο, το ποσοστό επιδότησης αποδίδεται σε όλη την ενέργεια που παράγει ο prosumer, χωρίς να εξετάζει αν καταναλώνει την ενέργεια ή τη μοιράζεται. Αντίθετα, το καθαρό feed-in tariff χρηματοδοτείται μόνο για την ποσότητα ενέργειας που μοιράζεται με το δίκτυο. Η μορφή ανταμοιβής, REBS, παρέχεται από τους παρόχους ηλεκτρικής ενέργειας για την πράσινη ενέργεια που παρέχεται από τον prosumer. Ως εκ τούτου, η τιμή ηλεκτρικής ενέργειας, οι όροι της σύμβασης και οι συνθήκες διαφέρουν για κάθε εταιρία παροχής ηλεκτρικής ενέργειας.
- E. *Εκτίμηση κινδύνου*: Γενικά η συμπεριφορά των Prosumers κατηγοριοποιείται ως θετική, ουδέτερη και αρνητική. Αυτός ο παράγοντας είναι πιο εμφανής στις συνεργασίες Prosumers. Μία θετική συμπεριφορά αντιστοιχεί σε πράξεις του Prosumer πιο ευεργετικές από αυτό που αναμενόταν, προσφέροντας πιθανώς περισσότερη ενέργεια από ότι συμφωνήθηκε. Μια ουδέτερη συμπεριφορά είναι όταν ο Prosumer ενεργεί όπως αναμενόταν. Αρνητική συμπεριφορά είναι όταν ο Prosumer δεν ενεργεί όπως έχει συμφωνηθεί, παρέχοντας σκόπιμα χαμηλότερο ποσό ενέργειας από ό,τι είχε συμφωνηθεί για μεγάλο χρονικό διάστημα. Είναι απαραίτητο, μακροπρόθεσμα, να εντοπιστούν οι αρνητικές συμπεριφορές, να αναλυθούν οι σχετικές αδυναμίες και να επιλυθούν οι αποκλίσεις ώστε να αποφευχθούν μακροπρόθεσμα οι αρνητικές επιπτώσεις.

2.3.1.6 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ

Όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα, για τον προσδιορισμό της συμπεριφοράς των Prosumers υπάρχουν δύο βασικοί παράμετροι που επηρεάζουν άμεσα και έμμεσα.[24]

A. Εσωτερικοί Παράμετροι

Οι εσωτερικοί παράμετροι εντοπίζονται στην εσωτερική λειτουργία του Prosumer και επηρεάζουν άμεσα την ποσότητα ενέργειας που δίνεται στο SG. Το κύριο στοιχείο που καθορίζει την ποσότητα της ενέργειας, την οποία μπορεί να δώσει στο δίκτυο ο Prosumer, είναι οι ενεργειακές του δραστηριότητες, κατανάλωσης και παραγωγής.

1) *Ενεργειακές δραστηριότητες κατανάλωσης και παραγωγής:* Γενικά οι Prosumers παράγουν πράσινη ενέργεια στο οικιακό τους περιβάλλον, καταναλώνουν την ενέργεια, την αποθηκεύουν για μελλοντική χρήση και να μοιράζονται την πλεονάζουσα ενέργεια ή το καθαρό ποσό ενέργειας με πιθανούς αγοραστές ενέργειας, όπως το δίκτυο κοινής ωφέλειας, παρόχους ενέργειας και άλλους καταναλωτές. Ο παράγοντες που επηρεάζουν την κατανάλωση ενέργειας και την παραγόμενη ενέργεια είναι:

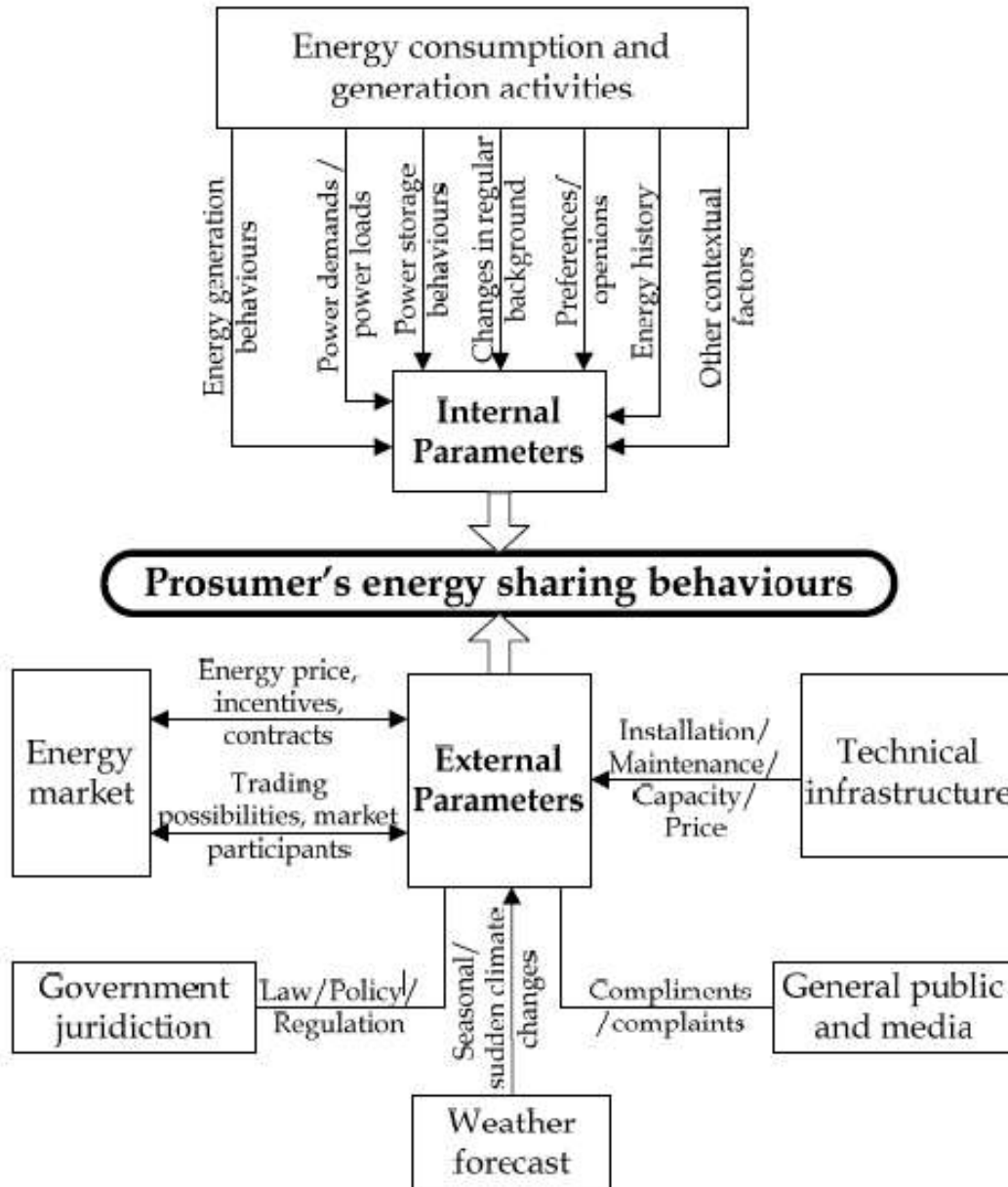
α) *Συμπεριφορά παραγωγής ενέργειας:* Οι Prosumers παράγουν πράσινη ενέργεια χρησιμοποιώντας πηγές ενέργειας, όπως η ηλιακή και η αιολική. Η ποσότητα της ενέργειας που παράγεται ποικίλλει ανάλογα τις ικανότητές τους, όπως ο αριθμός των φωτοβολταϊκών ή των ανεμογεννητριών και τους παράγοντες απόδοσής τους όπως οι απώλειες. Για παράδειγμα, τα κοινά χρησιμοποιούμενα διασυνδεδεμένα φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν ισχύ απόδοσης από 1,5 kW έως 3 kW. Ωστόσο, το σύστημα παράγει και εξάγει περίπου το 75% της ονομαστικής του ισχύος στο δίκτυο, αφού υπάρχουν απώλειες (περίπου 25%) που σχετίζονται με τον ελλιπή καθαρισμό, την ανάστροφη ισχύ και την μετατροπή της ηλιακής σε ηλεκτρική ενέργεια.

β) *Ζήτηση ισχύος / φορτία ισχύος:* Η κατανάλωση ενέργειας του Prosumer εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τα φορτία που λειτουργούν στις εγκαταστάσεις του Prosumer, οι οποίες λειτουργούν με βάση τις τακτικές και μη ενεργειακές απαιτήσεις των διαφόρων τελικών χρηστών ενέργειας. Ορισμένα φορτία, όπως φωτιστικά, εκτυπωτές, ηλεκτρικές κουζίνες μπορούν να ταξινομηθούν ως προβλέψιμα και απρόβλεπτα κατά την διάρκεια της ημέρας. Για παράδειγμα, η κατανάλωση ενέργειας των πηγών φωτός προβλέπεται να είναι μηδενική τις ώρες που οι κάτοικοι δεν είναι παρόντες ή κοιμούνται. Ωστόσο, αυτά τα φορτία είναι συνήθως απρόβλεπτα στις ώρες εργασίας των κατοίκων, λόγω των μεταβλητών ενεργειακών απαιτήσεων και του προγράμματος των τελικών χρηστών. Οι χρήστες μπορούν να ενεργοποιήσουν αυτά τα φορτία με τρεις διαφορετικούς τρόπους (i) συνδέοντας τα φορτία στο δίκτυο, (ii) συνδέοντας τα φορτία απευθείας με τους τοπικούς πόρους πράσινης ενέργειας (π.χ. ηλιακά συστήματα ζεστού νερού) και (iii) συνδέοντας τα φορτία με την έξυπνη αποθήκευση, όπου ο Prosumer αποθηκεύει την παραγόμενη ενέργεια, για μελλοντική χρήση (όπως τα ηλεκτρικά οχήματα). Κατά συνέπεια, το ποσό της ενέργειας που ο Prosumer αποθηκεύει για κοινή χρήση, αυξάνεται ή μειώνεται με βάση τον αριθμό των φορτίων που λειτουργούν στις εγκαταστάσεις του και με βάση ποιες πηγές ενέργειας χρησιμοποιούν αυτά τα φορτία.

γ) *Συμπεριφορά αποθήκευσης ενέργειας:* Οι Prosumers μπορούν να αποθηκεύουν μέρος της ενέργειας που παράγουν σε έξυπνες αποθήκες, για μελλοντική χρήση, όπως τα ηλεκτρικά οχήματα, χωρίς να μοιράζονται ολόκληρη την ποσότητα ενέργειας με το δίκτυο. Η ποσότητα της ενέργειας που αποθηκεύεται εξαρτάται από τη χωρητικότητα και την απόδοση των αποθηκών. Για παράδειγμα, οι συνήθως χρησιμοποιούμενες αποθήκες ενέργειας είναι μπαταρίες μολύβδου-οξέος και μπαταρίες ιόντων λιθίου, οι οποίες είναι ικανές να αποδώσουν ενέργεια 30-40 Wh/kg και 80-200 Wh/kg αντίστοιχα. Ωστόσο, αυτές οι μπαταρίες έχουν κακή απόδοση και σύντομη διάρκεια ζωής, υπό κύκλο βαθιάς εκφόρτισης. Ως εκ τούτου, τα τελευταία χρόνια, έχουν αναπτυχθεί νέες τεχνολογίες αποθήκευσης, όπως μπαταρίες οξειδοαναγωγής βαναδίου, οι οποίες μπορούν να φορτιστούν και να εκφορτιστούν επανειλημμένα για μεγάλο χρονικό διάστημα και επίσης, μπορούν να παρέχουν σημαντικές ποσότητες ενέργειας πολύ γρήγορα. Ωστόσο, εάν αποθηκεύεται πολλή ενέργεια, η ποσότητα ενέργειας που απομένει για κοινή χρήση πιθανώς να μειωθεί.

δ) *Αλλαγές στο κανονικό περιβάλλον:* Η ποσότητα ισχύος που ο Prosumer αποθηκεύει για κοινή χρήση μπορεί να αυξηθεί ή να μειωθεί λόγω των προγραμματισμένων ή ξαφνικών αλλαγών στο κανονικό περιβάλλον της περιοχής λειτουργίας του Prosumer, όπως αλλαγές στην

κατάσταση πληρότητας. Για παράδειγμα, αν οι κάτοικοι, οι οποίοι που μένουν στις εγκαταστάσεις του prosumer βρίσκονται εκτός του σπιτιού για διακοπές, η συνολική καταναλισκόμενη ενέργεια κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου να μειωθεί. Εάν η παραγωγή ενέργειας δεν επηρεάζεται, η συνολική εξοικονόμηση ενέργειας κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου θα αυξηθεί. Από την άλλη μεριά, εάν ο Prosumer αναβαθμίσει το σπίτι του με νέες ηλεκτρικές συσκευές, όπως κλιματιστικά υψηλής ισχύος, η συνολική κατανάλωση ενέργειας θα αυξηθεί και ως εκ τούτου η καθαρή εξοικονόμηση ενέργειας μειώνεται.



Εικόνα 18-Χαρακτηριστικά κοινής χρήσης ενέργειας Prosumers

ε) *Προτιμήσεις Prosumer*: Η συναίνεση του Prosumer να μοιραστεί την ενέργεια διαμορφώνεται από τις δικές του προτιμήσεις, ενδιαφέροντα και απόψεις. Για παράδειγμα, εάν ο Prosumer προτιμά να αποθηκεύει περισσότερη ενέργεια για μελλοντική χρήση, από το να μοιράζεται με το δίκτυο, θα επηρεαστεί αρνητικά η ικανότητα κοινής χρήσης ενέργειας. Επιπλέον, εάν ο Prosumer έχει αρνητική γνώμη σχετικά με τα κίνητρα κοινής χρήση ενέργειας,

υπάρχει μεγάλη πιθανότητα ο Prosumer να μειώσει την ποσότητα ενέργειας που μοιράζεται με το δίκτυο.

στ) Καταγραφή ενέργειας: Η καταγραφή της ενέργειας κατανάλωσης και παραγωγής του Prosumer και τα κέρδη που επιτυγχάνει από την κοινή χρήση ενέργειας μπορούν να προτείνουν εξατομικευμένες προτάσεις στους Prosumers, σχετικά με την ποσότητα κοινής χρήσης ενέργειας στην παρούσα κατάσταση και στο μέλλον.

ζ) Άλλοι συναφείς παράγοντες: Επιπλέον των παραπάνω παράγοντων, υπάρχουν πολλοί άλλοι συναφείς παράγοντες που προσθέτουν θετικά ή αρνητικά στην τελική ποσότητα ενέργειας που μοιράζεται ο prosumer με το δίκτυο. Μερικοί από αυτούς τους παράγοντες είναι οι κοινωνικο-πολιτιστικές απόψεις του prosumer, η οικονομική κατάσταση και επαρκές εισόδημα για την κάλυψη των υποδομών κοινή χρήση ενέργειας, η διαθεσιμότητα για συμμετοχή στην διαδικασία κοινής χρήσης ενέργειας, η εκπαίδευση πάνω στην κοινή χρήση ενέργειας, τα κίνητρα, και η οικιστική κατάσταση (αστική ή αγροτική) και οι συνθήκες διαβίωσης.[13]

B. Εξωτερικοί παράμετροι

Σε αντίθεση με τις εσωτερικές παραμέτρους, οι εξωτερικοί παράμετροι εξαρτώνται από άλλα στοιχεία, εκτός από το περιβάλλον του Prosumer, αλλά επηρεάζουν έμμεσα την δραστηριότητα κοινής χρήσης ενέργειας των Prosumers.

- 1) *Αγορά ενέργειας*: Η αγορά ενέργειας έχει να κάνει με το εμπόριο και την παροχή ενέργειας και, συνήθως, αναφέρεται στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας και σε άλλες πηγές ενέργειας. Τα εμπορεύματα στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας αναφέρονται σε δύο κυρίως αγαθά, την ισχύ και την ενέργεια, όπου ισχύς είναι «το καθαρό μετρημένο ποσοστό μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας σε κάθε δεδομένη στιγμή» και μετριέται σε κιλοβάτ(kW), και η ενέργεια είναι «η ροή ηλεκτρικής ενέργειας μέσα από ένα σημείο μέτρησης, για μια δεδομένη χρονική περίοδο» και μετράται σε κιλοβατώρες(kWh). Η αγορά ηλεκτρικής ενέργειας αναφέρεται είτε στην χονδρική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, όπου οι παραγωγοί ηλεκτρικής ενέργειας προμηθεύουν την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια στους παρόχους ενέργειας ή στην λιανική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, όπου οι χρήστες ενέργειας μπορούν να αγοράσουν ενέργεια από τον πάροχο ηλεκτρικής ενέργειας που επιθυμούν. Η αγορά ηλεκτρικής ενέργειας επηρεάζει την κοινή χρήση ενέργειας των prosumers σύμφωνα με τους ακόλουθους παράγοντες:
- 2) *Δυνατότητες εμπορίας ενέργειας*: Ο prosumer είναι ελεύθερος να επιλέξει την πιο κερδοφόρα διαπραγμάτευση για την πώληση της ενέργειας του στην ανταγωνιστική αγορά ενέργειας. Για παράδειγμα, ο prosumer μπορεί είτε να πουλήσει την ενέργεια απευθείας στον αγοραστή ή να βγάλει την ενέργεια του σε δημοπρασία ενέργειας. Πιθανοί αγοραστές ενέργειας μπορεί να είναι η κυβέρνηση, εξουσιοδοτημένοι διαχειριστές του δικτύου και ιδιωτικοί πάροχοι ενέργειας στη χονδρική αγορά και οι ιδιώτες καταναλωτές ενέργειας στη λιανική αγορά. Στην λιανική πώληση, οι prosumers μπορούν να διαπραγματευτούν την τιμή ανά κιλοβατώρα(kWh) και τη διάρκεια της σύμβασης με τον πιθανό αγοραστή ενέργειας. Στην δημοπρασία, οι ενδιαφερόμενοι αγοραστές μπορούν να στείλουν τις προσφορές τους στους prosumers και ο αγοραστής που θα νικήσει να συνάψει σύμβαση με τον ανάδοχο.
- 3) *Τιμή ηλεκτρικής ενέργειας, κίνητρα και συμβόλαια*: οι πολλοί και διαφορετικοί αγοραστές ενέργειας προσφέρουν διαφορετικές τιμές ενέργειας, διάρκεια συμβολαίων και διαφορετικούς κανόνες και κανονισμούς στην αγορά ενέργειας. Οι prosumers μπορούν να συγκρίνουν τις πολυάριθμες επιλογές και να επιλέξουν την κατάλληλη για αυτούς.
- 4) *Κυβερνητική δικαιοδοσία*: Οι νόμοι και οι κανονισμοί που επιβάλλονται από την κυβέρνηση, σχετικά με τις διαδικασίες κοινής χρήσης ενέργειας μπορούν επηρεάζουν αρνητικά ή θετικά την διάθεση του prosumer για κοινή χρήση ενέργειας.
- 5) *Τεχνικές υποδομές*: η κοινή χρήση ενέργειας στο έξυπνο δίκτυο υλοποιείται μέσω υποδομών, όπως τα συστήματα παραγωγής ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, έξυπνους μετρητές, έξυπνους αισθητήρες και τεχνολογίες επικοινωνίας. Για παράδειγμα, στην Αυστραλία, έχουν εγκατασταθεί μετρητές αμφίδρομης μέτρησης στις εγκαταστάσεις του prosumer από την κυβέρνηση. Ο prosumer μπορεί να επιλέξει είτε μετρητή χονδρικής μέτρησης ή μετρητή ‘καθαρής’ ενέργειας ανάλογα την λειτουργία του. Η συνολική

παραγόμενη πράσινη ενέργεια μπορεί να ‘διαβαστεί’ μέσω του μετατροπέα και του μετρητή χονδρικής μέτρησης. Ο μετρητής ‘καθαρός’ ενέργειας δείχνει μόνο τη συνολική ποσότητα ενέργειας που εξήχθη στο δίκτυο από τότε που εγκαταστάθηκε ο μετρητής. Επιπλέον, παρέχονται διαφορετικά συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας από διαφορετικούς προμηθευτές εξοπλισμού, που προσφέρουν διαφορετικά ενεργειακά πακέτα ανανεώσιμων πηγών κατάλληλα για ποικίλες προτιμήσεις των prosumers. Αυτά τα πακέτα περιλαμβάνουν διαφορετικές ονομαστικές χωρητικότητες, τιμές, διαδικασίες εγκατάστασης και συντήρησης, εκπτώσεις εγκατάστασης, επιλογές πληρωμής, εκπτώσεις κ.λπ. Επομένως, οι prosumers μπορούν επιλέξουν το κατάλληλο σύστημα για αυτούς. Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι ότι τα συστήματα αυτά θα πρέπει να πληρούν τα τεχνικά κριτήρια επιλογής της κυβέρνησης. Για παράδειγμα, στην Δυτική Αυστραλία, το σύστημα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας θα πρέπει να είναι καινούργιο τη στιγμή της εγκατάστασης του και δεν επιτρέπονται τα μεταχειρισμένα συστήματα στη διαδικασία κοινής χρήσης ενέργειας.

- 6) *Κλιματικές συνθήκες*: Η λειτουργία των ευρέως γνωστών φορτίων υψηλής κατανάλωσης ενέργειας, όπως τα φορτία θέρμανσης και ψύξης εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τις κλιματικές συνθήκες. Για παράδειγμα, η κατανάλωση ρεύματος για την θέρμανση είναι μεγαλύτερη τις κρύες μέρες (χειμερινή περίοδος) και ομοίως το κλιματιστικό απαιτεί περισσότερο ρεύμα για να λειτουργήσει στις πολύ ζεστές μέρες (καλοκαίρι). Από την άλλη μεριά, δεδομένου ότι οι πράσινες πηγές ενέργειας εξαρτώνται από το κλίμα, η ποσότητα της παραγόμενης ενέργειας αυξάνεται ή μειώνεται σύμφωνα με τις καιρικές συνθήκες εκείνης της ημέρας. Για παράδειγμα, η παραγωγή ενέργειας μέσω του ήλιου μπορεί να μειωθεί τις βροχερές μέρες και να αυξηθεί τις ηλιόλουστες μέρες. Στην Αυστραλία, η μέγιστη ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από τα συστήματα 1,5kW και 3kW ονομαστικής ισχύος, σε μια ώρα μιας μέσης καλοκαιρινής ημέρας είναι περίπου 1,1 kWh και 2,1 kWh αντίστοιχα και σε μια ώρα μιας χειμερινής ημέρας είναι περίπου 0,9 kWh και 1,8 kWh αντίστοιχα.
- 7) *Κοινή Γνώμη*: Η συμπεριφορά κοινής χρήσης ενέργειας των prosumers, ιδιαίτερα οι απόψεις και οι προτιμήσεις για την κοινή χρήση της ενέργειας επηρεάζεται από τις συστάσεις, τις προτάσεις και τις απόψεις των άλλων άτομων και των μέσων ενημέρωσης. Τα άτομα που επηρεάζουν την άποψη του prosumer μπορεί να είναι φίλοι του, σχέσεις, γείτονες, δάσκαλοι καθώς και άγνωστοι. Επιπλέον, η συμπεριφορά των prosumers μπορεί να διαμορφωθεί από πληροφορίες που μεταδίδονται από τα μέσα όπως ντοκιμαντέρ, συζητήσεις και απόψεις ειδικών για έξυπνο δίκτυο και άλλα συναφή θέματα.[13]

Η συμπεριφορά κοινής χρήσης ενέργειας των prosumers επηρεάζεται άμεσα και έμμεσα από παραμέτρους τόσο ποσοτικές όσο και ποιοτικές. Η ποσοτική επίδραση αυτών των παραμέτρων μπορεί να προσδιοριστεί ως αύξηση ή μείωση της ποσότητας ενέργειας που μοιράζεται ο prosumer. Για παράδειγμα, οι νέοι κανόνες για την αύξηση των κινήτρων για τους prosumers (εξωτερικός παράγοντας) ενισχύει θετικά τη συνολική ποσότητα ενέργειας που μοιράζεται ο prosumer, και μια αύξηση της ισχύος των φορτίων (εσωτερικός συντελεστής) μπορεί να αυξήσει την ποσότητα ενέργειας που καταναλώνεται, και ως αποτέλεσμα έχει αρνητική επίδραση στην ενέργεια που μοιράζεται με το δίκτυο.[24]

2.3.2 Η ΛΥΣΗ P2P

Σύμφωνα με τον μηχανισμό κοινής χρήση ενέργειας peer-to-peer (P2P) στα καταναλωμένα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, τα κοντινά κτίρια μοιράζονται την πλεονάζουσα ενέργεια, από ανανεώσιμες πηγές, μεταξύ τους, έτσι ώστε να βελτιωθεί η διείσδυση των ανανεώσιμων πηγών και να γίνει η κάλυψη της ζήτησης. Με αυτή την προσέγγιση, μπορεί να γίνει μείωση έως 60% στο ρεύμα, χωρίς να απαιτείται μεγάλη χωρητικότητα μπαταρίας. Τα συστήματα αποθήκευσης ενέργειας ηλεκτροχημικών μπαταριών (BESSs) έχουν ενσωματωθεί στην κοινή χρήση ενέργειας ώστε να βοηθήσουν στην ισορροπία της τοπικής παραγωγής και της κατανάλωσης.[19]

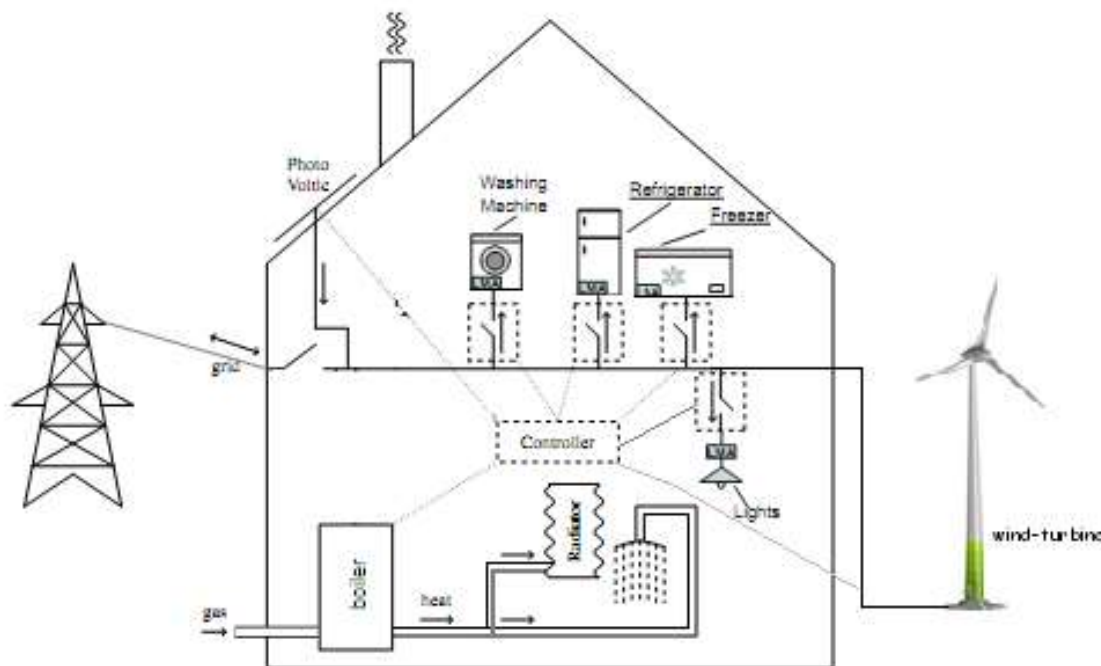
Σύμφωνα με μελέτες, η λειτουργία P2P σε σύγκριση με τη λειτουργία peer-to-grid (P2G), έχει μείωση στο οικιακό ημερήσιο κόστος κατά 62,71% το καλοκαίρι και 68,99% το χειμώνα, ενώ στον εμπορικό τομέα η μείωση φτάνει το 81,31% το καλοκαίρι και το 31,69% το χειμώνα. Σύμφωνα με άλλες μελέτες, ένα κοινό σύστημα PV-BESS για πέντε πολυκατοικίες, μειώνει την ζήτηση αιχμής κατά 30%, και αυξάνει την αυτάρκεια κατά 12%, τέλος, συνεισφέρει στην ενεργειακή οικονομία. Επιπλέον, τα ηλεκτρικά οχήματα (EV) χρησιμοποιούνται ως ευέλικτο σύστημα αποθήκευσης ενέργειας. Μπορούν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην ανταλλαγή ενέργειας μεταξύ των κτιρίων σε ένα μικροδίκτυο, ούτως ώστε να μειωθεί η εξάρτηση από το δίκτυο.

Η απόδοση των διαφορετικών συστημάτων διαχείρισης ενέργειας και των σχημάτων κοινής χρήσης ενέργειας διερευνώνται με βάση τα οικονομικά οφέλη, τη φιλικότητα προς το δίκτυο και δείκτες ενέργειας. Ωστόσο, οι περισσότερες μελέτες που διερευνούν τη λειτουργία P2P καταναλωμένων prosumers και καταναλωτών επικεντρώνονται στην ανταλλαγή και εμπορία ενέργειας λαμβάνοντας υπόψη τη διαθεσιμότητα RES ή BESS, χωρίς να λαμβάνεται υπόψη την διαχείριση από την πλευρά της ζήτησης (DSM) στα έξυπνα κτίρια. Τα ενεργειακά φορτία ενός κτιρίου μπορούν να διαχειριστούν με προληπτικό έλεγχο της λειτουργίας των ηλεκτρικών συσκευών, φωτισμού, θέρμανσης, εξαερισμού και κλιματισμού.[19]

Για την εφαρμογή προγραμματιών απόκρισης ζήτησης DR ένας νέος παράγοντας εμφανίζεται: ο Συλλέκτης ενέργειας. Συγκεντρώνει και διαχειρίζεται τα φορτία με γνώμονα την απόκριση ζήτησης. Ο συλλέκτης ενέργειας μπορεί να ενεργεί χωρίς να εξετάζει την απόκριση ζήτησης αλλά μόνο την χρήση της αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας ώστε να αντιμετωπίσει τις αβεβαιότητες τιμών και ζήτησης. Η λειτουργία του συλλέκτη φορτίου είναι να μεγιστοποιήσει την υπηρεσία διαμόρφωσης φορτίου στον Διαχειριστή Συστήματος Μεταφοράς (TSO).[20]

Για την υλοποίηση του προγράμματος DR, μπορεί να γίνει μια αποτελεσματική προσέγγιση τριών βημάτων για οικιακούς χρήστες, την πρόβλεψη, τον προγραμματισμό και τον έλεγχο σε πραγματικό χρόνο. Πρώτον, προβλέπεται η ζήτηση και η παραγωγή ενέργειας για κάθε μεμονωμένο Prosumer. Στη συνέχεια, συγκεντρώνονται οι προβλέψεις όλων των Prosumers και γίνεται ένας καθολικός σχεδιασμός. Στο τελευταίο βήμα, ένας τοπικός προγραμματιστής prosumer προγραμματίζει τις συσκευές σε πραγματικό χρόνο χρησιμοποιώντας τον καθολικό σχεδιασμό ως είσοδο. Ο συλλέκτης ενέργειας (Global Controller) λειτουργεί ως εικονική μονάδα παραγωγής ενέργειας (VPP), που πρέπει να μεγιστοποιήσει το κέρδος του σχεδιάζοντας την παραγωγή και την κατανάλωση κάθε prosumer και να κρατήσει την ισορροπία μεταξύ παραγωγής και κατανάλωσης σε τοπικό επίπεδο (το VPP αποφασίζει πότε και πόσο πρέπει να παράγουν οι παραγωγοί και πότε και πόσο πρέπει να καταναλώνει ο καταναλωτής). Το πρόβλημα βελτιστοποίησης, στην περίπτωση αυτή, έχει ως στόχο να καθορίσει ένα αντάλλαγμα μεταξύ του VPP και της διαθεσιμότητας πόρων του τοπικού Prosumer. Αυτό το μοντέλο συλλέκτη είναι έτσι διαμορφωμένο, ενεργώντας σε τοπικό επίπεδο διαμόρφωσης φορτίου/παραγωγής. Ο συλλέκτης ενέργειας ενεργεί ως συντονιστής στέλνοντας πληροφορίες στους Prosumers, εντός μιας ενεργειακής περιοχής, σχετικά με το πλεόνασμα παραγωγής ενέργειας σε μια ώρα, που θα μπορούσε να εγχυθεί στο δίκτυο ή να αγοραστεί από οποιοδήποτε καταναλωτή που προσφέρει την ποσότητα και την τιμή που είναι διαθέσιμη για την αγορά του πλεονάσματος ενέργειας, επανασχεδιάζοντας την ενεργειακή του κατανάλωση. Με αυτόν τον τρόπο ο συλλέκτης δίνει την ευκαιρία στον Prosumer να αποφασίσει, δίνοντας την ελευθερία να συμμετάσχει στο DR και σε ποια τιμή. Μετά, έχει το ρόλο να διαχειριστεί αυτές τις προσφορές και να επιλέξει αυτές που ελαχιστοποιούν την ανάστροφη ισχύς στον υποσταθμό MV/LV ελαχιστοποιώντας το κόστος ενέργειας της ενεργειακής περιοχής. Αυτή η προσέγγιση επιτρέπει τον χειρισμό της παρουσίας μη προγραμματιζόμενων μονάδων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, που δεν μπορούν να υλοποιηθούν σε ένα VPP. Επιπλέον, η παρουσία αυτών των μονάδων περιπλέκει τη βελτιστοποίηση του προβλήματος που πρέπει να

επιλύσει κάθε Prosumer και επομένως είναι απαραίτητο να υιοθετήσει την κατάλληλη τεχνική πιθανολογίας. Κάθε Prosumer αποτελείται από μικρές μονάδες παραγωγής, θερμικά και ηλεκτρικά φορτία, συσκευές και έναν τοπικό ελεγκτή. Η ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να εισαχθεί και να εξαχθεί στο δίκτυο. Η θερμότητα παράγεται, αποθηκεύεται και χρησιμοποιείται μόνο τοπικά από τον Prosumer. Όλοι οι Prosumers μπορούν να παράγουν θερμότητα και/ή ηλεκτρική ενέργεια, να αποθηκεύουν προσωρινά την θερμότητα ή την ηλεκτρική ενέργεια και να καταναλώνουν θερμότητα ή/και ηλεκτρική ενέργεια. Η παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να συνδυαστεί. Όλες οι συσκευές μοντελοποιούνται, από ψυγεία και καφετιέρες μέχρι κεντρική θέρμανση και ζεστό νερό. Στο μοντέλο Prosumer που απεικονίζεται στο παρακάτω σχήμα, συνυπάρχουν ΦΒ εγκαταστάσεις και ανεμογεννήτριες.



Εικόνα 19-Μοντέλο οικιακού Prosumer

2.3.2.1 Η ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ

Δημιουργείται το πρόβλημα που αφορά την ποιότητα ισχύος στον τελικό χρήστη και τη σταθερότητα του δίκτυο διανομής [21]. Αυτό μπορεί να αντιμετωπιστεί εύκολα μέσω της ομαδοποίησης των Prosumers σε μια ενεργειακή περιοχή (ED). Μια ED είναι ένα κέντρο κατανάλωσης και παραγωγής ενέργειας που αποτελείται από πολλούς διασυνδεδεμένους Prosumers από ηλεκτρική και θερμική άποψη. Οι prosumers που ανήκουν στην ED συνδέονται στο δίκτυο μέσω ενός μοναδικού POD, έτσι η ανταλλαγή ενέργειας με το ηλεκτρικό σύστημα γίνεται συγκεντρωτικά. Η παρουσία ενός συντονιστή κρίνεται θεμελιώδης. Στόχος του συντονιστή της περιοχής είναι η μεγιστοποίηση της χρησιμοποίησης της ED μειώνοντας την ανάστροφη ενέργεια ρέει στο POD, χρησιμοποιώντας κατάλληλα προγράμματα απόκρισης ζήτησης (DR). Το DR είναι ένας πόρος που επιτρέπει στους τελικούς χρήστες να μειώσουν την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε μια δεδομένη χρονική περίοδο ή να μετατοπίσουν τη χρήση σε άλλη χρονική περίοδο ως απάντηση σε ένα σήμα τιμής, ένα οικονομικό κίνητρο, μια περιβαλλοντική κατάσταση και/ή σήμα αξιοπιστίας. Η DR βοηθά στην εξοικονόμηση χρήματων μειώνοντας τη μέγιστη κατανάλωση ενέργειας που αντιστοιχεί γενικά σε υψηλό επίπεδο τιμών και έτσι μειώνει την τιμή της χονδρικής ενέργειας, και με τη σειρά της, τις τιμές λιανικής. Επίσης, αποτρέπει τις κυλιόμενες διακοπές ρεύματος αντισταθμίζοντας την ανάγκη

για περισσότερη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και μειώνει την ενέργεια που απαιτεί η παραγωγική μονάδα από την αγορά.[21]

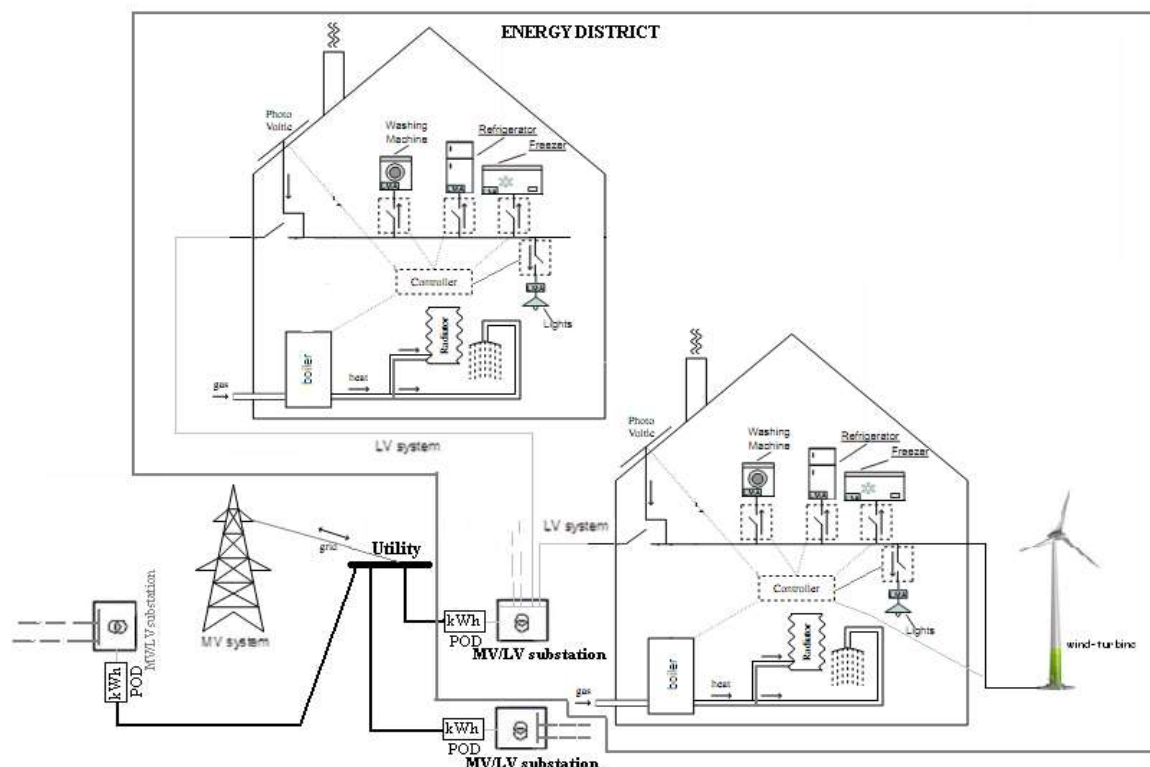
Γίνεται η εφαρμογή μεθοδολογιών ελέγχου που βασίζονται στο μέσο, για την βελτιστοποίηση από άποψη ενεργειακής απόδοσης, οι οποίες εφαρμόζουν μια ιεραρχική αρχιτεκτονική στις συσκευές του σπιτιού. Προτείνεται ένα μέσο ανά συσκευή, τα μέσα παρέχουν την τιμή παραγωγής (η απενεργοποίηση μιας συσκευής θεωρείται ως παραγωγή) και αποφασίζεται ποια μέσα θα παράγουν βάσει της αρχής της αγοράς. Οι πληροφορίες συγκεντρώνονται σε διαφορετικά επίπεδα με ιεραρχικό τρόπο αφού υπάρχουν πολλά μέσα. Στο προτεινόμενο ιεραρχικό σύστημα, η κύρια ιδέα είναι ότι ο συλλέκτης ενέργειας αντικαθίσταται από ένα συντονιστή, που περιορίζεται στη διαχείριση των αποφάσεων που λαμβάνονται από κάθε prosumer, διαμορφώνοντας την συμπεριφορά τους που ανταποκρίνονται στα σήματα τιμών που στέλνονται από τον ίδιο τον συντονιστή. Το προτεινόμενο σχήμα είναι πλήρως αποκεντρωμένο και κάθε prosumer λαμβάνει τις αποφάσεις αυτόνομα με βάση τις απαιτήσεις του και στοχεύει στην επίλυση του προβλήματος του prosumer. Ειδικότερα, το προτεινόμενο πρόγραμμα DR, βασίζεται στην συμπεριφορά του prosumer ώστε να αλλάξει το προφίλ τους σε σχέση με την διαθεσιμότητα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, ποσοτικοποιώντας αυτό που πιστεύει ότι είναι απαραίτητο να αποθηκεύσουν ώστε να «ξεπληρώσουν τον εαυτό τους» για το ταλαιπωρία που προκαλείται από τον επαναπρογραμματισμό της δικής τους κατανάλωσης. Λαμβάνοντας υπόψη μια τέτοια εκτίμηση, δεν είναι δυνατή η κεντρική βελτιστοποίηση στην προσφορά του μεμονωμένου Prosumer ή η ποσοτικοποίηση της ελάχιστης ποσότητας αποθήκευσης, τα οποία δεν μπορούν να καθοριστούν από τον συντονιστή.[21]

Ο συντονιστής στέλνει πληροφορίες σχετικά με την πώληση του ενεργειακού πλεονάσματος ανά ώρα (δηλαδή την τιμή ηλεκτρικής ενέργειας στην αγορά και την ποσότητα ενέργειας προς πώληση) και λαμβάνει προσφορές από κάθε Prosumer για την ποσότητα ενέργειας και τη διαθέσιμη τιμή αγοράς ώστε να επαναπρογραμματίσει την κατανάλωση ενέργειας. Με αυτό τρόπο, από αποκεντρωμένη άποψη, ο συντονιστής αφήνει την απόφαση συμμετοχής στο πρόγραμμα DR σε κάθε Prosumer. Ο συντονιστής, λοιπόν, διαχειρίζεται τις προσφορές και να επιλέγει αυτές που μεγιστοποιούν την χρησιμοποίηση της ED. Ο μηχανισμός της δημοπρασίας επιτρέπει να λαμβάνεται έμμεσα υπόψη η ανταπόκριση του τελικού χρήστη· εάν είναι λιγότερο δελεαστική, η προσφορά του για αγορά θα είναι χαμηλότερη και επομένως απίθανη η αποδοχή της. Σε αντίθεση, κατά την καθολική βελτιστοποίηση, η απόκριση του Prosumer, δηλαδή η αποδοχή της υποβάθμισης της άνεσης του ως αποτέλεσμα του καθολικού σχεδιασμού, θα πρέπει να υπολογιστεί για τον προγραμματισμό του προφίλ φορτίου. Ειδικότερα, η αξιολόγηση της απόκρισης μετασχηματίζει το πρόβλημα βελτιστοποίησης σε στοχαστικό με αποτέλεσμα την δυσκολία στη μοντελοποίηση και την ανάλυση της.[21] Χρησιμοποιώντας την προτεινόμενη προσέγγιση, το πρόγραμμα DR αντιμετωπίζει το πρόβλημα της αναστροφής ροής ισχύος μειώνοντας την πώληση και συνεπώς την έγχυση ενέργειας στο δίκτυο. Το προτεινόμενο πρόγραμμα DR βασίζεται στην ακόλουθη πολύ απλή υπόθεση: η τιμή πώλησης της ενέργειας είναι χαμηλότερη από το κόστος αγοράς. Ο διαφορά μεταξύ της τιμής πώλησης και του κόστους αγοράς οφείλεται σε διάφορους λόγους και στον τρόπο λειτουργίας της αγοράς ενέργειας. Πρώτα από όλα, για μια σύμβαση προμήθειας, το κόστος αγοράς για τον τελικό χρήστη είναι το άθροισμα του κόστους ενέργειας της αγοράς, συν το κόστος μεταφοράς, το σχετικό κόστος απώλειών στις γραμμές μεταφοράς και άλλα κόστη που σχετίζονται με άλλες χρεώσεις του δικτύου. Αυτά τα πρόσθετα κόστη μπορεί να οδηγήσουν σε αύξηση του κόστους ενέργειας κατά 50%. Εξάλλου, η κατανάλωση της ED δεν έχει άμεση οικονομική συναλλαγή λόγω εμποδίων στην αγορά ενέργειας, επομένως, δημιουργείται η ανάγκη ενός μεσάζοντα, του χονδρέμπορα. Το κόστος ενέργειας για την ED είναι υψηλότερο από την τιμή της αγοράς λόγω

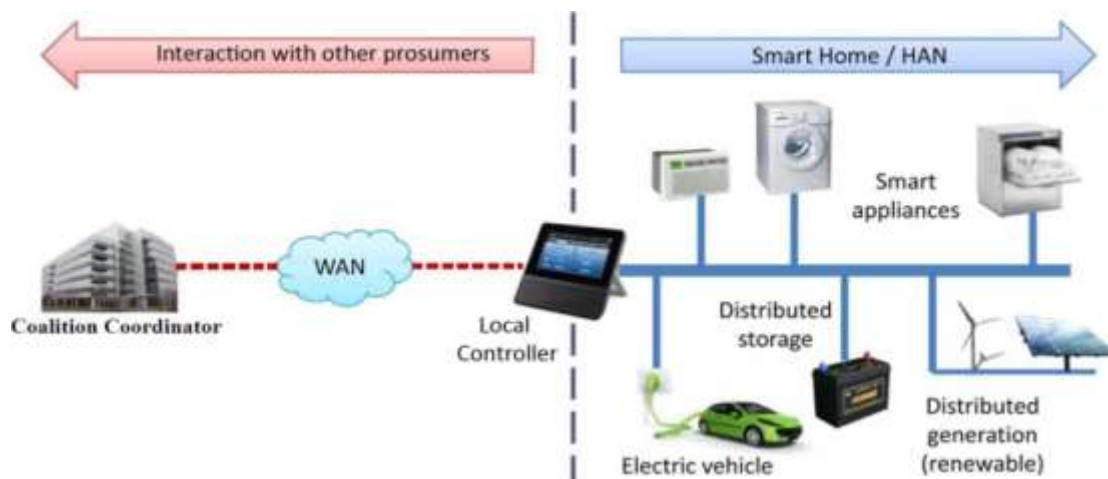
του κέρδους του χονδρέμπορα. Αντίθετα, η ενέργεια που παράγεται και πωλείται στο δίκτυο, χωρίς τα κίνητρα, αποτιμάται στην τιμή της αγοράς.[21]

Αυτές οι ενώσεις είναι κυρίως μη κερδοσκοπικοί οργανισμοί, που παρέχουν στα μέλη τους οικονομικά πλεονεκτήματα, ελαχιστοποιώντας το κόστος κατανάλωσης ενέργειας μεταβάλλοντας τη χρήση ενέργειας ανάλογα στις ωριαίες διακυμάνσεις στα τιμολόγια ενέργειας, με πρόσθετο κοινωνικό όφελος από τη μείωση της πιθανότητας υπερφόρτωσης του συστήματος. Η βέλτιστη λειτουργία της ενεργειακής περιοχής είναι υποχρέωση του συλλέκτη που, να λαμβάνει υπόψη τόσο τις διακυμάνσεις του φορτίου όσο και των καιρικών συνθηκών λειτουργίας, χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα απόκρισης ζήτησης για την επίτευξη αυτού του στόχου. Το προτεινόμενο πρόγραμμα απόκρισης ζήτησης (DR) έχει σχεδιαστεί για να μειώνει την ανάστροφη ισχύ στον υποσταθμό MV/LV ελαχιστοποιώντας το ενεργειακό κόστος της Ενεργειακής Περιοχής. [20]

Η αρχιτεκτονική έλεγχου και επικοινωνίας της ED φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Εκμεταλλεύεται τα δύο επίπεδα έλεγχου του προτεινόμενου σχήματος διαχείρισης ενέργειας της ED: στο επίπεδο του prosumer, ο τοπικός ελεγκτής παρέχει βέλτιστο προγραμματισμό των ελεγχόμενων φορτίων λαμβάνοντας τις πληροφορίες που δίνει ο συντονιστής, σε επίπεδο ένωσης, με βάση τον σχεδιασμό του τοπικού ελεγκτή, εφαρμόζεται το πρόγραμμα DR προκειμένου να μεγιστοποιηθεί η χρησιμότητα της ένωσης. Για υλοποίηση αρχιτεκτονικής επικοινωνίας ED είναι απαραίτητο να υπάρχει ένας τοπικός ελεγκτής για κάθε prosumer, ο οποίος να παρακολουθεί και να ελέγχει τα φορτία ρυθμίζοντας τα σημεία ρύθμισης όπως η εσωτερική θερμοκρασία, χρονοδιακόπτες φωτισμού και ούτω καθεξής, προκειμένου να προσδιοριστεί το βέλτιστο προφίλ χρήσης ενέργειας ως αποτέλεσμα των σημάτων τιμών και να προβλεφθεί η παραγωγή ενέργειας που στέλνει ο συντονιστής της ένωσης. [21]



Εικόνα 20-Παράδειγμα Ενεργειακής Περιοχής



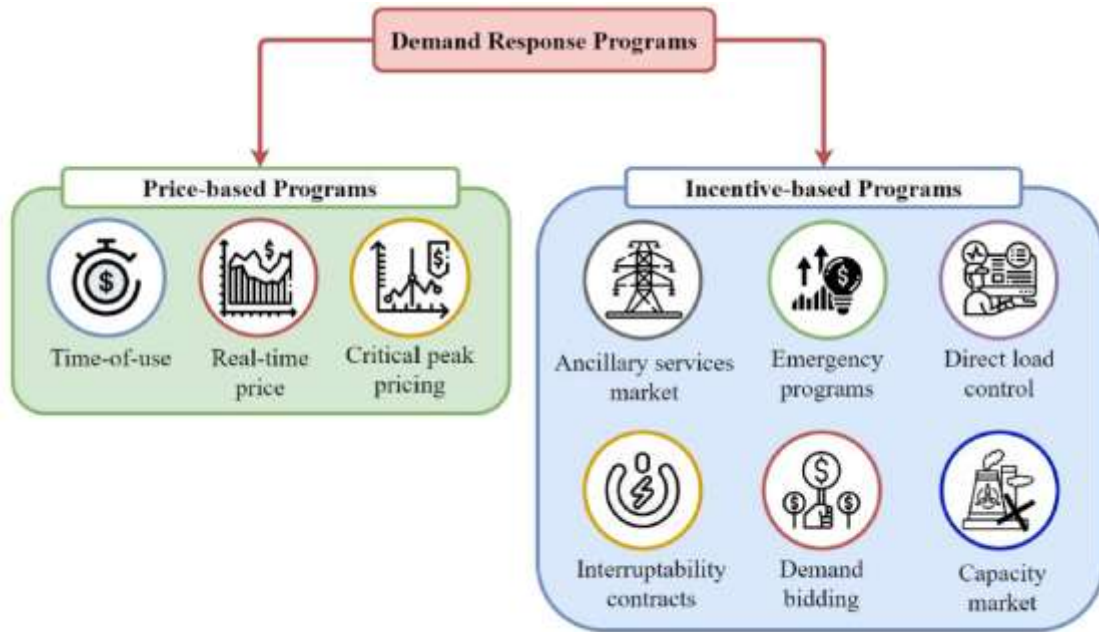
Εικόνα 21-Αρχιτεκτονική ελέγχου και επικοινωνίας Ενεργειακής Περιοχής

2.3.3 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ

Τα προγράμματα DR ενθαρρύνουν τους χρήστες να παρακολουθούν την κατανάλωση ενέργειας σε πραγματικό χρόνο. Μέσω των δεδομένων κατανάλωσης, οι χρήστες μπορούν να διαχειρίζονται την ενέργεια που χρησιμοποιούν ανάλογα με τα ενδιαφέροντά τους. Από την άλλη πλευρά, ο διαχειριστής της αγοράς στοχεύει στη δημιουργία συνέργειας όσον αφορά τις ανησυχίες που σχετίζονται με την λειτουργία του δικτύου και τους καταναλωτές. Με αυτόν τον τρόπο, ο διαχειριστής της αγοράς χρησιμοποιεί τον μηχανισμό DR για τη βελτιστοποίηση των ενεργειακών πόρων, για την επίτευξη αξιοπιστίας, την ενεργειακή απόδοση του δικτύου και την μείωση του κόστους των υπηρεσιών συστήματος. Τα προγράμματα DR χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, τα Πρόγραμμα που βασίζονται στην Τιμή (Price-based, PBP) και Πρόγραμμα βασισμένο στα κίνητρα (Incentive-based Program, IBP), όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.[7] Το PBP περιλαμβάνει το χρόνο χρήσης, την τιμή σε πραγματικό χρόνο και την κρίσιμη τιμή αιχμής, ενώ το IBP αποτελείται από βοηθητικές υπηρεσίες της αγοράς, προγράμματα έκτακτης ανάγκης, έλεγχο του άμεσου φορτίου, διακοπτόμενες συμβάσεις, προσφορά ζήτησης και αγορά χωρητικότητας. Το PBP στοχεύει στην αλλαγή του προφίλ κατανάλωσης, αλλάζοντας το σχήμα της καμπύλης ζήτησης ως συνάρτηση της ωριαίας τιμής κατά την διάρκεια της ημέρας. Από την άλλη πλευρά, το IBP προωθεί οικονομικά κίνητρα στους τελικούς χρήστες για τη μείωση της κατανάλωσης σε κρίσιμες στιγμές λειτουργίας του συστήματος, όπως η υψηλή ζήτηση και το φορτίο ροής συμφόρησης [8].

2.3.3.1 ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ ΓΙΑ PROSUMERS

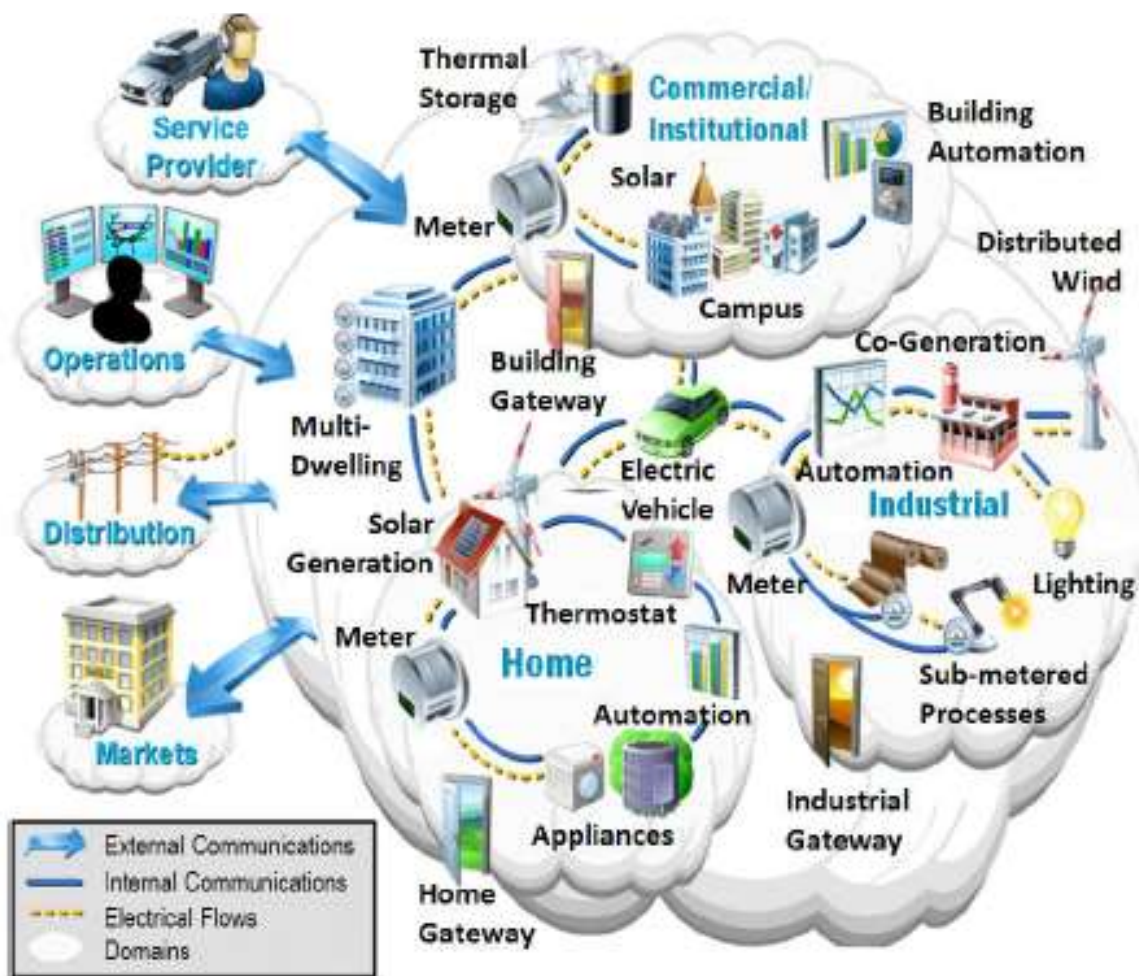
Οι Prosumers που υιοθετούν τα προγράμματα PBP έχουν οφέλη όπως η κατανάλωση αιχμής και η μετατόπιση φορτίου, αλλά και η βελτιστοποίηση της λειτουργίας του ηλεκτρικού δικτύου. Η τιμή της ενέργειας είναι μια μεταβλητή ελέγχου που επηρεάζει τα προφίλ κατανάλωσης ενέργειας των Prosumers μέσω του επαναπρογραμματισμού του φορτίου σε ώρες αιχμής και εκτός ωρών αιχμής. Έτσι, η χρήση αλγορίθμων βελτιστοποίησης στα προγράμματα DR μπορεί να έχει στόχο τη μεγιστοποίηση της κοινωνικής πρόνοιας των Prosumers και την ελαχιστοποίηση των λειτουργικών εξόδων. Εκτιμάται ότι οι διαχειριστές του συστήματος διανομής ενσωματώνοντας τους εμπόρους λιανικής και τους συλλέκτες ενέργειας στα προγράμματα IBP, μετατρέπουν τον Prosumer σε σημαίνοντα παίχτη στη λειτουργία του ηλεκτρικού δικτύου. Οι Prosumers διαμορφώνουν την ενεργειακή τους ζήτηση για την κάλυψη διάφορων στόχων σε επίπεδο δικτύου και για να λάβουν οικονομικά οφέλη.



Εικόνα 22-Τύποι προγραμμάτων Demand Response

Το ISO θα στείλει ένα σήμα σε κάθε Prosumer για τροποποίηση της κατανάλωσης για περιορισμένη περίοδο και, ως ανταμοιβή για τη μείωση της κατανάλωσης θα λάβει οικονομικό κίνητρο. Έτσι, από την πλευρά των Prosumers, με την ένταξη στο IBP, θα είναι σε θέση να συμμετέχουν πιο ενεργά στην αγορά ενέργειας, υποβάλλοντας την προσφορά για την ποσότητα ενέργειας και να μειώσουν ή να αυξήσουν τη ζήτηση τους με τον διαχειριστή/συλλέκτη ενέργειας με την αποδοχή ή μη της προσφοράς. Οι Prosumers χρησιμοποιούν προγράμματα βελτιστοποίησης για να ορίσουν την ιδανική καμπύλη φορτίου για την κάλυψη των συμφωνημένων, με τον ISO, προφίλ κατανάλωσης, βελτιώνοντας είτε μετατοπίζοντας στο χρόνο το φορτίο.

Οι Prosumers, μέσω έξυπνων συσκευών και αλγορίθμων βελτιστοποίησης, μπορούν να λάβουν αποτελεσματικές αποφάσεις σχετικά με την διαχείριση της ενέργειάς τους. Στα παραπάνω λαμβάνονται υπόψη οι λειτουργικοί περιορισμοί και το ενεργειακό ισοζύγιο, μειώνοντας το φορτίο αιχμής σε συγκεκριμένες περιόδους. Με τη σειρά τους αυτά οι ρυθμίσεις μπορούν να οδηγήσουν σε μείωση των τιμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, μειώνοντας έτσι το λειτουργικό κόστος του συστήματος [8]



Εικόνα 23-Διάγραμμα αναφοράς για τομέα πελάτη[24]

Πίνακας Περιπτώσεων χρήσης με περιβάλλον πελάτη και αντίστοιχα στοιχεία πληροφοριών[24]		
Ταξινόμηση Περιπτώσεων Χρήσης	Περιγραφή	Απαιτούμενα στοιχεία πληροφοριών από το περιβάλλον πελάτη
Αγορά Ενέργειας	Εξισορρόπηση και πώληση ενέργειας, εξωτερικά με αγορές ρεύματος, φυσικού αέριου και άλλες αγορές και εσωτερικά εξισορρόπηση των πηγών ενέργειας.	Στοιχεία κόστους προμήθειας ενέργειας (συμπεριλαμβανομένης της προβλεπόμενης τιμής ηλεκτρικής ενέργειας), συναλλαγές της αγοράς (προτάσεις ενδιαφέροντος, προσφορές και συναλλαγές). Οι προβλέψεις ζήτησης απαιτούν δεδομένα πρόγνωσης καιρού.

Απόκριση Ζήτησης	Απόκριση ζήτησης: Δυνατότητα DR μιας μέρας μπροστά και ημερήσιο DR. Fast-DR (βοηθητικές Υπηρεσίες); και επικοινωνίες των τιμών. Περιλαμβάνει επικοινωνίες εκδηλώσεων, υπηρεσίες υποστήριξης, ανατροφοδότηση και μέτρηση και επαλήθευση (M&V).	Πληροφορίες συμβάντος DR (ώρα έναρξης, διάρκεια και επίπεδο/ποσό), τιμή και προϊόν, κατάσταση συμβάντος, πλαίσιο αγοράς, αναγνωριστικό πόρου και τοποθεσία υπηρεσίας. οι πληροφορίες Υποστήριξης περιλαμβάνουν: εγγραφή, επιλογή in/out, διαθεσιμότητα, Απόκριση συμβάντων και δεδομένα μετρητή για M&V.
Άμεσος Έλεγχος Φορτίου (DLC)	Άμεσος έλεγχος των φορτίων εγκατάστασης.	Εντολές για ενεργοποίηση/απενεργοποίηση τερματικού κόμβου ή περισσότερο εξελιγμένα σήματα ελέγχου παραγωγής/αποθήκευσης
Διαχείριση Ενέργειας Εγκαταστάσεων (FEM)	Διαχείριση ενέργειας των φορτίων εγκατάστασης, αποθήκευσης και παραγωγής που περιλαμβάνει την παρακολούθηση, τον σχεδιασμό και τον έλεγχο της χρήσης ενέργειας της εγκατάστασης, εκπομπές και ποιότητα ενέργειας.	Επικυρωμένα δεδομένα μετρητή (χρήση ενέργειας), δεδομένα κόστους ενέργειας (συμπεριλαμβανομένων των προβλέψεων των τιμών ηλεκτρικής ενέργειας), στοιχεία εκπομπών και προβλέψεων καιρού.
Διαχείριση και Παρακολούθηση Απομακρυσμένου συστήματος	Παρακολούθηση και διαχείριση του συστήματος υγείας από τους παρόχους υπηρεσιών για τα διαγνωστικά του συστήματος και διαχείριση ενέργειας εξ αποστάσεως .	Δεδομένα μετρητών υψηλής συχνότητας, δεδομένα ποιότητας ισχύος και κατάσταση υποσυστήματος. Το απομακρυσμένο FEM ενδέχεται να απαιτεί επιπλέον δεδομένα συστήματος (χρονοδιαγράμματα πληρότητας και διεργασιών, επιχειρηματικός σχεδιασμός, κ.λπ.)
Ένταξη των καταναλωτών πόρων ενέργειας των καταναλωτών	κατάσταση Ανταλλαγής μεταξύ του δικτύου και των καταναμημένων πόρων ενέργειας (DER).	Προβλέψεις τάσης και ποιότητας δικτύου, κατάσταση παραγωγής και αποθήκευσης (διαθέσιμη ισχύς, επίπεδο φόρτισης, ρυθμοί ράμπας, χρονοδιάγραμμα διαθεσιμότητας, προτεραιότητα, παρούσα ζήτηση, πρόβλεψη ζήτησης, κλπ.). Εναλλακτικά, η ενσωμάτωση DER μπορεί να ενεργοποιηθεί μέσω συναλλαγών αγοράς ή σημάτων DR.

Ειδοποίηση έκτακτης ανάγκης	Ειδοποίηση ότι υπάρχει επικείμενη διακοπή ρεύματος	Ειδοποιήσεις και προειδοποιήσεις για την υποβάθμιση του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας ή σφάλματος.
-----------------------------	--	--

Πίνακας 3-Περιπτώσεων χρήσης με περιβάλλον πελάτη και αντίστοιχα στοιχεία πληροφοριών

3 Μελέτες Περιπτώσεων: Αναφορά σε χώρες και εφαρμογές των Prosumers

3.1 Οι Prosumers στην Ευρώπη

Η παραγωγή ενέργειας μέσω οικιακών τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας συμβάλλει στην μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, επιταχύνει την ενεργειακή μετάβαση και παρέχει σημαντικά οφέλη για την κοινότητα. Στο έργο «Energy Prosumption in Europe», οι συμμετέχοντες, το Ecologic Institute, το CE Delft και το Fraunhofer ISI αναλύουν στον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Ενέργειας πώς λειτουργεί η παραγωγή ενέργειας μέσω των prosumers (Prosumption) στις 32 χώρες μέλη του οργανισμού – με στόχο να εμπνεύσει τους πολίτες και τους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων σε όλα τα επίπεδα για την επέκταση του Prosumption.[6]

Η παραγωγή ενέργειας μέσω **Prosumers** στην Ευρώπη μπορεί να λάβει πολλές διαφορετικές μορφές, ανάλογα με την κλίμακα, τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται, το οργανωτική δομή και το επιχειρηματικό μοντέλο. Υπάρχουν πολλές επιτυχημένες και ενδιαφέρουσες τοπικές και περιφερειακές πρωτοβουλίες **Prosumers** σε όλη την Ευρώπη. Σε αυτό το έργο γίνεται αναφορά σε τέσσερις ενδεικτικές περιπτώσεις, ώστε να γίνει σαφής ο τρόπος που μπορούν οι πολίτες να συμβάλλουν. Αυτή η επιλογή έγινε με σκοπό να παρουσιαστεί η καλύτερη δυνατή λύση ανά περιοχή, καθώς και οι διαφορές σε οργανωτικό επίπεδο, δομή, τεχνολογίες, επιπτώσεις, επιχειρηματικά μοντέλα και ιδιοκτησία. Μέσα από αυτές τις περιπτώσεις φαίνεται ότι όταν οι τοπικές συνθήκες και το πλαίσιο πολιτικής παρέχουν τις κατάλληλες συνθήκες για έργα **Prosumers**, οι πολίτες και οι κοινότητες μπορούν να αναπτύξουν επιτυχημένα έργα μαζί. Ο πιο σημαντικός ρόλος είναι ο οικονομικός παράγοντας. Τα έργα έχουν αντίκτυπο σε πολλά διαφορετικά επίπεδα: μείωση των αερίων θερμοκηπίου (GHG), παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, κοινωνικά οφέλη, βελτίωση της ασφάλειας εφοδιασμού κ.λπ. Τα έργα αυτά έχουν υλοποιηθεί υπό συγκεκριμένες συνθήκες και μπορεί να μην μπορούν να χρησιμοποιηθούν παντού, αλλά τα κύρια χαρακτηριστικά και οι αρχές τους μπορεί να διαμορφωθούν και να εφαρμοστούν σε παρόμοιες συνθήκες.

3.1.1 Ο Ενεργειακός Συνεταιρισμός Som Energía στην Ισπανία

Η Som Energía είναι μια κοινότητα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας από ομάδες σε όλη την Ισπανία. Ο συνεταιρισμός έχει περισσότερα από 77.000 μέλη που συμμετέχουν στην ενεργειακή μετάβαση με διάφορους τρόπους. Τα μέλη της καταβάλλουν προκαταβολή 100€ και υπογράφουν σύμβαση που εγγυάται την προμήθεια ηλεκτρικής ενέργειας από 100% ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η Som Energía παρέχει ηλεκτρική ενέργεια από ιδιοκτίτες εγκαταστάσεις ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) ή από αγορά ισπανικών ΑΠΕ με πράσινα πιστοποιητικά. Η πλεονάζουσα ηλεκτρική ενέργεια της Som Energía πωλείται στην αγορά. Η κοινότητα παράγει το 4,4% των ΑΠΕ, ύψους 18.800 MWh το 2021. Ο συνεταιρισμός δεν έχει δικό του δίκτυο και δεν είναι υπεύθυνος για την εξισορρόπηση του δικτύου. Τα μέλη πληρώνουν φόρους, εισφορές και τέλη χρήσης του δικτύου. Οι περισσότερες ΑΠΕ της Som Energía δεν λαμβάνουν επιδοτήσεις. Από το 2014, μια ειδική τιμή, η οποία χρηματοδοτείται από τον εθνικό προϋπολογισμό, επιδοτεί τους παραγωγούς για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στην Ισπανία.

ΟΝΟΜΑ	ΧΩΡΑ	ΚΥΡΙΑ ΟΡΓΑΝΩΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΚΥΡΙΑ ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ
Som Energía, S. Coop.	ΙΣΠΑΝΙΑ	Μη κερδοσκοπικός καταναλωτικός συνεταιρισμός με εθελοντικά μέλη το 2010, αριθμεί περισσότερα από 77.000 μέλη το 2021	14 φωτοβολταϊκοί (ΦΒ) σταθμοί, 1 υδροηλεκτρικός μονάδα και 1 μονάδα βιοαερίου. Παραγωγή 2021: 18,8GWh. Ενέργεια που πωλήθηκε το 2021: 430GWh.
Schoonschip	ΟΛΛΑΝΔΙΑ	Τοπική κοινότητα 47 πλωτών νοικοκυριών στο Άμστερνταμ.	Αντλίες θερμότητας, Φ/Β πάνελ, ηλιακοί Συλλέκτες, μπαταρία και θερμική αποθήκευση. Ένα ιδιωτικό έξυπνο δίκτυο με κεντρική σύνδεση με το δημόσιο δίκτυο.
Hvide Sande Fjernvarme	ΔΑΝΙΑ	Ενεργειακή εταιρεία ιδιοκτησίας καταναλωτών, που ιδρύθηκε το 1963. Η εταιρεία λειτουργεί δίκτυο τηλεθέρμανσης.	Τηλεθέρμανση με ηλεκτρικό λέβητα 6MW, Ηλιοθερμικοί συλλέκτες επιφανείας 9.576τμ, 3 ανεμογεννήτριες (3MW έκαστη). Αντλία θερμότητας για την περιοχή με ισχύ θέρμανσης 4,7MW.
Compile — Luče	ΣΛΟΒΕΝΙΑ	Έξυπνη διαχείριση φορτίου με αυτάρκεια ενέργειας σε ένα απομακρυσμένο χωριό με συχνές διακοπές τροφοδοσίας.	Κοινόχρηστη Μπαταρία για όλη την κοινότητα (150kW/333kWh), 5 οικιακές μπαταρίες, φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις και ένα σημείο φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων.

Πίνακας 4-Μελέτες Περιπτώσεων ανά την Ευρώπη

Η Som Energía χρησιμοποιεί ένα μοντέλο χρηματοδότησης, που ονομάζεται «Generation kWh» ώστε να αυξήσει τις επενδύσεις σε νέα έργα ΑΠΕ. Όλα τα μέλη μπορούν να συμμετέχουν αγοράζοντας μετοχές. Για κάθε 100 ευρώ, οι επενδυτές παίρνουν κάποιες κίλοβατώρες στο κόστος της παραγωγής κάθε χρόνο, για 25 χρόνια. Μέσω ενός συμβολαίου μακράς διάρκειας καλύπτονται πάγια έξοδα όπως συντήρηση, ενοίκιο και ασφάλιση, και πληρώνονται Φόροι, τέλη δικτύου κ.λπ. Το κεφάλαιο της επένδυσης θα επιστραφεί στον επενδυτή με την πάροδο 25 χρονών. Σε αντίθεση με τις άλλες επενδύσεις, το μοντέλο χρηματοδότησης «Generation kWh» δεν έχει οικονομικό αντίκτυπο αλλά παρέχει φθηνότερο ρεύμα. Η Som Energía έχει αναπτύξει εμπιστοσύνη μεταξύ των μελών της, που οδηγεί σε γρήγορη απόκτηση κεφαλαίων για τη χρηματοδότηση νέων έργων. Τα μέλη που θέλουν να εγκαταστήσουν το δικό τους Φ/Β σύστημα (με μπαταρία) στην οροφή τους, κερδίζουν μειωμένες τιμές λόγω της αυξημένη ισχύος, το οποίο τους δίνει μεγαλύτερη διαπραγματευτική ικανότητα. Η μέση εγκατεστημένη ισχύς είναι 3 kWp (κίλοβάτ αιχμής) και το 10% των

prosumers εγκαθιστά και μπαταρίες. Ο συνεταιρισμός είτε προμηθεύει την με ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από μέλη της κοινότητας σε άλλα μέλη χρησιμοποιώντας το δίκτυο, είτε την πουλά στην αγορά. Τα μέλη κερδίζουν από την περίσσεια ενέργειας μέσω της εξισορρόπησης του δικτύου ή με αποζημίωση για την ηλεκτρική ενέργεια που εγχέεται στο δίκτυο (19 λεπτά/kWh, τον Ιούνιο του 2022). Τα μέλη έχουν την δυνατότητα να μοιραστούν τη συνδρομή τους με πέντε άλλα μέλη χωρίς κάποιο κόστος. Αυτό ευνοεί άτομα με χαμηλά εισοδήματα, επειδή η Som Energía, μαζί με τους συνεργαζόμενους δήμους, καλύπτει το ενεργειακό κόστος των μελών της.

Η Som Energía αναπτύσσεται πιο γρήγορα από ό,τι την ισχύ που μπορεί να παρέχει. Θα πρέπει είτε να υποστηρίξει μόνο μεγάλα έργα ΑΠΕ ή να σταματήσει την ανάπτυξη των μελών της. Το γεγονός ότι η Som Energía δραστηριοποιείται σε όλη τη χώρα είναι τροχοπέδη, γιατί κάθε περιοχή διαφέρει ως προς τον ρυθμό ανάπτυξης και τις απαιτούμενες επενδύσεις.

Η Som Energía αναπτύσσεται ταχέως τα τελευταία χρόνια, μεταξύ 2018 και 2021, ο συνεταιρισμός σχεδόν διπλασίασε τις πωλήσεις του σε ηλεκτρική ενέργεια. Μέσω του χρηματοδοτικού προγράμματος «Generation kWh», ο συνεταιρισμός ανέλαβε έργα τα οποία δεν θα ήταν κερδοφόρα για παραδοσιακές επιχειρήσεις με οικονομικά κριτήρια, αλλά είναι σημαντικά για την κοινότητα. Καθώς προχωρά με δικές της εγκαταστάσεις, η κοινότητα στοχεύει στην συνεργασία με άλλους ενδιαφερόμενους φορείς, όπως ο ενεργειακός συνεταιρισμός της Energética. Με αυξανόμενες τεχνολογικές και ρυθμιστικές λύσεις, η Som Energía μπορεί να διαχειριστεί την ενεργειακή ζήτηση των μελών της, και να μετατραπεί σε πάροχο υπηρεσιών που προσφέρει ευέλικτη σύνδεση με το δίκτυο. Η κοινότητα αυξάνει την παροχή ενέργειας στο δίκτυο όταν η ζήτηση είναι υψηλή ή αναδιανέμει την παροχή ενέργειας μεταξύ των μελών της όταν η ζήτηση στο δίκτυο είναι χαμηλή. Επιπλέον, η Som Energía μπορεί επίσης να παρέχει υπηρεσίες εξισορρόπησης δικτύου.

Χαρακτηριστικά της κοινότητας:

Μέγεθος: Σε όλη την Ισπανία, 73.000 ανεξάρτητα μέλη, 2.700 επιχειρήσεις και συνεταιρισμοί, 613 ιδρύματα και οργανισμοί, περισσότεροι από 100 δημόσιοι οργανισμοί, 57 τοπικές ομάδες.

Παραγωγή ενέργειας μέσα στο 2021: 429.985MWh, η οποία πουλήθηκε, 18.823MWh συνολική παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια, 1.249MWh από υδροηλεκτρική ενέργεια, 2.186MWh από Βιοαέριο, 15.388MWh από Φωτοβολταϊκά.

Εργατικό δυναμικό: 105 εργαζόμενοι

3.1.2 Η Ενεργειακή κοινότητα Schoonschippers στην Ολλανδία

Οι «**Schoonschippers**» (ή «Fair Skippers») είναι μια τοπική κοινότητα από ανεξάρτητα νοικοκυριά. Το έργο, που βρίσκεται στο Άμστερνταμ, και αποτελεί την πιο βιώσιμη πλωτή γειτονιά στην Ευρώπη. Σαράντα έξι οικογένειες ζουν στο «woonboten», μια ολλανδική έννοια, στην οποία οι άνθρωποι ζουν μόνιμα σε ειδικά διαμορφωμένες βάρκες. Το Schoonschip έχει ένα ιδιωτικό έξυπνο δίκτυο, το οποίο επιτρέπει στα νοικοκυριά να βελτιστοποιούν την χρήση ενέργειας μεταξύ τους, με μια έξυπνη πλατφόρμα για τη διαχείριση του δικτύου. Το Schoonschip στοχεύει, επίσης, να βελτιώσει την οικολογία του νερού. Τα νοικοκυριά μοιράζονται ηλεκτρικά αυτοκίνητα, ποδήλατα και ποδήλατα για μεταφορά φορτίου.

Οι οικογένειες που ζουν στο Schoonschip αποτελούν μια ενεργή κοινότητα. Αν και ο οργανισμός λειτουργεί συλλογικά στην πραγματικότητα, οι συμμετέχοντες είναι όλοι ανεξάρτητοι. Ο συνεταιρισμός δημιουργήθηκε για την ανάπτυξη του έξυπνου δικτύου. Το συμβούλιο του συνεταιρισμού διαχειριζόταν τις περιβαλλοντικές απαιτήσεις. Το 2019, ένας νέος ιδιωτικός οργανισμός με το όνομα «Pioneer Vessel» ξεκίνησε από το διοικητικό συμβούλιο. Ο οργανισμός κάνει δυνατή την κοινή χρήση των υποδομών και οργανώνει όλες

τις δραστηριότητες στους κοινόχρηστους χώρους, όπως ξεναγήσεις για επισκέπτες. Κάθε μέλος του οργανισμού καταβάλλει μια μικρή ετήσια συνεισφορά για να λάβει μέρος αυτές τις δραστηριότητες. Ο εξοπλισμός είναι ιδιοκτησία της κοινότητας, και ο κάθε συμμετέχων καλείται να επενδύσει 70.000 ευρώ για την κάλυψη του κόστους της βάρκας, ηλεκτρισμού και υδραυλικών, κόστη του έργου και το κόστος των απαραίτητων αδειών. Συνολικά, το κόστος του έργου είναι υψηλότερο από το μέσο κόστος κατασκευής νεόδμητων κατοικιών. Αν και το κόστος κατασκευής των κιβωτών-βαρκών είναι συγκρίσιμο με την κατασκευή βιώσιμης κατοικίας επί γης, υπάρχει πρόσθετο κόστος για το κοινόχρηστο λιμάνι, τις κοινόχρηστες εγκαταστάσεις καθώς και δαπάνες για νομικά θέματα.

Οι τοπικές φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις τροφοδοτούν με ηλεκτρική ενέργεια το έξυπνο δίκτυο, το οποίο επιτρέπει την κοινή χρήση ενέργειας από όλη την κοινότητα, για παράδειγμα εάν όταν ένα νοικοκυριό βρίσκεται σε διακοπές η ενέργεια του μπορεί να χρησιμοποιηθεί από την υπόλοιπη κοινότητα. Οι μπαταρίες προσφέρουν πρόσθετη ευελιξία. Ο στόχος της κοινότητας είναι να εξισορροπήσει την προσφορά και τη ζήτηση ενέργειας εντός του τοπικού δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας και έχει μόνο μία κεντρική σύνδεση με το δίκτυο της πόλης. Η ανταλλαγή ενέργειας μεταξύ της κοινότητας Schoonschip και του δικτύου της πόλης είναι πολύ λιγότερη, σε σύγκριση με prosumers, οι οποίοι διαθέτουν ατομικά φωτοβολταϊκά πάνελ και δεν μοιράζονται την ενέργειά τους με τους γείτονες. Η περισσότερη ενέργεια χρησιμοποιείται και/ή αποθηκεύεται από το ίδιο το δίκτυο Schoonschip, μειώνοντας την ανταλλαγή ενέργειας με το δημόσιο δίκτυο.

Τα ενεργειακά κόστη των νοικοκυριών είναι πολύ χαμηλά ή μηδενικά, δεδομένου ότι η ενέργεια παράγεται, αποθηκεύεται και χρησιμοποιείται τοπικά και στόχος του έργου είναι η ενεργειακή ουδετερότητα κατά τη διάρκεια του έτους. Μέσω της εξοικονόμησης νερού επέρχεται πρόσθετη μείωση κόστους των νοικοκυριών. Η κοινότητα στοχεύει στην ενίσχυση της κοινωνικής συνοχής μεταξύ των μελών της. Έχει έναν αριθμό κοινόχρηστων εγκαταστάσεων και προωθεί την κοινή χρήση των ιδιωτικών αντικειμένων, όπως εργαλεία και μαζική αγορά τροφίμων από τοπικό παραγωγό. Η κοινότητα διοργανώνει επίσης δραστηριότητες, συμπεριλαμβανομένων ξεναγήσεις για τους επισκέπτες.

Χαρακτηριστικά της κοινότητας:

Μέγεθος: 30 κιβωτοί-βάρκες, 46 νοικοκυριά, 105 κάτοικοι

Παραγωγή ενέργειας: 500 ηλιακά πάνελ, 30 αντλίες θερμότητας, αρκετές μπαταρίες

Οικολογία: πλωτοί κήποι

3.1.3 Hvide Sande Fjernvarme: Ιδιόκτητη περιοχή τηλεθέρμανσης στη Δανία

Η Hvide Sande Fjernvarme AmbA είναι μία από τις πολλές εταιρείες ενέργειας που ανήκουν σε καταναλωτές, οι οποίες βρίσκονται εκτός μεγάλων πόλεων στη Δανία. Η Ένωση Τηλεθέρμανσης της Δανίας, η οποία ιδρύθηκε το 1963, είναι μια ομάδα συνεργατών, η οποία προωθεί μοντέλα prosumption στον τομέα της θέρμανσης. Η εταιρεία λειτουργεί το δίκτυο τηλεθέρμανσης στα δυτικά της Δανίας. Το δίκτυο (σωλήνες, εξοπλισμός ελέγχου, κ.λπ.), αποτελείται από δύο μονάδες ΣΗΘ αερίου θερμότητας και ηλεκτροπαραγωγής, δύο λέβητες αερίου και παραγωγή θερμότητας μέσω ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, συμπεριλαμβανομένων των ηλιακών θερμικών συλλεκτών, μια αντλία θερμότητας μεγάλης κλίμακας και ένα ηλεκτρικό λέβητα, και τρεις ανεμογεννήτριες. Η εταιρεία διοικείται από πενταμελές συμβούλιο, το οποίο εκλέγεται από γενική συνέλευση, με 2ετή θητεία. Με αυτόν τον τρόπο, όλοι οι χρήστες συμμετέχουν στην επιλογή των προμηθευτών και σε σημαντικές αποφάσεις. Η εταιρεία απασχολεί τρία άτομα για την τεχνική λειτουργία, υποστήριξη γραφείου

και παροχή υπηρεσιών. Στην Δανία, τα δίκτυα τηλεθέρμανσης έχουν μη κερδοσκοπικό χαρακτήρα, σύμφωνα με την νομοθεσία. Επειδή το δίκτυο τηλεθέρμανσης ανήκει σε όλους του καταναλωτές, το κόστος θέρμανσης μοιράζεται και η τιμή για την ενέργεια θέρμανσης πέφτει, με αποτέλεσμα να αυξάνεται ο αριθμός των συνδεδεμένων καταναλωτών.

Η ενεργειακή κοινότητα στο Hvide Sande, εκτός από την παραγωγή θερμότητας από ηλιακούς συλλέκτες, χρησιμοποιεί ένα ηλεκτρικό λέβητα και μια αντλία θερμότητας μεγάλης κλίμακας, τα οποία λειτουργούν με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, για παράδειγμα από την κοινοτική ανεμογεννήτρια, για να παράγουν θερμότητα. Η χρήση ηλεκτρικής ενέργειας για την παραγωγή θερμότητας με αντλίες θερμότητας είναι απαραίτητη για τη βελτίωση της ενσωμάτωσης των ανανεώσιμων πηγών στο σύστημα και στην αντιστάθμιση των ελλείψεων σε αιολική και ηλιακή ενέργεια. Ενώ οι αντλίες θερμότητας χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο σε οικιακό επίπεδο, οι αντλίες θερμότητας μεγάλης κλίμακας χρησιμοποιούνται σπάνια, η κοινότητα του Hvide Sande είναι πρωτοπόρος σε αυτή την τεχνολογία. Οι αντλίες θερμότητας είναι μια πολύ αποδοτική τεχνολογία. Ο ηλεκτρικός λέβητας, που χρησιμοποιεί το Hvide Sande, είναι μια πολύ απλή και φθηνή τεχνολογία, που παρέχει πρόσθετη ευελιξία σε σχέση με το φορτίο αιχμής και όταν η παράγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές είναι μεγάλη. Επιπλέον, το ίδιο το δίκτυο τηλεθέρμανσης παρέχει αποθήκευση της ενέργειας και επιπλέον αποθηκευτικός χώρος (π.χ. δεξαμενές ζεστού νερού) προστίθεται εύκολα με χαμηλό κόστος, το οποίο κάνει το σύστημα πολύ ευέλικτο. Ολόκληρο το σύστημα μπορεί να συμβάλει με αυτό τον τρόπο στην ενσωμάτωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας και την αποτελεσματική χρήση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας.

Οι μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, όπως ανεμογεννήτριες, φωτοβολταϊκά, υδροηλεκτρικούς σταθμούς, καθώς και από βιοκαύσιμα, τα οποία χρησιμοποιούνται για την παραγωγή θερμότητας, έχουν φορολογικές ελαφρύνσεις στη Δανία. Οι εγκαταστάσεις ΣΗΘ μικρής κλίμακας έλαβαν επιδοτήσεις στο παρελθόν, αλλά σταμάτησαν το 2018 γιατί χρησιμοποιούσαν ορυκτά καύσιμα. Έτσι, οι τεχνολογίες τηλεθέρμανσης στρέφονται προς την άμεση ηλεκτροδότηση και την βιομάζα. Στην περίπτωση ιδιοκατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, εισφορές και τέλη, για παράδειγμα χρεώσεις δικτύου, πρέπει να πληρωθούν σε περίπτωση που χρησιμοποιείται δημόσιο δίκτυο. Έτσι, η Hvide Sande πουλά την ηλεκτρική ενέργεια που παράγει στο δίκτυο και ταυτόχρονα αγοράζει από αυτό. Η κυβέρνηση παρέχει επιδοτήσεις στις κοινότητες τηλεθέρμανσης ώστε να μειώσουν τις τιμές τους. Έτσι, τελικά, ο καταναλωτής κερδίζει επιμερίζοντας το κόστος σε όλους τους συμμετέχοντες, με αποτέλεσμα χαμηλότερες τιμές ενέργειας από ότι με ατομικές λύσεις θέρμανσης.

Η μετάβαση σε έναν βιώσιμο μέλλον όσον αφορά την θέρμανση και την ψύξη είναι πολύ ενδιαφέρουσα. Από την μία μεριά, η ανακαίνιση των κατοικιών μπορεί να αλλάξει τις απαιτήσεις θέρμανσης και από την άλλη πλευρά ο σχεδιασμός ενός δικτύου θέρμανσης είναι περίπλοκος. Επίσης, πρόκληση είναι η συμμετοχή των κατοίκων στο δίκτυο τηλεθέρμανσης, ώστε να μειώσουν την συνολικό ατομικό κόστος θέρμανσης. Στο έργο Hvide Sande, η Δανική Ένωση Τηλεθέρμανσης παρακίνησε τους κατοίκους να συμμετέχουν στο έργο και ανέλαβε τον σχεδιασμό του δικτύου. Θεωρητικά, σε όλες τις περιοχές με υψηλή ζήτηση θέρμανσης (και μεγάλη πυκνότητα πληθυσμού), μπορεί να αναπτυχθεί ένα δίκτυο τηλεθέρμανσης. Πολλές μελέτες για συστήματα θέρμανσης που εξαρτώνται από τον άνθρακα, υπογραμμίζουν την ανάγκη για ευρεία ανάπτυξη της τηλεθέρμανσης. Το δίκτυο θέρμανσης σε συνδυασμό με την αποθήκη θερμότητας μπορεί να προσφέρει σημαντική ευελιξία και να επιτρέψει την επέκταση της αιολικής και ηλιακής ενέργειας. Η δομή της κοινόχρηστης τηλεθέρμανσης έχει τη δυνατότητα να αξιοποιήσει την τοπική ανάπτυξη των δικτύων τηλεθέρμανσης εμπλέκοντας τους καταναλωτές.

Χαρακτηριστικά της κοινότητας:

Μέγεθος: 1.632 πελάτες, 27.728 MWh πωλήσεις τηλεθέρμανσης, 19.512 MWh πωλήσεις ηλεκτρικής ενέργειας.

Εγκατεστημένη Τεχνολογία: ηλιακοί συλλέκτες (9,576m²), Αντλίες θερμότητας (4.65MW), Ηλεκτρικός θερμοσίφωνας (6MW), 3 Ανεμογεννήτριες, 2 Μονάδες ΣΗΘ αερίου (3.6MW για ηλεκτρική ενέργεια and 4.6MW για θέρμανση), 2 λέβητες αερίου (10.3MW and 3.7MW).

3.1.4 «Compile» Luce: Έξυπνη διαχείριση προσφοράς και ζήτησης στη Σλοβενία

Το έργο έλαβε χώρα σε ένα απομακρυσμένο χωριό της Σλοβενίας, το Luce, βρίσκεται στην κοιλάδα του όρους Štajerska. Οι κάτοικοι του Luce υπέφεραν από συνεχή διακοπές ρεύματος, λόγω της κακής σύνδεσης με το δημόσιο δίκτυο. Με την υποστήριξη του Δήμου, ο τοπικός πάροχος ενέργειας, Biomasa, και η μεγαλύτερη εταιρεία ενέργειας της Σλοβενίας, η Petrol, ξεκίνησαν το πιλοτικό έργο το Compile. Με την προώθηση της έξυπνης διαχείρισης της ζήτησης και παροχής ενέργειας, το έργο στοχεύει στη βελτίωση της ασφάλειας του δικτύου και στην ανάπτυξη νέων τρόπων παροχής βοηθητικών υπηρεσιών στον Διαχειριστή συστήματος διανομής (ΔΣΔ) και στον Διαχειριστή συστήματος μεταφοράς (ΔΣΜ) με δίκαιη αντιμετώπιση όλων των εμπλεκόμενων. Το έργο έλαβε την υποστήριξη της τοπικής κοινότητας, γιατί συνεισφέρει στην ενεργειακή ανεξαρτησία και την ασφάλεια του δικτύου ενέργειας, ώστε να ωφεληθούν οι τοπικές αγροτικές επιχειρήσεις. Οι δύο εταιρείες, Petrol και Biomasa, επένδυσαν σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, ατομική και κοινόχρηστη αποθήκευση σε μπαταρίες και σταθμούς φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων, σε συνδυασμό με εργαλεία έξυπνης διαχείρισης ενέργειας. Η Petrol λειτουργεί ως αποθήκη και προμηθευτής ενέργειας και προσφέρει προγράμματα net metering στους τελικούς χρήστες. Χρησιμοποιεί τεχνολογία για την εξισορρόπηση του τοπικού δικτύου μεταξύ των διασυνδεδεμένων νοικοκυριών. Οι πολίτες που επιθυμούν να συμμετάσχουν πρέπει να υπογράψουν σύμβαση με την Petrol και μπορούν να επιλέξουν να συγχρηματοδοτήσει την εγκατάσταση. Σε αντίθεση με τις προηγούμενες περιπτώσεις, το Compile διαχειρίζεται από ιδιωτικές εταιρείες και όχι από πολίτες. Ωστόσο, προσφέρει την ευκαιρία στους καταναλωτές να συμμετέχουν πιο ενεργά από ότι με την παραδοσιακή σχέση παρόχου-καταναλωτή. Τέλος, το Compile δεν έχει κάποια ειδική νομική μορφή, παρά το γεγονός ότι στοχεύει στην δημιουργία μιας κοινότητας για την προώθηση της τοπικής ανάπτυξης.

Το 2020 συμμετείχε στο έργο μόνο ένα μικρό μέρος της κοινότητας, γιατί οι κανονισμοί επέτρεπαν την κοινή χρήση σε ενεργειακές κοινότητες μέσω χαμηλής τάσης. Μέχρι τότε τα περισσότερα ΦΒ συστήματα ήταν εγκατεστημένα σε δημόσια κτίρια. Ως εκ τούτου, το έργο απευθυνόταν μόνο σε νοικοκυριά που μοιράζονταν τον ίδιο μετασχηματιστή χαμηλής τάσης με τα δημόσια κτίρια. Ωστόσο, το σύστημα κοινόχρηστης χρήσης ενέργειας μεταξύ των νοικοκυριών ξεκίνησε πιλοτικά όταν μια εξαίρεση του νόμου το επέτρεψε. Το Compile μαζί με την τοπική κοινότητα διοργάνωσε ημερίδες εκμάθησης ώστε να αυξήσει τον αριθμό των συμμετεχόντων στο έργο.

Ο συνδυασμός της αποκεντρωμένης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ και η δυνατότητα προσωρινής αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας στα κεντρικά και στις αποκεντρωμένες μπαταρίες, επιτρέπουν στο Luce να αυτοεξυπηρετείται από την ενέργεια που έχει αποθηκευμένη όταν συμβαίνουν διακοπές ρεύματος. Το σύστημα διαχείρισης ενέργειας μειώνει την ενέργεια παρέχεται από τα οικιακά φωτοβολταϊκά, υποστηρίζει την τάση του δικτύου όταν χρειάζεται, και βοηθά τον Διαχειριστή συστήματος διανομής ΔΣΔ/DSO να εξισορροπήσει το δίκτυο. Η πλεονάζουσα ενέργεια, η οποία δεν μπορεί να αποθηκευτεί στο

τοπικό σύστημα, μπορεί να πωληθεί στην αγορά ή να χρησιμοποιηθεί από τον Διαχειριστή συστήματος μεταφοράς ΔΣΜ.

Κατά την έναρξη του έργου, οι κοινότητες παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ δεν μπορούσαν να λάβουν την στήριξη του κράτους στην Σλοβενία. Ωστόσο, με βάση ένα νέο νόμο, οι καταναλωτές που συμμετέχουν στην κοινότητα έχουν 20% μείωση στα τέλη δικτύου. Επειδή ο ενεργειακός νόμος στην Σλοβενία απαγόρευε την ανταλλαγή ενέργειας μεταξύ νοικοκυριών που δεν ήταν συνδεδεμένα στο ίδιο δίκτυο χαμηλής τάσης, η ανάπτυξη ολόκληρου του χωριού Luce ήταν δύσκολη. Σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς, μπορούν να δημιουργηθούν μόνο μικρές ενεργειακές κοινότητες. Πλήρης ενοποίηση όλων των κοινοτήτων απαιτεί νομοθετική μεταρρύθμιση. Το ηλεκτρικό δίκτυο χαμηλής τάσης τους Luce είναι αδύναμο και ασταθές, γεγονός που εμποδίζει την ενσωμάτωση σημαντικής ποσότητας ΑΠΕ. Επιπλέον, οι σταθμοί μετασχηματισμού πρέπει να τροποποιηθούν και να λάβουν τεχνικές άδειες για χρήση μεγαλύτερων, κεντρικά τοποθετημένων μπαταριών για την μετάβαση σε λειτουργία νησίδας (island mode), δηλαδή προσωρινά απομονωμένο από το δίκτυο. Η λειτουργία του διαχειριστή μικροδικτύου αντιμετωπίζει νομοθετική πολυπλοκότητα σε σχέση με τις αρμοδιότητές τους στην διαχείριση του δικτύου και την αλληλεπίδραση με τον τοπικό ΔΣΔ.

Χαρακτηριστικά της έργου:

Εγκαταστάσεις που υλοποιήθηκαν εντός του Compile: 102kW ΦΒ, κοινόχρηστη Μπαταρία ισχύος 150kW/333kWh, πέντε οικιακές μπαταρίες, ένα σημείο φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων, οικιακό σύστημα ενεργειακής διαχείρισης (HomeRule) το οποίο διαχειρίζεται ο πάροχος ενέργειας Petrol, έλεγχος μικροδικτύου (GridRule) με λειτουργίες διαχείρισης δεδομένων, εκμάθηση μηχανής και πρόβλεψη με βάση την εμπορική πολιτική της Petrol, πρόβλεψη για έκτακτη παροχή ενέργειας από κοινόχρηστη μπαταρία, σε κινητές επικοινωνίες για την ενίσχυση της ασφάλειας της κοινότητας κατά την διάρκεια κρίσεων (island mode).

Συνολική παραχθείσα ηλεκτρική ενέργεια μεταξύ Οκτώβριου 2019 και Οκτώβριου 2020: 10,253kWh.

3.2 Η περίπτωση της Γαλλίας

Στη Γαλλία, το 90% της Αποκεντρωμένης Παραγωγής συνδέεται με MV και LV δίκτυα. Στο τέλος του 2016, 9,9 GW αιολικών πάρκων και 5,6 GW φωτοβολταϊκών σταθμών συνδέθηκαν με το δίκτυο που διαχειρίζεται η Enedis, ο διαχειριστής ενέργειας δικτύου στην Γαλλία, και 110.000 σημεία φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων, τα οποία αντιστοιχούν σε σχεδόν 670 MW. Αυτά τα νούμερα θα αυξηθούν δραματικά τα επόμενα χρόνια ως αποτέλεσμα των πρόσφατων νομοθετικών και ρυθμιστικών εξελίξεων. [26] Ο νόμος για την πράσινη ανάπτυξη, ο οποίος εγκρίθηκε το 2015, έχει θέσει φιλόδοξους στόχους:

- αύξηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο 32% της τελικής κατανάλωσης έως το 2030 και στο 40% της παραγωγής,
- 7 εκατομμύρια νέα σημεία φόρτισης για ηλεκτρικά οχήματα έως το 2030.

Στο παραπάνω πλαίσιο, η Enedis αποφάσισε να αναπτύξει λύσεις 'Έξυπνου Δικτύου' για να αντιμετωπίσει αυτές τις προκλήσεις, ενώ συνεχίζει να βελτιώνει την ποιότητα και την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας και εκπληρώνει τις συμβατικές και νομικές υποχρεώσεις με οικονομικά αποδοτικό τρόπο.

Προκειμένου να προετοιμάσει το μέλλον των δικτύων διανομής, η Enedis πήρε μέρος σε μια σειρά έργων Έρευνας και Ανάπτυξης 'έξυπνων δικτύων' σε Γαλλία και Ευρώπη, με περισσότερους από 100 ακαδημαϊκούς και βιομηχανικούς εταίρους. Όλα αυτά τα έργα συμβάλλουν στην ανάπτυξη καινοτόμων εργαλείων και διαδικασιών, τα οποία σχεδιάστηκαν για τη βελτίωση της αξιοπιστίας του δικτύου.

Η Enedis έχει υιοθετήσει μια προσέγγιση 3 βημάτων για την ανάπτυξη της τεχνικής βάσης της λύσης του έξυπνου δικτύου

- Ανάπτυξη νέων λύσεων χρησιμοποιώντας μελέτες Έρευνας & Ανάπτυξης και νεοφυών επιχειρήσεων,
- Πειράματα και αξιολογήσεις των νέων λύσεων στο πεδίο, ιδίως μέσω των προγραμμάτων στο οποίο συμμετέχει η Enedis,
- Προετοιμασία και ανάπτυξη λύσεων με βάση τις αξιολογήσεις και τα πειράματα που διεξήχθησαν.

Χρησιμοποιώντας αυτή την προσέγγιση, η Enedis έχει εκπονήσει ένα τεχνικό σχέδιο με λύσεις έξυπνου Δικτύου. Ο διαχειριστής του συστήματος (DSO) έχει κατατάξει τις πιο ευόχιμες λύσεις ανάλογα με το επίπεδο ωριμότητάς τους και τη κατάταξη τους σύμφωνα με την προηγούμενη διαδικασία τριών σταδίων (Έρευνα&Ανάπτυξη, πείραμα, κατασκευή) και ορίζει την έναρξή τους. Το πλάνο καλύπτει όλους τους επιχειρηματικούς φορείς (λειτουργίες δικτύου, συντήρηση και υποδομές) και βασίζεται σε δύο στόχους:

1. Εκσυγχρονισμό των διαδικασιών διαχείρισης δικτύου και των υποδομών, με λύσεις συντήρησης που βασίζονται στην πρόγνωση (big data και Ανάλυση, παρακολούθηση των υποσταθμών πρωτογενούς παραγωγής), τη βελτίωση της ποιότητας των υπηρεσιών της με τη χρήση νέων αισθητήρων, δεδομένων και αυτοματισμών και τον εκσυγχρονισμό των στοιχείων του δικτύου,
2. Παροχή πληροφοριών σε ενδιαφερόμενους φορείς του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας ή σε περιφέρειες της Γαλλίας για την διευκόλυνση της ενεργειακής μετάβασης, με καινοτόμες λύσεις σύνδεσης στο δίκτυο και διαδικασίες/ αυτοματισμούς σύνδεσης για τη διευκόλυνση της ενσωμάτωσης του καταναμεμένου συστήματος ανανεώσιμων πηγών ενέργειας DRES

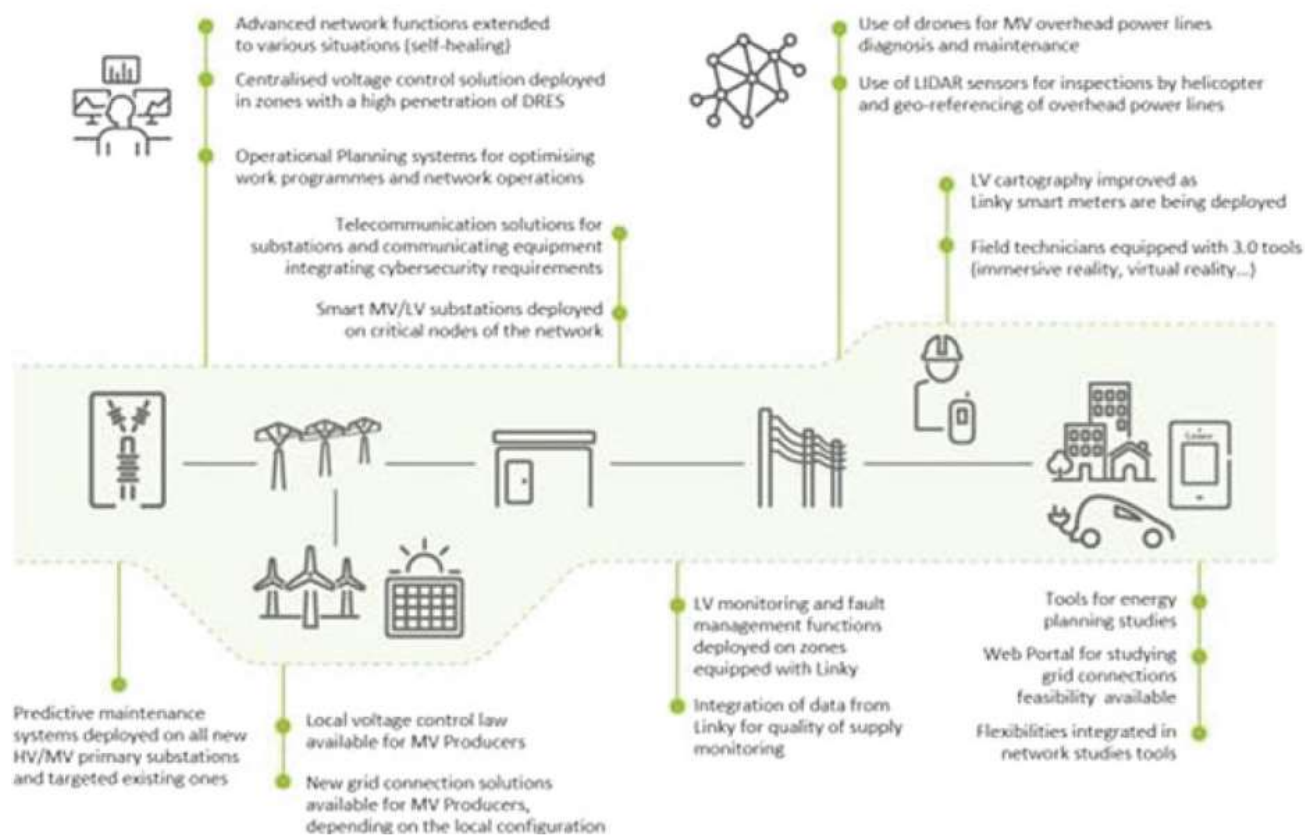
Για την επίτευξη αυτών των στόχων, η Enedis επέλεξε ένα χαρτοφυλάκιο έργων, με τη δική τους δομή. Οι διάφορες τεχνικές λύσεις που περιλαμβάνονται στο τεχνικό σχέδιο παρατίθενται στο γράφημα παρακάτω.

Η εταιρεία χρησιμοποιεί έξυπνούς μετρητές Linky. Έως τώρα έχουν εγκατασταθεί περίπου 35 εκατομύρια μετρητές Linky. Αυτοί οι μετρητές βοηθούν στην ανάπτυξη των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας και στην διαχείριση τους. Με την βοήθεια των έξυπνων μετρητών η Enedis έρχεται στην πρώτη θέση και γίνεται ο πιο 'έξυπνος' διαχειριστής συστήματος διανομής (DSO) της ενέργειας δικτύου στον κόσμο.

Το σύστημα Linky, που αναπτύχθηκε πλήρως από την Enedis, περιλαμβάνει όλες τις πληροφορίες του συστήματος: αμφίδρομη μετάδοση δεδομένων, επικοινωνία σε πραγματικό χρόνο, αποθήκευση δεδομένων, πληροφορίες σχετικά με την συντήρηση και ασφαλή σύνδεση με όλους τους ενεργειακούς φορείς. Οι παραπάνω λειτουργίες είναι προσαρμοσμένες για εξ αποστάσεως διαχείριση.

Ο δείκτης έξυπνου δικτύου (SDI) είναι ένα απλό και ποσοτικοποιήσιμο εργαλείο που μετρά το πόσο 'έξυπνα' είναι τα δίκτυα ενέργειας παγκοσμίως, σε 7 διαστάσεις:

1. Παρακολούθηση και έλεγχος
2. Ανάλυση δεδομένων
3. Αξιοπιστία δικτύου
4. Πράσινη ενέργεια
5. Ενσωμάτωση των καταναμεμένων ενεργειακών πόρων DER
6. Ασφάλεια
7. Ικανοποίηση και ενδυνάμωση των καταναλωτών



Εικόνα 24-Τεχνικό σχέδιο



Εικόνα 25-Ο δείκτης έξυπνου δικτύου

Το μεγαλύτερο κέρδος από την παραπάνω μελέτη περίπτωσης της Enedis, αφορά την αντικατάσταση των 35 εκατομμυρίων έξυπνων μετρητών «Linky».

Αυτό το κέρδος συνδέεται ιδιαίτερα με:

- Την μαζική αντικατάσταση αρκετά παλαιών και ηλεκτρο-μηχανικών μετρητών, που είναι μάλλον υπεύθυνοι για τις μη τεχνικές απώλειες (NTL)
- Η ανάπτυξη νέων έξυπνων μετρητών με απομακρυσμένη διαχείριση και λειτουργία, που επιτρέπουν την εφαρμογή «έξυπνων διαδικασιών» ενισχύοντας με τα δεδομένα τους την μακροπρόθεσμη μείωση των μη τεχνικών απωλειών NTL.

Η Enedis μέσα από τα προγράμματα τα οποία συμμετείχε, ξεκίνησε την παραγωγή λύσεων έξυπνου δικτύου. Ο διαχειριστή καταναμημένου συστήματος DSO εφαρμόζει ήδη το δικό του τεχνικό πλάνο στο έξυπνο δίκτυο και έχει ήδη προχωρήσει στις αντικαταστάσεις,

χρησιμοποιώντας την προσέγγιση τριών βημάτων (E&A, πειράματα, προετοιμασία roll-out). Αυτή η προσέγγιση είναι δυναμική αφού το κάθε βήμα μπορεί να επηρεαστεί από τα υπόλοιπα, ανάλογα με την πολυπλοκότητα του.

Επιπλέον, νέες λύσεις μπορεί να εμφανίζονται συνεχώς και να γίνονται μέρος της διαδικασίας αντικατάστασης. Το τεχνικό πλάνο για το έξυπνο δίκτυο της Enedis εμπλουτίζεται συνεχώς με νέες λύσεις.

Οι παραπάνω τεχνικές λύσεις αποτελούν πυλώνες για το έξυπνο δίκτυο και βοηθούν πολύ τους παραγωγούς, καταναλωτές, prosumers).

3.3 Η περίπτωση της Μεγάλης Βρετανίας

Στο Ηνωμένο Βασίλειο, ο τομέας της ηλεκτρικής ενέργειας αποτελεί την μεγαλύτερη πηγή εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, 27% του συνόλου. Μέχρι το 2050, οι εκπομπές του τομέα ηλεκτρικής ενέργειας θα πρέπει να έχουν μειωθεί στο μηδέν. Στη Μεγάλη Βρετανία (HB), το σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας του μέλλοντος, δεν θα εξαρτάται από τον άνθρακα, θα βασίζεται στο συνδυασμό ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, πυρηνικής ενέργειας και εργοστασίων ορυκτών καυσίμων με αιχμαλώτιση και αποθήκευση του παραγόμενου άνθρακα(CCS). Το έξυπνο δίκτυο, που θα δημιουργηθεί, περιλαμβάνει τον εκσυγχρονισμό των υφιστάμενων δικτύων, την αλλαγή του τρόπου λειτουργίας του, εδραιώνοντας αλλαγές στη συμπεριφορά των καταναλωτών ενέργειας, παρέχοντας νέες υπηρεσίες και υποστηρίζοντας τη μετάβαση σε μια βιώσιμη οικονομία χαμηλών εκπομπών άνθρακα.[2]

Το HB έχει σημειώσει σημαντική πρόοδο μέχρι σήμερα στην ανάπτυξη έξυπνων δικτύων και έχει κάνει πολλές επενδύσεις στην έρευνα και ανάπτυξη έξυπνων δικτύων. Σε αυτή την κατεύθυνση συνέβαλε μια σειρά πρωτοβουλιών, συμπεριλαμβανομένου του μοντέλου ελέγχου τιμών του Γραφείου Αγορών Αερίου και Ηλεκτρικής Ενέργειας (Ofgem), το οποίο δίνει μεγάλη έμφαση στον εκσυγχρονισμό του δικτύου, και τον διάδοχό του, τον Διαγωνισμό Καινοτομίας του Δικτύου Ηλεκτρικής Ενέργειας (ENIC) και τη δημιουργία κεφαλαίου 500 εκατομμυρίων λιρών για τα Δίκτυα χαμηλών εκπομπών άνθρακα(LCNF). Αυτοί οι οργανισμοί παρέχουν χρηματοδότηση σε εταιρείες ενέργειας για έργα καινοτομίας και δοκιμής τεχνολογιών και λύσεων έξυπνου δικτύου. Επιπλέον χρηματοδότηση παρέχετε μέσω του Επιδόματος Καινοτομίας του Δικτύου (NIA) και του κίνητρου Χρηματοδότησης καινοτομίας (IFI). Επίσης, το HB έχει ξεκινήσει την εγκατάσταση έξυπνων μετρητών, που θα βοηθήσουν στη βελτίωση της διαχείριση του δικτύου και στην μείωση/μετατόπιση της ζήτησης. Στην ανάπτυξη του έξυπνου δικτύου στην MB εμπλέκονται πολλοί παράγοντες, η κυβέρνηση (Υπουργείο Ενέργειας and Κλιματικής Αλλαγής, DECC), η εθνική ρυθμιστική αρχή (Ofgem), εταιρείες δικτύου, κατασκευαστές εξοπλισμού και η ακαδημαϊκή κοινότητα.

Το πρόγραμμα Feed-in Tariff (FIT), το οποίο τέθηκε σε ισχύ την 1η Απριλίου 2010 στην MB, είναι ένα κυβερνητικό πρόγραμμα που έχει σχεδιαστεί για την προώθηση των τεχνολογιών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από μικρής κλίμακας ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Αυτές είναι τα φωτοβολταϊκά (ΦΒ), ανεμογεννήτριες, υδροηλεκτρικά και παραγωγή ενέργειας από βιομάζα έως 5 MW εγκατεστημένης ισχύος, και μικρή παραγωγή έως 2 kW, από ορυκτά καύσιμα CHP. Το πρόγραμμα απαιτεί από τους παρόχους ηλεκτρικής ενέργειας να πληρώνουν μια τιμή παραγωγής για την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια στους παραγωγούς μικρής κλίμακας, είτε η ενέργεια εξάγεται στο ηλεκτρικό δίκτυο είτε όχι (π.χ., $13,39 \text{ p} \cdot (\text{kW} \cdot \text{h})^{-1}$ για τα Φ/Β με εγκατεστημένη ισχύ 4 kWp ή λιγότερο, από την 1η Απριλίου 2015, και τιμές πώλησης για την ενέργεια που παρέχεται στο δίκτυο (π.χ. $4,85 \text{ p} \cdot (\text{kW} \cdot \text{h})^{-1}$ από την 1η Απριλίου 2015. Η τιμή καθορίζεται από το κράτος και την αγορά ενέργειας. Από την εισαγωγή του προγράμματος FIT, έχει παρατηρηθεί μια συνεχόμενη πτώση της τιμής για νέες εγκαταστάσεις. Για

παράδειγμα, η αρχική τιμή (από 1 Απριλίου 2010) για τα Φ/Β με εγκατεστημένη ισχύς 4 kWp ή λιγότερο ήταν $48,84 \text{ p} \cdot (\text{kW} \cdot \text{h})^{-1}$. Αυτή η τιμή έπεσε στα $22,59 \text{ p} \cdot (\text{kW} \cdot \text{h})^{-1}$ τον Μάρτιο του 2012 και στα $13,39 \text{ p} \cdot (\text{kW} \cdot \text{h})^{-1}$ τον Απρίλιο του 2015. Οι κύριοι λόγοι για την πτώση της τιμής είναι το μειωμένο κόστος εγκατάστασης και ο μεγάλος αριθμός αιτήσεων για το πρόγραμμα FIT που ήταν μεγαλύτερος των προβλέψεων του κράτους και των κρατικών επιχορηγήσεων.

Κίνητρα Ανανεώσιμων Πηγών Θερμότητας

Το Κίνητρο Ανανεώσιμων Πηγών Θερμότητας, είναι ένα κυβερνητικό πρόγραμμα με περιβαλλοντικό πλαίσιο που ξεκίνησε το 2011, παρέχοντας οικονομικά κίνητρα για την θέρμανση από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Το πρόγραμμα παρέχει επιδότηση, για 20 χρόνια, για επιλεγμένα συστήματα παραγωγής θερμότητας από ανανεώσιμες πηγές και παραγωγούς με έδρα το ΗΒ. Επιπλέον, δίνει πρόσθετο εισόδημα ανά μονάδα ενέργειας που παράγεται από μη εγχώριο (από το 2011) και εγχώριο (από τον Μάρτιο 2013) σύστημα παραγωγής θερμότητας από ανανεώσιμες πηγές, όπως ηλιακή θέρμανση, λέβητας βιομάζας και αντλίες θερμότητας αέρα και εδάφους. Με τις προτεινόμενες αλλαγές στον τομέα της θέρμανσης, στον οποίο κυριαρχούσαν τα ορυκτά καύσιμα, το πρόγραμμα στοχεύει να αυξήσει σημαντικά το ποσοστό της θερμότητας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές.

Τα πιο σημαντικά βήματα για την ανεξάρτηση από τις τεχνολογίες του άνθρακα από την κυβέρνηση της Μεγάλης Βρετανίας είναι ότι:

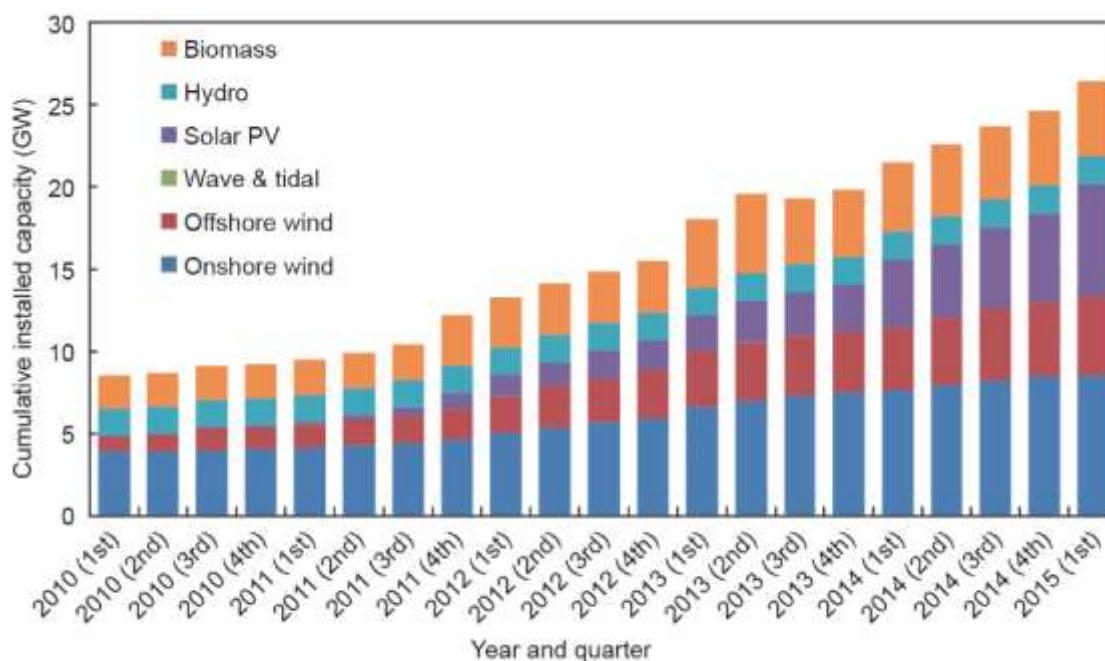
- Βοήθησε τη βιομηχανία να μειώσει το κόστος της παράκτιας αιολικής ενέργειας (στόχος τα 100 £ ανά $\text{MW} \cdot \text{h}$ έως το 2020) με τη δημιουργία μιας επιτροπής
- Υποστήριξη της ανάπτυξης της τεχνολογίας αιχμαλώτισης του διοξειδίου του άνθρακα CCS (με επένδυση 1 δισ. £) ώστε να μειώσει το κόστος και τους κινδύνους
- Δέσμευση 50 εκατομμυρίων λιρών για την υποστήριξη της καινοτομίας στις παράκτιες και θαλάσσιες τεχνολογίες
- Ενεργοποίηση ώριμων τεχνολογιών χαμηλών εκπομπών άνθρακα, όπως η πυρηνική ενέργεια και αντιμετώπιση των εμποδίων
- Κατασκευή υποδομής φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων, με επένδυση £30 εκατομμυρίων
- Επένδυση 500 εκατομμύρια £ για έργα χαμηλών εκπομπών αερίου του θερμοκηπίου LCNF

Λόγω των παραπάνω πολιτικών, η δυναμικότητα ηλεκτρικής ενέργειας του Ηνωμένου Βασιλείου από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έχει αυξηθεί από τα 9 GW στα 25 GW μέσα σε 5 χρόνια, όπως φαίνεται στο παρακάτω Σχήμα.

Η εγκατεστημένη ισχύς των τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έχει υπερδιπλασιαστεί από το 2010 έως το 2015, με τα φωτοβολταϊκά να παρουσιάζουν την μεγαλύτερη αύξηση.

Στο ΗΒ υπάρχουν 14 αδειοδοτημένοι διαχειριστές δικτύου διανομής DNO, που διαχειρίζονται το δίκτυο αλλά δεν παρέχουν ενέργεια, η ενέργεια παρέχεται από παρόχους ενέργειας. Κάθε διαχειριστής είναι υπεύθυνος για μια περιοχή διανομής. Τα 14 DNO ανήκουν σε έξι διαφορετικούς εμπορικούς ομίλους. Οι πελάτες βασίζονται στην Ofgem, την κυβερνητική ρυθμιστική αρχή για την ηλεκτρική ενέργεια και το φυσικό αέριο στις αγορές του ΗΒ, για να αποκτήσουν τις υπηρεσίες ενέργειας σε εύλογο κόστος. Με αυτό τον τρόπο το κράτος ορίζει τα συνολικά έσοδα που μπορούν να συλλέξουν οι DNO από τους πελάτες και δίνει κίνητρα καινοτομίας στους DNO ώστε να βελτιώσουν την αποτελεσματικότητα και την ποιότητά των υπηρεσιών τους. Με σκοπό να ενθαρρύνει τους DNO να ξεκινήσουν τον μετασχηματισμό της

οικονομίας χαμηλών εκπομπών άνθρακα και την υιοθέτηση νέων τεχνολογιών και πρακτικών επιχειρήσεων, η κυβέρνηση δαπάνησε 500 εκατομμύρια λίρες σε έργα LCNF—για την περίοδο



Εικόνα 26-Συνολική εγκατεστημένη ισχύς ΑΠΕ ανά τεχνολογία, από 2010 έως 2015

2010 έως 2015. Στόχος του έργου είναι να κατανοήσουν οι DNO πώς να παρέχουν με ασφάλεια ηλεκτρική ενέργεια και να διαφυλάξουν την σχέση ποιότητας/τιμής καθώς το HB, μετασηματίζεται σε οικονομία χαμηλών εκπομπών άνθρακα. Οι DNO ερευνούν και αναδεικνύουν τον τρόπο που το δίκτυο θα εδραιώσει πρωτοβουλίες εξοικονόμησης ενέργειας και μείωσης των εκπομπών άνθρακα, όπως τα ηλεκτρικά οχήματα, οι αντλίες θερμότητας, μικρή και τοπική παραγωγή και διαχείριση της ζήτησης. Επίσης, οι DNO ερευνούν το κέρδος από την αντικατάσταση με έξυπνους μετρητές. Για τη περίοδο από τον Απρίλιο του 2015, έχει δοθεί χρηματοδότηση πάνω σε 81 εκατομμύρια £ ετησίως, για νέα έργα καινοτομίας.

Αντικατάσταση με έξυπνους μετρητές: Η κυβέρνηση του Ηνωμένου Βασιλείου έχει αντικαταστήσει με έξυπνους μετρητές τους υφιστάμενους μετρητές ρεύματος και φυσικού αερίου. Έχει δοθεί το ποσό των 8,6 δισ. Λιρών για την αντικατάσταση περίπου 47 εκατομμυρίων μετρητών αερίου και ηλεκτρικής ενέργειας, που θα αποφέρουν συνολικά οφέλη 14,6 δισεκατομμυρίων λιρών τα επόμενα 20 χρόνια. Τα συνολικά οφέλη των προμηθευτών ανέρχονται σε £6,33 δισεκατομμύρια (43,3% του συνόλου), συμπεριλαμβανομένης της αποφυγής της επιτόπιας μέτρησης (2,69 δισεκατομμύρια £) και μειωμένα αιτήματα πελατών (1,13 δισ. £). Τα συνολικά οφέλη για τους καταναλωτές είναι 6,43 δισεκατομμύρια £ (που αντιστοιχεί στο 44%), συμπεριλαμβανομένης της εξοικονόμησης ενέργειας (4,23 δισεκατομμύρια £) και τα τιμολόγια μετατόπισης φορτίου/χρόνου χρήσης (1,06 δισεκατομμύρια £), τα οποία προς το παρόν πραγματοποιούνται προς όφελος της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας και εν τέλει θα μεταβιβαστούν στους καταναλωτές. Παρόλο που η πρόθεση της έξυπνης μέτρησης δεν είναι πρωταρχικά προς όφελος του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας, προσφέρει οφέλη για την ανάπτυξη του έξυπνου δικτύου.

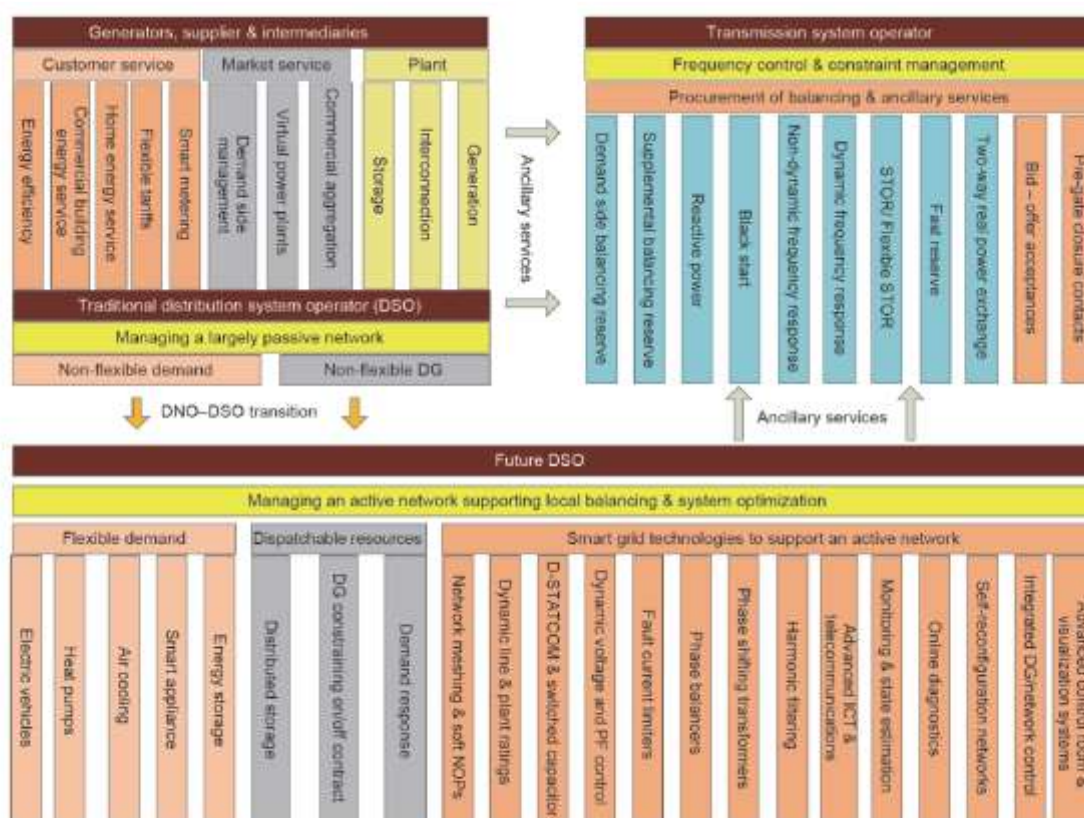
Οφέλη για προγραμματισμό δικτύου. Η ανάλυση του φορτίου και τα προφίλ τάσης, που λαμβάνονται από έξυπνους μετρητές, θα βελτιώσουν την αξιοποίηση των στοιχείων των δικτύων διανομής. Προς το παρόν, οι διαχειριστές του δικτύου χρησιμοποιούν γενικά προφίλ οικιακών φορτίων για νέες συνδέσεις και ενίσχυση του δικτύου. Αυτά τα προφίλ φορτίου θα

μεταβληθούν λόγω της αυξανόμενης σύνδεσης αντλιών θερμότητας και των ηλεκτρικών οχημάτων μαζί με την διάδοση προγραμμάτων απόκρισης ζήτησης. Η χρήση των έξυπνων μετρητών θα παρέχει καλύτερη πρόβλεψη του εύρους τάσης λειτουργίας και ζήτησης. Με αυτό τον τρόπο οι σχεδιαστές του δικτύου έχουν την δυνατότητα να προσδιορίσουν τον εξοπλισμό με μεγαλύτερη ακρίβεια, ώστε μειωθεί η υπερβολική δαπάνη σε νέο εξοπλισμό και να αναβληθεί η αντικατάσταση του εξοπλισμού.

Οφέλη για τη λειτουργία του δικτύου: Η χρήση έξυπνων μετρητών μπορεί να βοηθήσει στον εντοπισμό των διακοπών του δικτύου και στη μείωση του χρόνου αποκατάστασης της βλάβης. Η παραδοσιακή διαχείριση βλαβών βασίζεται στον πελάτη και τις κλήσεις του. Επιπλέον, χρησιμοποιώντας έξυπνους μετρητές, οι διαχειριστές του δικτύου θα έχουν τη δυνατότητα να επιβεβαιώσουν την αποκατάσταση των διακοπών του δικτύου.

Οφέλη για τη διαχείριση της ζήτησης. Οι έξυπνοι μετρητές θεωρούνται πρόδρομος της ευρείας εφαρμογής της απόκρισης ζήτησης. Οι έξυπνοι μετρητές στο HB θα στηρίξουν την απόκριση ζήτησης μέσω της τιμολόγησης, και των κίνητρων όπως ο άμεσος έλεγχος.

Χάρτης του έξυπνου δικτύου του HB: Η ανάπτυξη του έξυπνου δικτύου θα παρουσιάσει νέους ρόλους και σχέσεις για όλους εκείνους που αλληλοεπιδρούν με τον ηλεκτρικό σύστημα—προμηθευτές, παραγωγοί, διαχειριστές δικτύου και καταναλωτές, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Εικόνα 27-Ρόλοι και σχέσεις για το μελλοντική βιομηχανία Ηλεκτρικής ενέργειας

Οι προμηθευτές θα είναι υπεύθυνοι για την εγκατάσταση έξυπνων μετρητών σε όλη την Μεγάλη Βρετανία και θα εισαγάγει νέα τιμολόγια ώστε να ανταμείψει τους καταναλωτές για τη μετατόπιση της ζήτησης από τις ώρες αιχμής. Η κατανομημένη παραγωγή θα παίξει πιο ενεργό ρόλο στην κάλυψη της τοπικής ζήτησης. Οι καταναλωτές, μέσω της διαχείρισης της ζήτησης με τη βοήθεια των έξυπνων μετρητών, θα διαδραματίσουν ένα πιο ενεργό ρόλο

βοηθώντας στην εξισορρόπηση της προσφοράς και ζήτησης. Οι διαχειριστές του δικτύου διανομής (DNO) θα χρειαστεί να εξελιχθούν από παραδοσιακός DNO, που διαχειρίζεται σε μεγάλο βαθμό ένα παθητικό δίκτυο, σε διαχειριστή συστήματος διανομής (DSO), που θα υποστηρίζει την τοπική εξισορρόπηση και την βελτιστοποίηση συστήματος. Πρώτον, θα πραγματοποιηθεί καλύτερη διαχείριση των στοιχείων του δικτύου. Επί του παρόντος, η ανθεκτικότητα των συστημάτων διανομής ηλεκτρικής ενέργειας είναι εξασφαλισμένη από τον πλεονασμό της υποδομής. Ως εκ τούτου, κάποια τμήματα του δικτύου έχουν την δυνατότητα να κλείσουν ώστε να γίνει η τακτική συντήρηση, νέες συνδέσεις, ενίσχυση και αντικατάσταση εξοπλισμού χωρίς απώλεια ρεύματος σε νοικοκυριά και επιχειρήσεις. Αυτή η μορφή διαχείρισης κινδύνου είναι πιθανό να ενσωματωθεί με βελτιωμένες λειτουργίες δικτύου, χρήση των δυνατοτήτων των στοιχείων του δικτύου σε πραγματικό χρόνο και τον ενεργό έλεγχο της ζήτησης, της παραγωγής, και αποθήκευσης. Δεύτερον, καλύτερη διαχείριση της προσφοράς και της ζήτησης απαιτείται σε τοπικό επίπεδο. Με περισσότερες επενδύσεις, όπως η εγκατάσταση αισθητήρων, αυτόματων διακόπτων ισχύος και εγκατάσταση καλωδίων και συσκευών επικοινωνίας, η ευρύτερη λειτουργία όλου του συστήματος διανομής μπορεί να εκτελεστεί ώστε να υποστηριχθεί την τοπική εξισορρόπηση και η βελτιστοποίηση συστήματος. Τέλος, οι διαχειριστές του δικτύου είναι ανάγκη να δημιουργήσουν νέες σχέσεις με τους πελάτες. Τα δίκτυα διανομής θα πρέπει να αλληλεπιδρούν με τους καταναλωτές και να προτείνουν νέες λύσεις για την υιοθέτηση τεχνολογιών χαμηλών εκπομπών άνθρακα.

3.3.1 Το ευέλικτο πρόγραμμα Octopus Energy

Ο προμηθευτής ενέργειας του Ηνωμένου Βασιλείου, Octopus Energy, ανακοίνωσε ένα νέο ευέλικτο πρόγραμμα που θα μειώσει την καταναλισκόμενη ενέργεια, και παράλληλα θα σταματήσει τις συνεχείς διακοπές ρεύματος. Το νέο πρόγραμμα ονομάζεται «Saving Sessions», θα βοηθήσει 1,4 εκατομμύρια πελάτες και 5.000 περίπου επιχειρηματίες να μειώσουν τη χρήση ενέργειας σε περιόδους αιχμής ζήτησης με την χρήση των έξυπνων μετρητών της Octopus με μια χρηματική ανταμοιβή. Για κάθε μονάδα ενέργειας που εξοικονομούν οι πελάτες σε σύγκριση με την κανονική τους χρήση κατά τη διάρκεια ενός συγκεκριμένου χρονικού πλαισίου, η Octopus θα πληρώσει στους πελάτες 4 £ κατά μέσο όρο, εξοικονομώντας στους πελάτες περίπου 100£ κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Το πρόγραμμα θα διαρκέσει από Νοέμβριο 2022 έως και Μάρτιο 2023. Το πρόγραμμα ενεργοποιείται με την βοήθεια της νέας ευέλικτης υπηρεσίας τους Εθνικού Δικτύου, του Διαχειριστή Ηλεκτρικού Συστήματος (Electricity System Operator-ESO) που ξεκινά από τον χειμώνα του 2022. Αυτή η νέα υπηρεσία δίνει την δυνατότητα σε όλους τους προμηθευτές ηλεκτρικής ενέργειας του Ηνωμένου Βασιλείου να ανταμείβουν οικονομικά τους πελάτες, οι οποίοι μειώνουν τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας σε περιόδους αιχμής ζήτησης.[27]

Σύμφωνα με την Octopus Energy, η υπηρεσία, η οποία στοχεύει στην εξισορρόπηση του δικτύου και στη μείωση της εξάρτησης του Ηνωμένου Βασιλείου από το φυσικό αέριο, είναι η μεγαλύτερη στον κόσμο.

Η υπηρεσία έχει ήδη δοκιμαστεί στο Ηνωμένο Βασίλειο. Από τον Φεβρουάριο έως και τον Μάρτιο του 2022, η Octopus μαζί με τον Εθνικό Διαχειριστή ESO, τοποθέτησε δοκιμαστικά περισσότερους από 100.000 έξυπνους μετρητές στους πελάτες. Η δοκιμή απέδειξε ότι τα νοικοκυριά χρησιμοποιούν λιγότερη ενέργεια σε περιόδους υψηλής ζήτησης με σχετικά μικρό οικονομικά αντάλλαγμα. Οι πελάτες λαμβάνουν ειδοποιήσεις μέσω ηλεκτρονικής αλληλογραφίας και μηνυμάτων στο κινητό τηλέφωνο, τουλάχιστον δύο ώρες πριν ώστε να ελαττώσουν την ζήτηση τους. Κατά τη διάρκεια της βραδινής αιχμής, οι συμμετέχοντες μείωσαν την κατανάλωσή τους κατά μέσο όρο κατά 0,7 kWh. Η μέση εξοικονόμηση για τα νοικοκυριά ανά δοκιμή ήταν 0,23£ (0,25\$), με ορισμένους συμμετέχοντες να εξοικονομούν έως και 4,35£ (4,79\$) ανά δοκιμή. Συνολικά, οι πελάτες ‘εξοικονόμησαν’ 197 MWh σε περιόδους αιχμής ζήτησης.

Ο Greg Jackson, Διευθύνων Σύμβουλος της Octopus Energy Group, σχολιάζει: *«Ας είμαστε ξεκάθαροι: αυτή είναι μια ιστορική στιγμή – μπαίνουμε σε μια νέα εποχή ενέργειας στην οποία τα νοικοκυριά μετατρέπονται από παθητικούς αγοραστές σε ενεργητικούς χρήστες ενός πιο έξυπνου, πιο πράσινου και οικονομικότερου δικτύου. Αντί να κάνουμε διακοπές ρεύματος σε μεγάλο μέρος της χώρας όταν έχουμε έλλειψη αερίου, μπορούμε να ανταμείβουμε τους ανθρώπους που χρησιμοποιούν λιγότερη ενέργεια σε περιόδους αιχμής ζήτησης. Με αυτόν τον τρόπο, μπορούμε να κάνουμε τις διακοπές ρεύματος παρελθόν και να μειώσουμε το κόστος για όλους».*

3.4 Η περίπτωση της Ολλανδίας

Ο αριθμός των prosumers στην Ολλανδία έχει αυξηθεί κατά σχεδόν 200.000 το 2019, όπως αναφέρεται από το Πανεπιστήμιο της Ουτρέχτης, τον επίσημο εθνικό συνεργάτη του Ευρωπαϊκού συγχρηματοδοτούμενου ερευνητικού προγράμματος PVP4GRID, το οποίο από το 2017 αναλύει αυτές τις νέες έννοιες της ενέργειας σε οχτώ χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Οι χώρες που καλύπτει το πρόγραμμα είναι οι: Αυστρία, Βέλγιο, Γαλλία, Γερμανία, Ιταλία, Ισπανία, Πορτογαλία και Ολλανδία.

Η επιτόπια κατανάλωση της ηλιακής ενέργειας, από μεμονωμένα άτομα, οικογένειες, εμπορικές επιχειρήσεις ή από ενεργειακό συνεταιρισμό, ιδιόκτητη κατοικία ή ενοικιαζόμενο διαμέρισμα, είναι μια σημαντική τάση για τη διαμόρφωση του μέλλοντος του ενεργειακού συστήματος. *«Κάθε κιλοβατώρα που καταναλώνεται τοπικά αποτρέπει την παραγωγή, μεταφορά και τις απώλειες της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται κεντρικά και βασίζεται σε ορυκτά καύσιμα. Η αποκεντρωμένη παραγωγή και η αποκεντρωμένη κατανάλωση είναι εφικτές σε πολλούς διαφορετικούς σχηματισμούς. Αυτά τα σχήματα διασφαλίζουν ότι το ενεργειακό κόστος όλων των συμμετεχόντων θα μειωθεί, συμβάλλοντας έτσι σημαντικά στην επίτευξη της μείωσης των εκπομπών CO₂»,* λέει ο καθηγητής Wilfried van Sark, καθηγητής Photovoltaics Integration στο Copernicus Institute of Sustainable Development.[1]

Υψηλά ποσοστά ιδιοκατανάλωσης μπορούν να επιτευχθούν με την προσθήκη μιας μονάδας αποθήκευσης ηλιακής ενέργειας και ενός σταθμού φόρτισης για ηλεκτρικά οχήματα. *«Το πρόγραμμα PVP4Grid αναλύει πώς λειτουργεί ήδη η παραγωγή ενέργειας μέσω Prosumers (presuming) σε διάφορες ευρωπαϊκές χώρες, ποια εμπόδια εξακολουθούν να υπάρχουν και πώς μπορούν να ξεπεραστούν»,* σύμφωνα με τον Van Sark.

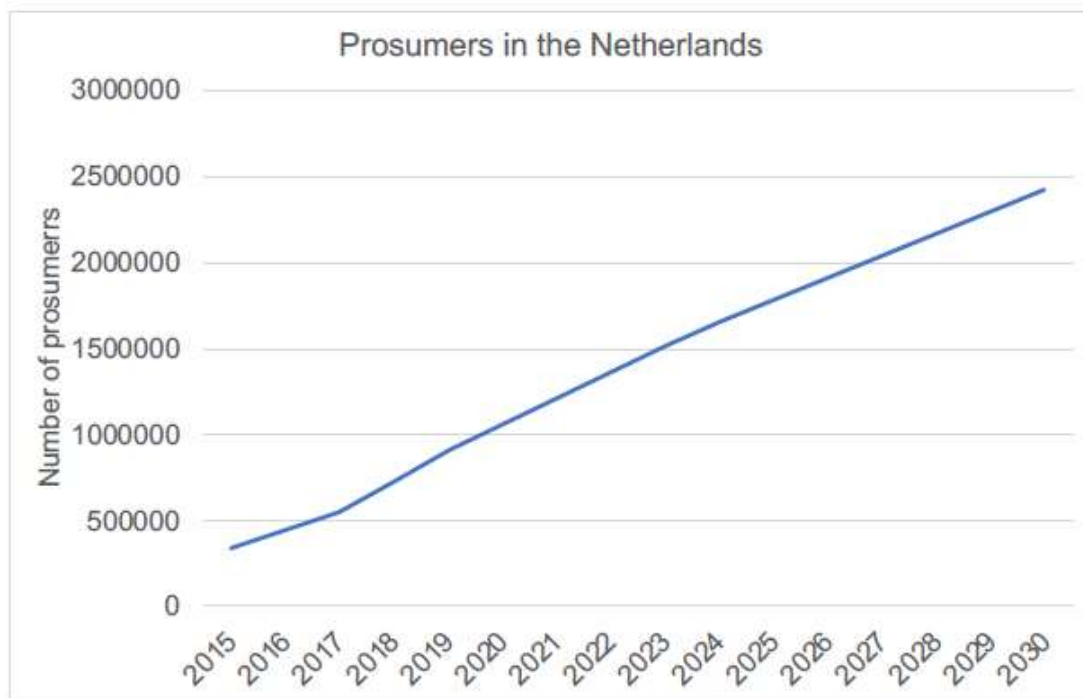
Η ιδιοκατανάλωση ηλιακής ενέργειας αλλάζει τις ενεργειακές απαιτήσεις των prosumers και τα προφίλ φορτίου στα τοπικά δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας. Υιοθετώντας συμπεριφορά υποβοήθησης του δικτύου, οι prosumers μπορούν να συμβάλουν στη σταθεροποίηση των δικτύων ηλεκτρικής ενέργειας μέσω της ευέλικτης εξισορρόπησης κατανάλωσης και παραγωγής και εξομάλυνσης των αιχμών στην παραγωγή ηλιακής ενέργειας. Ενώ στα σημεία σύνδεσης των prosumers με το δίκτυο μπορούν να ληφθούν πολύτιμα δεδομένα μέσω έξυπνων μετρητών, πρέπει να δημιουργηθούν ευκαιρίες, κίνητρα και νέοι κανονισμοί που θα επιτρέψουν τη χρήση αυτών των δεδομένων για την υποστήριξη της ευελιξίας και της σταθερότητας του συστήματος.

Τα ερευνητικά κέντρα και οι οργανισμοί που συμμετέχουν σε αυτό το πρόγραμμα έχουν συντάξει εγχειρίδια και έγγραφα καθοδήγησης σε επτά γλώσσες, τα οποία είναι προσαρμοσμένα στις ανάγκες των αντίστοιχων χωρών τους. Επιπλέον, έχουν αναπτυχθεί επίσης συστάσεις για βελτιωμένη ενσωμάτωση των prosumers και εξετάστηκαν οι κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις και οι πιθανές μειώσεις των εκπομπών CO₂. Στην Ολλανδία, το Πανεπιστήμιο της Ουτρέχτης δημοσίευσε μια εθνική κατευθυντήρια γραμμή για τους prosumers που περιγράφει τον μελλοντικό τους ρόλο στις λειτουργίες του δικτύου και ένα έγγραφο για την θέσης τους ως κατευθυντήρια δύναμη της ενεργειακής μετάβασης.

Το PV-Prosumers4Grid (PVP4Grid) είναι ένα έργο που χρηματοδοτείται από την ΕΕ, στο οποίο συμμετέχουν 12 εταιρείες από διάφορες ευρωπαϊκές χώρες. Ο κύριος στόχος του PVP4GRID είναι να αυξήσει το μερίδιο αγοράς και την αξία των φωτοβολταϊκών (ΦΒ) δίνοντας τη δυνατότητα στους καταναλωτές να γίνουν παραγωγοί ενέργειας μέσω των φωτοβολταϊκών (prosumers) με τρόπο φιλικό προς το περιβάλλον. Το PVP4GRID στοχεύει στην καλύτερη ενσωμάτωση των φωτοβολταϊκών στο ενεργειακό σύστημα με έμφαση στην ενοποίηση της αγοράς. Αξιολογούνται, βελτιώνονται, εφαρμόζονται και αξιολογούνται νέα διαχειριστικά και επιχειρηματικά μοντέλα που συνδυάζουν Φ/Β, αποθήκευση, ευέλικτη ζήτηση και άλλες τεχνολογίες σε ένα εμπορικά βιώσιμο προϊόν.

Για να επιτευχθεί αυτό, αναπτυχθήκαν λεπτομερείς κατευθυντήριες γραμμές για prosumers και διαχειριστές καταναλωτών συστημάτων (DSO), καθώς και συστάσεις για εθνικούς και ευρωπαϊκούς φορείς χάραξης πολιτικής σχετικά με τον τρόπο επίτευξης του κατάλληλου ρυθμιστικού πλαισίου. Επιπλέον, δημιουργήθηκε ένα διαδικτυακό εργαλείο για να βοηθήσει τους prosumers να αξιολογήσουν οικονομικά το έργο.

Η ιδιοκατανάλωση επιτρέπεται στην Ολλανδία και είναι σε εφαρμογή εδώ και αρκετά χρόνια. Ένα νοικοκυριό με εγκατεστημένο Φ/Β σύστημα έχει χαμηλότερη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε σύγκριση με το ίδιο νοικοκυριό χωρίς Φ/Β σύστημα. Αυτό είναι γνωστό ως net-metering (ή στα ολλανδικά "saldering"): η τιμή για την αγορά λιανικής ηλεκτρικής ενέργειας (~0,23 €/kWh) είναι η ίδια με την τιμή πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας στο δίκτυο. Με τρέχουσες τιμές αγοράς στα 1-1,5 €/Wp, για ένα φωτοβολταϊκό σύστημα των 3-5 kWp, οικονομική απόσβεση γίνεται στα 5-7 χρόνια. Είναι σε εξέλιξη η αναθεώρηση του συστήματος net-metering, η οποία οδηγεί σε σταδιακή κατάργηση από το 2023 έως το 2031. Δεδομένων των σημερινών εξελίξεων της αγοράς, εκτιμάται ότι ο αριθμός των επενδυτών στην Ολλανδία θα συνεχίσει να αυξάνεται έως και 2,5 εκατομμύρια το 2030, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Αυτή η εκτίμηση βασίζεται σε προβλέψεις του Οργανισμού Ολλανδικής Περιβαλλοντικής Αξιολόγησης, για ένα τυπικό μέγεθος Φ/Β συστήματος 3,5 kWp και 25% συνεισφορά των Φ/Β στο δίκτυο. Με μία τυπική ζήτηση 3000-3500 kWh/νοικοκυριό ετησίως, η ιδιοκατανάλωση του νοικοκυριού επί του παρόντος είναι εκτιμάται ότι είναι περίπου στο 30% σε ετήσια βάση.[28]

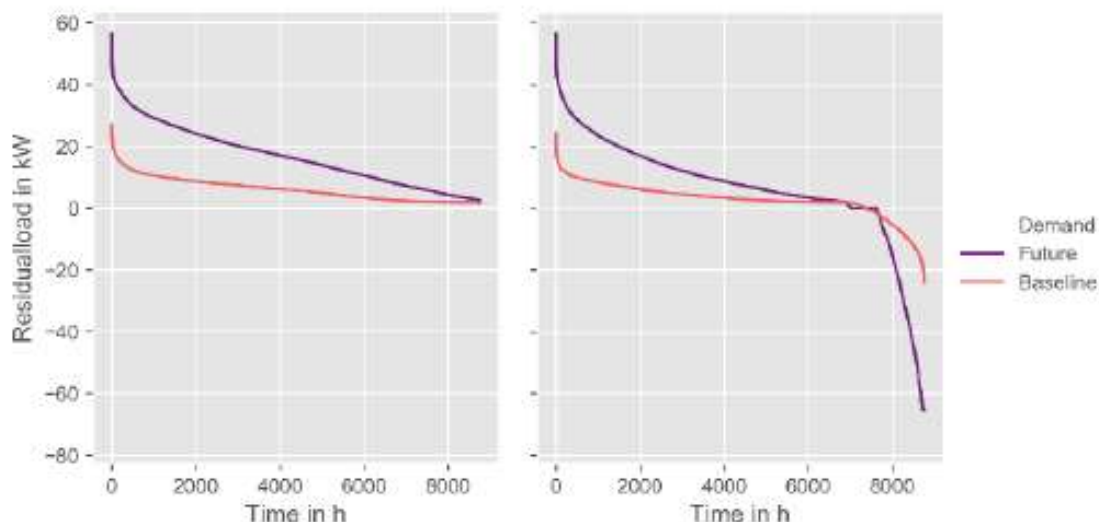


Εικόνα 28-Εκτιμώμενος αριθμός Prosumers στην Ολλανδία έως το 2030

Το πρόγραμμα PVP4Grid έχει τους ακόλουθους στόχους:

- Προσδιορισμός του δυναμικού των Φ/Β prosumers και των επιπτώσεών τους σε διαφορετικά περιβάλλοντα συστημάτων
- Προσδιορισμός εμποδίων και βελτίωση του ρόλου των Φ/Β prosumers
- Επικύρωση καινοτόμων επιχειρησιακών και διαχειριστικών εννοιών για Φ/Β prosumers
- Συστάσεις για την εφαρμογή των εννοιών PVP4Grid σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο

Το PV-Prosumers4Grid σχεδιάζει εθνικά και ευρωπαϊκά εργαστήρια με σχετικούς φορείς ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, υπεύθυνους χάραξης πολιτικής και prosumers για να συζητήσουν τις έννοιες, τις κατευθυντήριες γραμμές και τις συστάσεις. Με την προβλεπόμενη αύξηση του αριθμού των prosumers και της παραγωγής ενέργειας από ΦΒ, και αν δεν ληφθούν πρόσθετα μέτρα για την αύξηση της ιδιοκατανάλωσης, η περίσσεια ενέργειας από Φ/Β θα πρέπει να μεταφερθεί μέσω του τοπικού δικτύου διανομής, στα δίκτυα μέσης και υψηλής τάσης. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε συμφόρηση σε διάφορες μέρη του δικτύου, υπερφόρτωση στοιχείων του δικτύου, όπως μετασχηματιστές και καλώδια. Το απαιτούμενο φορτίο των κατοικιών θα αυξηθεί ακόμη περισσότερο όταν αυξηθεί η χρήση των ηλεκτρικών οχημάτων και ανεξαρτηθεί η θέρμανση των κατοικιών από τα συμβατικά καύσιμα. Τα υφιστάμενα δίκτυα δεν θα μπορέσουν να υποστηρίξουν αυτή την ζήτηση και πρέπει να ληφθούν μέτρα.



Εικόνα 29-Καμπύλες διάρκειας φορτίου για ενεργειακές κοινότητες, χωρίς ΦΒ (αριστερά) και με ΦΒ(δεξιά)

Στο παραπάνω Σχήμα αναπαρίσταται μία προσομοίωση της επίδρασης στο δίκτυο μιας μικρής κοινότητας με ή χωρίς εγκατεστημένο Φ/Β σύστημα 100 kWp για δύο σενάρια: ένα «βασικό-Σημερινό» σενάριο με θέρμανση φυσικού αερίου και χωρίς ηλεκτρικά οχήματα, και το «Μελλοντικό» αμιγώς ηλεκτρικό σενάριο με θέρμανση μέσω ηλεκτρισμού και ηλεκτρικά οχήματα. Ο καμπύλη διάρκειας φορτίου δείχνει ότι το οικιακό φορτίο αυξάνεται σημαντικά κατά την περίπτωση θέρμανσης και μεταφοράς μέσω ηλεκτρικής ενέργειας και αυτό το φορτίο γίνεται αρνητικό, σε περίπτωση χρησιμοποίησης της περίσσειας φωτοβολταϊκής ενέργειας. Μέτρα για τη μείωση των αιχμών ζήτησης είναι απαραίτητα, όπως η αύξηση της ιδιοκατανάλωσης. Θα πρέπει να γίνει σωστή διαχείριση ενέργειας και της ροής της σε όλα τα επίπεδα του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας. Στο δίκτυο χαμηλής τάσης, το οποίο ελέγχετε από τον Διαχειριστή Συστήματος Διανομής (ΔΣΔ), μπορεί να γίνει χρήση αποθήκευσης της ενέργειας, σε επίπεδο νοικοκυριού ή σε επίπεδο κοινότητας, ή μπορούν να χρησιμοποιηθούν προγράμματα διαχείρισης της ζήτησης και τεχνολογία V2G(Vehicle-to-grid) ώστε να βοηθήσουν τους διαχειριστές του δικτύου διανομής σε περίπτωση συμφόρησης του δικτύου. Νέες νομικές οντότητες, όπως εταιρείες συλλογής ή διαχειριστές σημείων φόρτισης θα δημιουργήσουν νέα επιχειρηματικά μοντέλα ώστε να δώσουν κίνητρα στα νοικοκυριά και στους ιδιοκτήτες ηλεκτρικών οχημάτων για την υποστήριξη του δικτύου. Αυτές οι οντότητες θα πρέπει να είναι ευέλικτες, ώστε να χρησιμοποιούν υφιστάμενες και νέες πλατφόρμες της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Τα τελευταία χρόνια ο Ολλανδικός Διαχειριστής Συστήματος μεταφοράς Ενέργειας(TSO) έχει ενημερώσει τις προδιαγραφές των βοηθητικών υπηρεσιών εξισορρόπησης δικτύου, ενώ έχουν ανανεωθεί και οι διαδικασίες, επιτρέποντας την τιμολόγηση μικρότερων διαστημάτων κατανάλωσης. Επιπλέον, ο TSO έχει ξεκινήσει πιλοτικά έργα για την εξισορρόπηση του συστήματος (όπως για τη διατήρηση της συχνότητας των 50Hz μεταξύ ορισμένων όριων), και ιδιαίτερα για την πρόβλεψη αποθεμάτων περιορισμού συχνότητας (FCR), και Αποθεματικά Επαναφοράς Συχνότητας (FRR), συγκεντρώνοντας ενέργεια από διάφορα στοιχεία, τα οποία μπορεί να είναι αποκεντρωμένα. Όσον αφορά τη διαχείριση της συμφόρησης, είναι αναγκαία μια κοινή προσέγγιση από τους ΔΣΔ και τους ΔΣΜ ώστε να διαχειριστεί τη συμφόρηση και να δώσει πρόσβαση στον χρήστη που είναι πιο απαραίτητο. Στις αρχές του 2019, οι διαχειριστές του δικτύου σε συνεργασία με την Πλατφόρμα Εμπορίας Ενέργειας του Άμστερνταμ (ETPA) ξεκίνησε το έργο GOPACS(Grid Operator Platform for Congestion Solutions). Σύμφωνα με αυτό το έργο, οι διαχειριστές του δικτύου με βάση τις πιο ενημερωμένες πληροφορίες, καθορίζουν πού και πότε αναμένεται

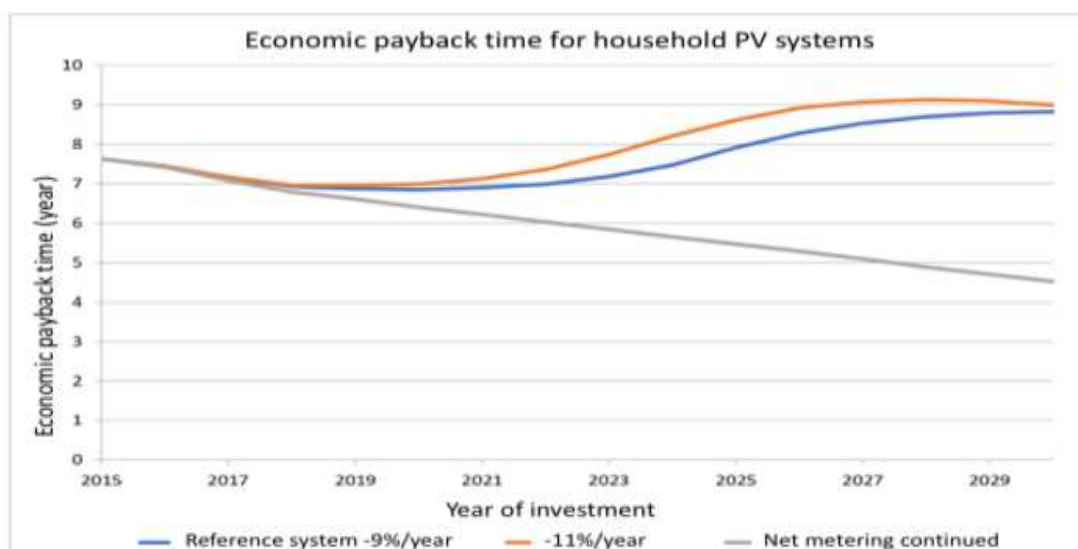
συμφόρηση. Για την λύση της συμφόρησης, πρέπει να προσαρμοστεί κατάλληλα η παραγωγή/κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Με την είσοδο της κατάστασης συμφόρησης στην πλατφόρμα του GOPACS, τα συνδεδεόμενα μέρη της αγοράς με την πληγείσα περιοχή κάνουν μια παραγγελία στην πλατφόρμα. Ωστόσο, η ισορροπία στο εθνικό δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας δεν διαταράσσεται. Αυτό συμβαίνει γιατί η παραγγελία αυτή συνδυάζεται με μια αντίθετη παραγγελία από μέρος της αγοράς εκτός της περιοχής συμφόρησης.

Η αναθεώρηση του νομοθετικού πλαισίου για την προώθηση των φωτοβολταϊκών-prosumers στην Ολλανδία σχετίζεται κυρίως με το κατάργηση του net metering, το οποίο θα ξεκινήσει τον Ιανουάριο του 2023. Η ετήσια μείωση θα φτάσει το 9%/έτος, ξεκινώντας από το 2023 έως και 2030, όπως έχει υπολογιστεί από το Υπουργείο Οικονομικών και Κλίματος. Το έτος 2030, το θα φτάσει σε 28% θα μειωθεί στο 0% το 2031. Αυτή η πρόταση έχει πιο αργή οικονομική απόσβεση από ότι την χρήση του 11%/έτος μείωσης του net metering. Εάν το net metering δεν καταργηθεί, τότε ο χρόνος απόσβεσης θα μειωθεί από ~7%, που είναι σήμερα, σε ~4% έως το 2031, με βάση τον υπολογισμό στο παρακάτω σχήμα. Οι υπολογισμοί αφορούν Φ/Β σύστημα που αποτελείται από 10 Φ/Β μονάδες των 300 Wp και 30% ποσοστό ιδιοκατανάλωσης. Η ανάλυση ευαισθησίας που έχει γίνει από το Ολλανδικό Οργανισμό Εφαρμοσμένης Επιστημονικής Έρευνας, δείχνει ότι ο χρόνος οικονομικής απόσβεσης αυξάνεται ή μειώνεται κατά περίπου ένα χρόνο μόνο. Επίσης, η ελάχιστη τιμή για την ποσότητα ενέργειας που δεν θα εγχυθεί στο δίκτυο, ορίζεται στο 80% της λιανικής τιμής ηλεκτρικής ενέργειας χωρίς τους φόρους, στα 0,06 €/kWh περίπου.

Η προτεινόμενη σταδιακή κατάργηση του net metering δεν έχει καμία επίπτωση στην φορο-απαλλαγή στην ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται και καταναλώνεται αμέσως από τον ίδιο τον παραγωγό. Για αυτό, ο καταναλωτής εξακολουθεί να μην πληρώνει ενεργειακό φόρο και τέλος ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η ιδιοκατανάλωση εξακολουθεί να είναι η πιο κερδοφόρα επιλογή. Ωστόσο, η αύξηση της ιδιοκατανάλωσης θα οδηγήσει σε μείωση του χρόνου απόσβεσης. Στην ακραία περίπτωση που αυξηθεί την ιδιοκατανάλωση από 30% σε 100%, ο χρόνος απόσβεσης θα μειωθεί μόνο έξι μήνες, χρησιμοποιώντας το ίδιο μοντέλο υπολογισμού.

Οι πρωτοβουλίες των διαχειριστών δικτύου που περιγράφονται παραπάνω, θα δώσουν την ευκαιρία σε prosumers και εταιρείες ώστε να συμμετέχουν ενεργά στις αγορές βοηθητικών υπηρεσιών.

Τέλος, για τη σταδιακή κατάργηση του συστήματος net metering, είναι υποχρεωτικό όλοι οι καταναλωτές να έχουν μια συσκευή μέτρησης (έξυπνος μετρητής) που μπορεί να μετρήσει και την ποσότητα ενέργειας που παίρνει από το δίκτυο αλλά και την ποσότητα που δίνει στο δίκτυο.



Εικόνα 30-Χρόνος απόσβεσης για ΦΒ σύστημα αναφοράς για 9% και 11% μείωση ανα χρόνο, σε σύγκριση με την συνέχιση του net metering

3.5 Το ερευνητικό έργο PROSEU

Το PROSEU είναι ένα ερευνητικό έργο που χρηματοδοτείται από την ΕΕ, το οποίο έχει έντεκα εταίρους από επτά ευρωπαϊκές χώρες (Πανεπιστήμια, ερευνητικά ιδρύματα και συμβούλους, μη κυβερνητικούς και μη κερδοσκοπικούς οργανισμούς). Στόχος του είναι η ενσωμάτωση του φαινομένου των prosumers Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) στην Ευρωπαϊκή Ενεργειακή Ένωση.

Η ανάπτυξη των prosumers ΑΠΕ σε όλη την Ευρώπη, αλλάζει την αγορά ενέργειας, τις δομές και τους θεσμούς της. Η πρόγραμμα PROSEU προσπαθεί να οργανώσει τους prosumers ΑΠΕ και να διερευνήσει νέα επιχειρηματικά μοντέλα, κανονισμούς αγοράς, υποδομές, τεχνολογικά σενάρια και ενεργειακές πολιτικές σε όλη την Ευρώπη. Η ομάδα συνεργάζεται με prosumers ΑΠΕ (μέσω Living Labs), υπεύθυνους χάραξης πολιτικής και άλλους ενδιαφερόμενους φορείς από εννέα χώρες, ακολουθώντας μια πειραματική προσέγγιση για να μάθει πώς οι κοινότητες των prosumers και οι νεοφυείς επιχειρήσεις αντιμετωπίζουν τις δικές τους προκλήσεις. Καθορίζονται, επίσης, τα κίνητρα που θα επιτρέψουν την ενσωμάτωση των prosumers ΑΠΕ, διασφαλίζοντας παράλληλα τη συμμετοχή των πολιτών, με διαφάνεια. Μέσα από την έρευνα των prosumers ΑΠΕ, το PROSEU θα δημιουργηθεί ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο γνώσης για όλους τους τομείς, μέσω της αξιολόγησης των κινήτρων τα οποία θα βοηθήσουν τους prosumers να συμμετάσχουν στην ενεργειακή μετάβαση. Το έργο είχε διάρκεια από τον Μάρτιο του 2018 έως τον Φεβρουάριο του 2021.[28]

Περίληψη των στόχων του PROSEU: Οκτώ βασικοί στόχοι στη βάση του οράματος και του σχεδίου εργασίας του έργου:

- Στόχος 1: παρουσίαση και ανάλυση της τρέχουσας κατάστασης στην Ευρώπη, παρουσίαση 150-200 πρωτοβουλιών prosumers ΑΠΕ.
- Στόχος 2: Προσδιορισμός και ανάλυση των ρυθμιστικών πλαισίων που σχετίζονται με πρωτοβουλίες prosumers ΑΠΕ σε εννέα κράτη μέλη.

- Στόχος 3: Προσδιορισμός καινοτόμων προγραμμάτων χρηματοδότησης στα εννέα συμμετέχοντα κράτη μέλη και των εμποδίων και των ευκαιριών για τα επιχειρηματικά μοντέλα των prosumers ΑΠΕ.
- Στόχος 4: Ανάπτυξη σεναρίων για το 2030 και το 2050 με βάση εις βάθος ανάλυση τεχνολογικών λύσεων για τους prosumers ΑΠΕ, υπό διαφορετικές γεωγραφικές, κλιματικές και κοινωνικοπολιτικές συνθήκες.
- Στόχος 5: Συζήτηση των ευρημάτων της έρευνας με 30 σχετικούς ενδιαφερόμενους σε μια Αξιολόγηση και δημιουργία ενός πλάνου (μέχρι το 2030 και το 2050) για την ενσωμάτωση των prosumers ΑΠΕ.
- Στόχος 6: Αποτελέσματα και μαθήματα που αποκτήθηκαν μέσω του πειραματισμού και της από κοινού μάθησης στα Living Labs, δια ζώσης εργαστήρια.
- Στόχος 7: Ανάπτυξη νέων εργαλείων και μαθημάτων σχετικά με το πως η μεθοδολογία PROSEU, η οποία στοχεύει στη συν-δημιουργία και τη μάθηση, μπορεί να χρησιμοποιήσει, ως πείραμα, στην καινοτομία των θεσμών.
- Στόχος 8: Δημιουργία Κοινότητας Ενδιαφερομένων prosumers ΑΠΕ.

3.5.1 Μελέτες Ανάλυσης Περίπτωσης

Έχουν αναλυθεί 30 διαφορετικά σενάρια χρηστών, 10 περιπτώσεις σε ατομικό επίπεδο, 10 σε επίπεδο γειτονιάς και 10 για επίπεδο πόλης. Σε Ατομικό επίπεδο, ο στόχος είναι να παρουσιαστούν τα αποτελέσματα διαφορετικών τεχνολογιών σε μεμονωμένους prosumers σε διαφορετικές τοποθεσίες της ΕΕ. Το EPROM χρησιμοποιείται για τη μοντελοποίηση μεμονωμένων prosumers, και θεωρείται το πλέον κατάλληλο για τη μοντελοποίηση των επιπτώσεων διαφορετικών κλιματικών ζωνών και τεχνολογιών στα νοικοκυριά.

Σύμφωνα με την κλιματική ταξινόμηση Köppen-Geiger, υπάρχουν τέσσερις βασικές κλιματικές ζώνες στην ΕΕ:

1. Ωκεάνιο κλίμα (Cfb): π.χ. Λονδίνο, Παρίσι, Άμστερνταμ, Βρυξέλλες
2. Ηπειρωτικό κλίμα (Dfb): π.χ. Βιέννη, Βαρσοβία, Στοκχόλμη
3. Μεσογειακό κλίμα (Csa): π.χ. Ρώμη, Λισαβόνα, Αθήνα
4. Ημίξηρο κλίμα (BSk): π.χ. Μούρθια, Λαμπεντούζα

Προκειμένου να φανούν τα αποτελέσματα για τους prosumers διαφορετικών κλιματικών ζωνών σε μεμονωμένο επίπεδο, επιλέχθηκε ένα μεμονωμένο νοικοκυριό κάθε κλιματικής ζώνης της ΕΕ.

Σε Επίπεδο γειτονιάς μοντελοποιούνται τρεις διαφορετικές γειτονιές από τρεις διαφορετικές περιοχές. Ο στόχος ήταν να εμφανιστούν διαφορές για γειτονιές με παρόμοιες κλιματικές συνθήκες αλλά διαφορετικά οικονομικά, πολιτικά και τοπικά περιβάλλοντα.

Οι περιπτώσεις χρήσης σε επίπεδο πόλης έχουν επιλεγεί με τέτοιο τρόπο, ώστε να λαμβάνεται υπόψη η ποικιλομορφία των κλιματικών συνθηκών, των γεωγραφικών συνθηκών και των κοινωνικών συνθηκών. Επίσης, οι πόλεις στην Ευρώπη διαφέρουν σημαντικά σε μέγεθος. Η ιδέα ήταν να ληφθεί υπόψη και αυτό το γεγονός, επιλέγοντας τρία επίπεδα πόλεων: μικρή (Ozalj), μεσαία (Girona) και μεγάλου μεγέθους πόλη (Bristol).

Σε επίπεδο χώρας, αναλύονται και τα 27 κράτη μέλη και του Ηνωμένου Βασιλείου. Όλα τα κράτη μέλη έχουν διαφορετικές συνθήκες, οι οποίες σχετίζονται με τον χαρακτηρισμό των prosumers:

- Αριθμός νοικοκυριών
- Αριθμός τριτοβάθμιου κτιρίων
- Κτίριο: χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της πιθανής παραγωγής ενέργειας από φωτοβολταϊκά
- Βαθμός αστικοποίησης: Καθένας από τους βαθμούς αστικοποίησης (αστικός, περιαστικός, αγροτικός) εξετάζεται χωριστά. Αυτή η κατηγοριοποίηση χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό των προτιμώμενων τεχνολογιών θέρμανσης.
- Απαιτήση ενέργειας: χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό των πιθανών τεχνολογιών θέρμανσης και της δυνητικής ποσότητας παραγωγής ενέργειας με τεχνολογίες prosumers.
- Κλιματικές συνθήκες: χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό των προτιμώμενων τεχνολογιών θέρμανσης και του δυναμικού για ηλιακή και αιολική ενέργεια.
- Χρήση γης: χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της πιθανής διαθεσιμότητας βιομάζας για θέρμανση (ποσότητα δασικής έκτασης) και της δυνατότητας για επίγεια ηλιακά φωτοβολταϊκά (διαθέσιμη γυμνή έκταση).
- Υπόγειες συνθήκες: χρησιμοποιείται για να προσδιοριστεί εάν ένα κράτος μέλος μπορεί να χρησιμοποιήσει αποθήκευση θερμικής ενέργειας.
- Τεχνολογίες θέρμανσης και prosumers παραγωγής ενέργειας: χρησιμοποιούνται για το σενάριο αναφοράς.
Χρησιμοποιήθηκαν τρία βασικά σενάρια,
- Το Σενάριο αναφοράς
- Το Σενάριο ΑΠΕ
- Το Σενάριο αυτάρκειας

PROSEU Consortium Partners

Logo	Organisation	Type	Country
	FCIENCIAS.ID	Private non-profit association	Portugal
	UPORTO	University	Portugal
	ICLEI EURO	Small and medium-sized enterprise	Germany
	CLIENTEARTH	Non-governmental organisation	United Kingdom
	UNIVLEEDS	University	United Kingdom
	DRIFT	University	the Netherlands
	UNIZAG FSB	University	Croatia
	LEUPHANA	University	Germany
	ECO-UNION	Non-governmental organisation	Spain
	IÖW	Private non-profit limited company	Germany
	CE Delft	Small and medium-sized enterprise	the Netherlands

Εικόνα 31- Έταιροι της κοινοπραξίας PROSEU

Ο λόγος για την επιλογή 3 διαφορετικών σεναρίων χρήσης είναι οι ιδιαιτερότητες καθεμιάς από αυτές τις κατηγορίες. Σε ατομικό επίπεδο, πιο ακριβή αποτελέσματα μπορούν να παρουσιαστούν για τον μεμονωμένο prosumer και τις οικονομικές και περιβαλλοντολογικές επιπτώσεις στο μεμονωμένο νοικοκυριό. Τα αποτελέσματα ισχύουν για όλους τους ενδιαφερόμενους πολίτες που θέλουν να εγκαταστήσουν τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών

ενέργειας στα σπίτια τους και να γίνουν prosumer σε διάφορες γεωγραφικές περιοχές της Ευρώπης.

Σε επίπεδο γειτονιάς, η ιδέα είναι να φανεί η επίδραση της εγκατάστασης τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας από μεμονωμένους καταναλωτές στη συνολική ενεργειακή και οικονομική ισορροπία της γειτονιάς. Ωστόσο, τα δεδομένα εισόδου, καθώς και τα αποτελέσματα είναι πιο συγκεντρωτικά σε αυτήν την περίπτωση και δεν δείχνουν τα οφέλη κάθε μεμονωμένου νοικοκυριού αλλά μάλλον ολόκληρης της γειτονιάς. Αυτά επιλέγονται, επίσης, σε διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές για να καλύπτουν διαφορετικές πολιτικές, οικονομικές και κλιματικές συνθήκες. Οι περιπτώσεις χρήσης σε επίπεδο πόλης παρουσιάζουν ακόμη πιο συγκεντρωτικά αποτελέσματα για ολόκληρη την πόλη, δείχνοντας τα συνολικά οφέλη για το ενεργειακό σύστημα.

Σε γενικές γραμμές, το σενάριο αναφοράς παρέχει μόνο τις συνήθεις αλλαγές στις απαιτήσεις, τις τιμές, τις τεχνολογικές παραμέτρους κ.λπ., αλλά δεν ενσωματώνει αλλαγές στο τεχνολογικό μείγμα που χρησιμοποιείται για την παραγωγή ενέργειας, δηλαδή δεν αναμένεται πρόσθετη απορρόφηση από τους καταναλωτές.

Member state	Households	Utility buildings	Heating and cooling demand (TWh)	Electricity demand (TWh)
Austria	3,816,000	650,000	65	32
Belgium	4,699,000	1,170,000	90	32
Bulgaria	2,940,000	590,000	20	32
Croatia	1,487,000	510,000	20	32
Cyprus	298,000	309,000	8	32
Czech Republic	4,644,000	700,000	66	32
Denmark	2,373,000	760,000	46	32
Estonia	572,000	816,000	9	32
Finland	2,623,000	1,523,000	62	32
France	28,931,000	6,130,000	429	32
Germany	40,258,000	11,890,000	666	32
Greece	4,376,000	1,190,000	52	32
Hungary	4,152,000	410,000	59	32
Ireland	1,731,000	430,000	29	32
Italy	25,789,000	2,990,000	410	32
Latvia	833,000	140,000	13	32
Lithuania	1,332,000	200,000	13	32
Luxembourg	229,000	39,000	7	32
Malta	173,000	39,000	2	32
Netherlands	7,622,000	1,128,000	117	32
Poland	14,110,000	2,650,000	182	32
Portugal	4,083,000	940,000	22	32
Romania	7,470,000	880,000	53	32
Slovakia	1,847,000	90,000	26	32
Slovenia	883,000	945,000	11	32
Spain	18,376,000	2,980,000	173	32
Sweden	5,100,000	460,000	82	32
United Kingdom	28,269,000	7,110,000	375	32
Total	219,016,000	47,669,000	3,109	885

Πίνακας 5-Συγκριτικός πίνακας ζήτησης ενέργειας ανά κράτος

Ο παραπάνω πίνακας παρουσιάζει τον αριθμό των νοικοκυριών και των κτιρίων κοινής ωφέλειας ανά κράτος μέλος, τη ζήτηση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη και ηλεκτρικές συσκευές και φωτισμό στα κτίρια.

Αντίθετα, το σενάριο των Ανανεώσιμων Πηγών αναλύει την εισαγωγή ή την αναβάθμιση των σημερινών τεχνολογιών ανανεώσιμων παραγωγών για την παραγωγή ενέργειας, λαμβάνοντας υπόψη διαφορετικές πολιτικές, οικονομικές, γεωγραφικές και κλιματικές συνθήκες κατά την επιλογή τεχνολογιών και των δυνατοτήτων τους. Η ιδέα είναι να διερευνηθεί πώς μπορούν να εφαρμοστούν διαφορετικές τεχνολογίες prosumer με βάση τις προαναφερθείσες συνθήκες. Στο σενάριο των Ανανεώσιμων Πηγών ενέργειας, έχει αναλυθεί η μέγιστη ενσωμάτωση των τεχνολογιών αγοραστών έως το 2050, λαμβάνοντας υπόψη τη διαθέσιμη περιοχή και τις ιδιαιτερότητες κάθε γειτονιάς. Ωστόσο, αυτά τα σενάρια δεν λαμβάνουν υπόψη την αποθήκευση ενέργειας αλλά την πλήρη εκμετάλλευση της παραγωγής ανανεώσιμων πηγών

ενέργειας στο υπάρχον σύστημα, με την πλεονάζουσα παραγωγή να πωλείται στο δίκτυο ή να χάνετε (σε περίπτωση ηλιακής θερμικής ενέργειας).

Τέλος, το σενάριο Αυτάρκειας αναλύει τη δυνατότητα επίτευξης αυτάρκειας των prosumers, λαμβάνοντας υπόψη τις τεχνολογίες αποθήκευσης ενέργειας, επιπλέον του σεναρίου των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Σε αυτό το σενάριο, έχουν προστεθεί αποθήκευση μπαταριών και αποθήκευση θερμικής ενέργειας, λαμβάνοντας ακόμη υπόψη τους περιορισμούς χώρου, οι οποίοι είναι συνήθως αρκετά σημαντικοί στις αστικές γειτονιές, και μικρότεροι στις αγροτικές περιοχές.

Το σενάριο αναφοράς μοντελοποιήθηκε για τα έτη 2015, 2030 και 2050, προκειμένου να ληφθούν υπόψη οι αλλαγές στις τιμές, τις απαιτήσεις, τις τεχνολογικές παραμέτρους κ.λπ. Σε ατομικό επίπεδο, τα σενάρια Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και Αυτάρκειας μοντελοποιήθηκαν για υποθετικά νοικοκυριά το 2015, το 2030 και το 2050. Ως εκ τούτου, οι συγκρίσεις μεταξύ ενός νοικοκυριού prosumer και ενός συμβατικού νοικοκυριού είναι δυνατές για τρεις διαφορετικούς χρόνους. Αντίθετα σε επίπεδο γειτονιάς και πόλης, το σενάριο των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και αυτάρκειας διαμορφώθηκε μόνο για το 2030 και το 2050, καθώς αυτές οι περιπτώσεις χρήσης βασίζονται σε υπάρχουσες περιπτώσεις.

Τα συμπεράσματα είναι ότι οι προσομοιώσεις και η μοντελοποίηση των prosumers σε διαφορετικά επίπεδα, έδειξαν ότι οι prosumers έχουν μεγάλη δυνατότητα για μείωση των εκπομπών CO₂, αλλά επίσης, παρέχουν σημαντικά οικονομικά πλεονεκτήματα και διευκολύνουν την ενεργειακή μετάβαση στην ΕΕ έως το 2050, όπως φαίνεται στους παρακάτω πίνακες ανά επίπεδο ελέγχου.

	CO ₂ heating (kg/a) [reduction]	CO ₂ electricity (kg/a) [reduction]	LCOH (€/kWh) [reduction]	LCOE (€/kWh) [reduction]	Autarky heating (%)	Autarky electricity (%)
France Autarky 2050	32-34 [-99 %]	44-59 [-69 %]	0.08-0.09 [-57 %]	0.13 [-23 %]	75-81	68-70
Germany Autarky 2050	620-716 [-83 %]	508-697 [-48 %]	0.11 [-31 %]	0.23 [-29 %]	52-57	47-50
Netherlands Autarky 2050	244-309 [-90 %]	310-458 [-75 %]	0.09-0.10 [-39 %]	0.15 [-24%]	62-66	53-54
Spain 2050 Autarky 2050	53-63 [-96 %]	185-272 [-74 %]	0.10-0.12 [-52 %]	0.14 [-46 %]	82-86	74-75

Πίνακας 6-Αυτάρκειας για ατομικό επίπεδο για το 2050

	<i>CO₂ heating (t/a) [reduction]</i>	<i>CO₂ electricity (t/a) [reduction]</i>	<i>LCOH (€/kWh) [reduction]</i>	<i>LCOE (€/kWh) [reduction]</i>	<i>Autarky heating (%)</i>	<i>Autarky electricity (%)</i>
Aardehuis Autarky 2050	3.05 [-96 %]	6.6 [-55 %]	0.06 [-50 %]	0.08 [-47 %]	81	68
Lanište Autarky 2050	890.54 [-86 %]	586.26 [-18 %]	0.084 [-55 %]	0.129 [-10 %]	39.5	17.5
Klausenerplatz Autarky 2050	150.04 [-86 %]	47.64 [-93 %]	0.064 [-72 %]	0.279 [-14 %]	80.8	90.9

Πίνακας 7-Αυτάρκειας για το επίπεδο γειτονιάς για το 2050

	<i>CO₂ heating (t/a) [reduction]</i>	<i>CO₂ electricity (t/a) [reduction]</i>	<i>LCOH (€/kWh) [reduction]</i>	<i>LCOE (€/kWh) [reduction]</i>	<i>Autarky heating (%)</i>	<i>Autarky electricity (%)</i>
Ozalj Autarky 2050	3,945.4 [-76 %]	2,042.1 [-14 %]	0.091 [-13 %]	0.129 [-10 %]	34.3	14.4
Girona Autarky 2050	0 [-100 %]	6,567 [-76 %]	0.023 [-90 %]	0.134 [-47 %]	100	75.9
Bristol Autarky 2050	79,407 [-86 %]	0 [-100 %]	0.148 [-34 %]	0.227 [-3 %]	89.6	100

Πίνακας 8-Αυτάρκειας για το επίπεδο πόλης για το 2050

Type of building	Scenario	Type of energy	Percentage autarky
Residential	Renewables	Electricity	38%
		Heating and cooling	40%
	Autarky	Electricity	76%
		Heating and cooling	61%
Tertiary	Renewables	Electricity	12%
		Heating and cooling	37%
	Autarky	Electricity	21%
		Heating and cooling	43%

Πίνακας 9-Αυτάρκειας για την Ευρωπαϊκή Ένωση για το 2050

3.6 Η περίπτωση των Prosumers στην Νότια Ασία

Οι prosumers κερδίζουν έδαφος στη Νότια Ασία όπου οι κυβερνήσεις υποστηρίζουν προγράμματα φωτοβολταϊκών οροφής διασυνδεδεμένα με το δίκτυο. Ένα από τα προγράμματα στη Σρι Λάνκα ενθαρρύνει τους καταναλωτές να συμμετάσχουν στην παραγωγή ενέργειας εγκαθιστώντας ένα μικρό φωτοβολταϊκό στη στέγη του σπιτιού τους για να ικανοποιήσουν τις ενεργειακές τους ανάγκες. Έχουν την δυνατότητα και να παράγουν και να χρησιμοποιούν την ηλεκτρική ενέργεια στις εγκαταστάσεις τους. Αν έχουν πλεόνασμα ενέργειας το πουλάνε στο δίκτυο ή το αποθηκεύουν για μεταγενέστερη χρήση. Αυτό το σχήμα λέγεται net metering, το καθαρό ποσό της ενέργειας που παράγεται ή χρησιμοποιείται από τους καταναλωτές καθορίζει εάν θα πρέπει να πληρώσουν τον προμηθευτή ή ο προμηθευτής να πληρώσει αυτούς. Το net metering είναι πολύ διαδεδομένο σε όλο τον κόσμο και αντιπροσωπεύει την πρώτη γενιά των prosumers.[3]

Η κυβέρνηση της Ινδίας προωθεί τα φωτοβολταϊκά προγράμματα επί στέγης για ανεξάρτητους παραγωγούς σε οικιακό, βιομηχανικό και εκπαιδευτικό επίπεδο για να μετατρέψει τους καταναλωτές σε ενεργούς επενδυτές και να συμμετέχουν στον ενεργειακό τομέα. Σε αυτή την κατεύθυνση βοήθαμε οι επιδοτήσεις, ειδικά για τα φτωχά νοικοκυριά στην Κεράλα της Ινδίας. Η μεγαλύτερη πρόκληση στο να γίνουν περισσότεροι prosumers είναι η δημιουργία ενός αποτελεσματικού ρυθμιστικού περιβάλλοντος. Αυτό περιλαμβάνει την ανάπτυξη μιας μεθόδου τιμολόγησης, η οποία θα αντικατοπτρίζει το κόστος σε όλα τα επίπεδα του συστήματος και ειδικά στο δίκτυο διανομής και θα προμοτάρει τις τεχνολογίες με χαμηλές εκπομπές ρύπων, και θα ενσωματώνει κοινωνικές έννοιες όπως οι προσιτές τιμές και η πρόσβαση.

Στο 2nd Lateral Learning Program on Smart Grid Technologies and Implications for Inclusive Development, co-organized last October by ADB and the University of Melbourne's School of Engineering, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι prosumers παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στην δημιουργία έξυπνων δικτύων ενέργειας, όσον αφορά την τεχνική λειτουργία του συστήματος όπως είναι η προσαρμοστικότητα και η σχέση με το κόστος, το περιβάλλον και τα ζητήματα κοινωνικής ένταξης.

Εν τέλει ο prosumer είναι τόσο τελικός χρήστης όσο και παραγωγός. Με τη δύναμη της τεχνολογίας ο prosumer θα είναι ικανός να κάνει επιλογές για την ενεργειακή χρήση που μέχρι πριν ήταν προσιτές μόνο στους προμηθευτές ενέργειας. Με το κατάλληλο ρυθμιστικό πλαίσιο το οποίο θα αντανάκλα το κόστος, τις προσιτές τιμές, την πρόσβαση και την βιωσιμότητα, οι γυναίκες και τα περιθωριοποιημένα άτομα μπορούν να συμμετέχουν ενεργά ως prosumers σε αυτό σε αυτό το ενεργειακό μέλλον.

3.7 Η περίπτωση των Prosumers στην Κίνα

Στην Κίνα, τα έργα εξάλειψης της φτώχειας με τη βοήθεια των φωτοβολταϊκών παίζουν σημαντικό ρόλο στην προώθηση της κοινωνικής και οικονομικής ανάπτυξης στις περιοχές που πλήττονται από τη φτώχεια. Μπορούν να βοηθήσουν στη σταθεροποίηση και την αύξηση των εισοδημάτων των φτωχών πληθυσμών. Ωστόσο, τα φωτοβολταϊκά συνδέονται με το αγροτικό δίκτυο διανομής σε μεγάλο αριθμό, και έχουν μεγαλύτερο αντίκτυπο στην ασφαλή και σταθερή λειτουργία του δικτύου διανομής, καθιστώντας δύσκολη την επίλυση του προβλήματος συλλογής και κατανάλωσης της ενέργειας, από τα καταναλωμένα φωτοβολταϊκά, επί τόπου. Εν τω μεταξύ, τα έργα αυτά βασίζονται κυρίως σε επιδοτήσεις από την κυβέρνηση και στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας, και οι μέθοδοι προώθησης των prosumers είναι ανεπαρκείς.[25]

Κατά τη διάρκεια της περιόδου 13th Five-Year, στην οποία λαμβάνει χώρα το σχέδιο ενεργειακής ανάπτυξης, πάνω από 20 εκατομμύρια Yuan έχουν επενδυθεί σε προγράμματα για

την εξάλειψη της φτώχειας μέσω φωτοβολταϊκών σε Εθνικό επίπεδο, με την παραγωγή ενέργειας από φωτοβολταϊκά να ξεπερνά το 1GW. Τα προγράμματα αυτά, τα οποία έχουν διαχειριστεί από το εθνικό δίκτυο ενέργειας και την κυβέρνηση, έχουν κάνει σημαντικά βήματα στην ενίσχυση της υποδομής των εγκαταστάσεων ενέργειας στις φτωχές περιοχές παρέχοντας καθολικές υπηρεσίες ενέργειας αναπτύσσοντας και αξιοποιώντας την τοπική παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές με βάση τις τοπικές συνθήκες.

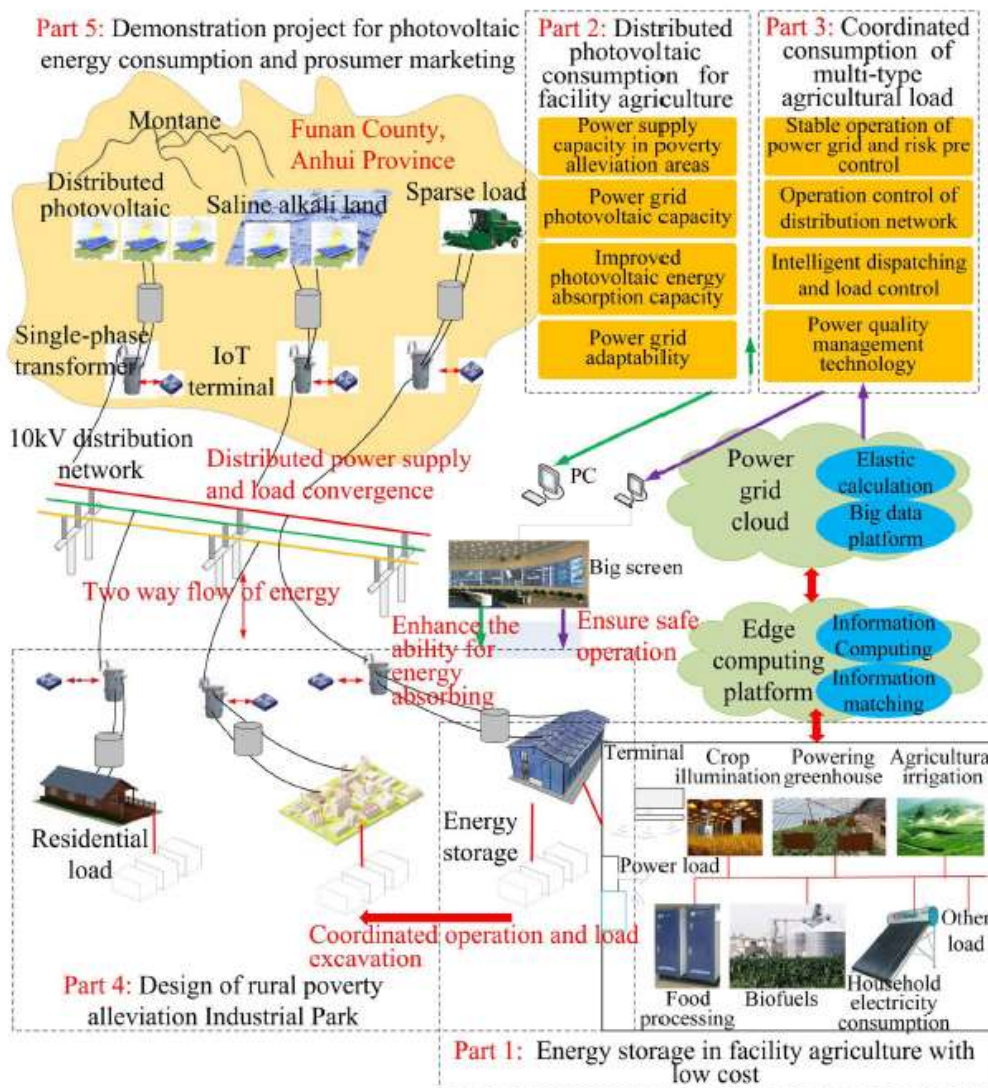
Για την καλύτερη κατανόηση των οικονομικών κερδών της προώθησης των prosumers, αναπτύχθηκε ένα έργο που αφορά ένα αγροτικό συγκρότημα στην επαρχία Funan της Κίνας. (Εικόνα 13)

Επί πλέον, μελετώνται μηχανισμοί κατασκευής και λειτουργίας για πολλούς τύπους φορτίων, με ανάλυση σε διαφορετικά επιχειρηματικά μοντέλα χρηματοδοτικής μίσθωσης. Υπολογίζονται τα επενδυτικά μοντέλα και τα μοντέλα κέρδους των πολλαπλών συμμετεχόντων, όπως οι εταιρείες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και των φτωχών νοικοκυριών μέσω του κύκλου ζωής των φωτοβολταϊκών έργων. Λαμβάνονται υπόψη τα κόστη της επένδυσης και τα μοντέλα κερδών, τα οποία συνδυάζονται με την εθνικά και τοπικά προγράμματα του δικτύου παραγωγής ενέργειας. Όπως, επίσης, και οι μέθοδοι για τη μεγιστοποίηση της ανάλυσης πολλαπλών οφελών από την κατασκευή των έργων. Το έργο εξάλειψης της φτώχειας με τη βοήθεια των καταναμημένων φωτοβολταϊκών διεξήχθη με βάση τις τεχνολογίες σύνδεσης και διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας από ανανεώσιμες αγροτικές πηγές και τεχνολογίες αποθήκευσης χαμηλού κόστους των πολλαπλών μορφών ενέργειας, υπό την προϋπόθεση ότι υπάρχει μέγιστη κατανάλωση από τους καταναμημένους σταθμούς παραγωγής φωτοβολταϊκών. Τα αναλυτικά λειτουργικά οφέλη όλου του συγκροτήματος συνοψίζονται στον Πίνακα 10. Υποθέτοντας ότι το μέγεθος της επιφάνειας του πάρκου είναι 600 στρέμματα, λαμβάνοντας ως αναφορά τα δεδομένα 2017-2018, η συνολική έκταση του χώρου είναι 1929 τετραγωνικά χιλιόμετρα και ο συνολικός πληθυσμός είναι 1,46 εκατομμύρια. Η πυκνότητα του πληθυσμού είναι περίπου 0,5 άτομα ανά στρέμμα, άρα ο πληθυσμός 600 mu γης είναι περίπου 0,5x600, δηλαδή 300 άτομα. Υπολογίζονται περίπου 3 άτομα ανά νοικοκυριό, και υπάρχουν περίπου 100 νοικοκυριά στο πάρκο που χρειάζονται ρεύμα.

Έχει επιλεγεί ένας μονοφασικός σταθμός διανομής ρεύματος 20kVA. Η κατανάλωση κάθε νοικοκυριού είναι $3\text{kA} \cdot 220\text{V}$, επειδή υπάρχει ανάγκη για ταυτόχρονη χρήση ενέργειας για πότισμα, επεξεργασία τροφίμων και υπηρεσίες βιομηχανίας. Ο συντελεστής ισχύος είναι 0,9 και ο συντελεστής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας είναι 0,8 και ο αριθμός των Νοικοκυριών που μπορεί να τροφοδοτεί κάθε μονοφασικός σταθμός διανομής είναι $20 / (3 \cdot 0,22 \cdot 0,9) \cdot 0,8$, δηλαδή 42. Όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα, υπολογίζεται ότι το συνολικό κόστος επένδυσης είναι ισούται με το συνολικό εισόδημα του πάρκου σε 3 χρόνια. Τα συνολικά έσοδα του πάρκου σε 3 χρόνια είναι, $3 \cdot (100 + 360 + 50 + 20 + 250 - 2,4 - 2,0) \cdot 1.000$, δηλαδή 23,268 εκατομμύρια Γιουάν. Σύμφωνα με την αναλογία επένδυσης 1:1 της εταιρείας ηλεκτρικής ενέργειας προς τα φτωχά νοικοκυριά, κάθε νοικοκυριό μπορεί να ωφεληθεί μέσα τρία χρόνια $(2326,8/2)/100$, δηλαδή 116,34 χιλιάδες Γιουάν. Σε σύγκριση με τη χρήση συγκεντρωτικών φωτοβολταϊκών, όπως φαίνεται στον πίνακα 2, μια συγκεντρωτική εγκατάσταση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκά με ισχύ 20MW μπορεί να καλύψει τις ανάγκες ενέργειας των 600 στρεμμάτων. Σύμφωνα με την υφιστάμενη πολιτική επιδότησης, κάθε νοικοκυριό μπορεί να κερδίσει μόνο περίπου 3.000 Γιουάν το χρόνο, και μόνο περίπου 10.000 Γιουάν σε τρία χρόνια, που είναι πολύ λιγότερα έσοδα για όλο το συγκρότημα.

Αυτό το πρόγραμμα εστιάζει στην επιτόπια κατανάλωση του γεωργικού φορτίου για την εξάλειψη της φτώχειας με την βοήθεια παραγωγή ενέργειας από φωτοβολταϊκά. Έχει

σχεδιάσκει ένα τοπικό δίκτυο παραγωγής και διανομής της ενέργειας με σταθερή αμφίδρομη ροή που παράγεται από φωτοβολταικά.



Εικόνα 32-Δομή και κανόνες λειτουργίας για έργο αγροτικού συστήματος

Total investment cost	Single phase distribution station	24,000
	Ground cable	20,000
	Glass greenhouse	200,000
Total revenue	Farming /Breeding income	2.5 million
	Food processing income	500,000
	Secondary energy income	3.6 million
	Service income	1 million
Profit distribution	Power companies photovoltaic poor households	Floating in a ratio of 1:9 to 9:1

Πίνακας 10-Υπολογισμός εισοδήματος Αγροτικού συστήματος

Total investment cost	Substation construction
	Construction cost of line and tower
	Inverter cost
Profit model / subsidy policy	Income from grid connected power generation (0.4 yuan / kWh subsidy)
Photovoltaic poor households	9000 yuan/household

Πίνακας 11-Υπολογισμός εισοδήματος ΦΒ πάρκου 20MW

Προτείνονται νέες τεχνολογίες ενεργειακής διαχείρισης και σχεδιασμού που μπορούν να αυξήσουν την ακτίνα τροφοδοσίας και να διαχειριστούν τις αυξομειώσεις φορτίου και παρουσιάζουν άεργο ισχύ του ελεγχόμενου αγροτικού φορτίου. Σε αυτή την έρευνα των Chuangxue Zhu, Wenbin Zhao, Zhouzhenyan Hong, Chen του Πανεπιστημίου της Σαγκάης, υπολογίζονται με λεπτομέρεια τα κέρδη της προώθησης των prosumers τόσο για το δίκτυο παραγωγής και διανομής ενέργειας όσο και για την εξάλειψη της φτώχειας. Σε αυτό το σύστημα διαχείρισης και προγραμματισμού ενέργειας έχουν χρησιμοποιηθεί τεχνολογίες αναγνώρισης μη παρεμβατικών φορτίων με χαμηλή συχνότητα για να εξασφαλιστεί η χρονική ισχύς των απλών και πολλαπλών γεωργικών φορτίων που είναι χωρικά κατανομημένα στην περιοχή, έτσι ώστε να εντοπιστούν ακριβώς οι παράμετροι του γεωργικού φορτίου. Η απόδοση της κατανάλωσης ενέργειας από φωτοβολταϊκά μπορεί να μεγιστοποιηθεί, με βάση την αρχή της δυναμικής ισορροπίας πηγής-φορτίου, μέσω της συνεργασίας και του συντονισμού τεχνολογιών αποθήκευσης ενέργειας πολλαπλών μορφών και χαμηλού κόστους.

Αυτή η έρευνα για την καταπολέμηση της φτώχειας με χρήση φωτοβολταϊκών και προώθηση των prosumers για αγροτικά φορτία της Φουνάν στην Κίνα, έδειξε ότι τα οικονομικά οφέλη είναι 11 φορές υψηλότερα από την παραδοσιακή πολιτική παροχή ηλεκτρικού ρεύματος μέσω φωτοβολταϊκών.

3.8 Η περίπτωση του Χονγκ Κονγκ

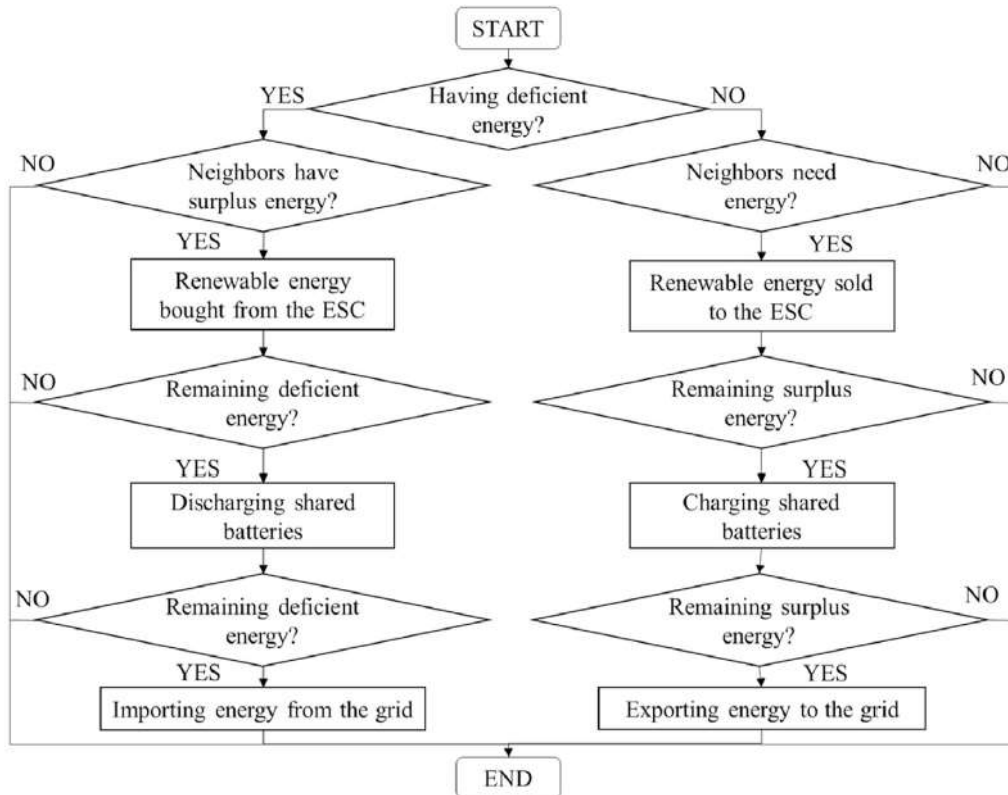
Στο Χονγκ Κονγκ αναπτύχθηκε ένα ιεραρχικό σύστημα διαχείρισης ενέργειας σε μια γειτονιά από νοικοκυριά, όπου οι καταναμημένοι prosumers μπορούν να μοιράζονται την παραγωγή και τον τους αποθηκευτικό χώρο και να διαχειρίζονται τα ψυκτικά φορτία και αποθήκες ενέργειας για την θέρμανση. Έχουν διατυπωθεί διάφορα σενάρια λειτουργίας σε επίπεδο ελέγχου κτιρίου και σε επίπεδο γειτονιάς, για να διερευνηθούν η συνέργεια μεταξύ του μοντέλου κοινής χρήσης διασυνδεδεμένων πελατών (peer-to-peer P2P) και η ευελιξία της ζήτησης. Τα αποτελέσματα του έργου δείχνουν ότι ενσωματώνοντας την ευελιξία σε επίπεδο ζήτησης, το μοντέλο P2P μπορεί να χρησιμοποιεί την ηλεκτρική ενέργεια πιο αποτελεσματικά και οικονομικά. Το μοντέλο P2P χρησιμοποιώντας έλεγχο σε επίπεδο γειτονιάς ελαχιστοποίησε το λειτουργικό κόστος κατά 24,6% και τις εκπομπές CO₂ κατά 7,1%, σε σύγκριση με την παραδοσιακή λειτουργία πελάτης-δίκτυο(peer-to-grid). Το έργο παρέχει στους prosumers ενεργειακή ευελιξία και φιλική προς το δίκτυο λειτουργία ώστε να διευκολυνθεί η βιωσιμότητα του έξυπνου δικτύου.[19]

Η συμβολή αυτής της μελέτης είναι τριπλή.

- Ένα συντονισμένο σύστημα διαχείρισης και κατανομής ενέργειας αναπτύχθηκε για οικιακή χρήση, όπου καταναμημένοι prosumers μοιράζονται τις ΑΠΕ και τις μπαταρίες τους και διαχειρίζονται με ευελιξία τα θερμικά φορτία και τις ηλεκτρο-θερμικές αποθήκες.
- Συγκρίνονται διαφορετικά πλαίσια λήψης αποφάσεων για τον έλεγχο από πλευράς prosumer, τόσο σε επίπεδο κτιρίου όσο και σε επίπεδο γειτονιάς, με βάση προβλέψεις για την λειτουργία κοινής χρήσης ΑΠΕ και μπαταριών, ώστε για να επιτευχθεί μια βέλτιστη λύση που ωφελεί τόσο το σύστημα όσο και το δίκτυο.
- Διερευνάται η ατομική εξοικονόμηση, χρησιμοποιώντας έναν δυναμικό εσωτερικό μηχανισμό τιμολόγησης, με δίκαιη κατανομή κερδών στη αγορά ενέργειας που ενσωματώνει την διαχείριση από πλευράς ζήτησης (DSM demand-side management) για να ενθαρρύνει την συμμετοχή των prosumers.

Μοντέλο κοινής χρήσης ενέργειας που βασίζεται στους prosumers

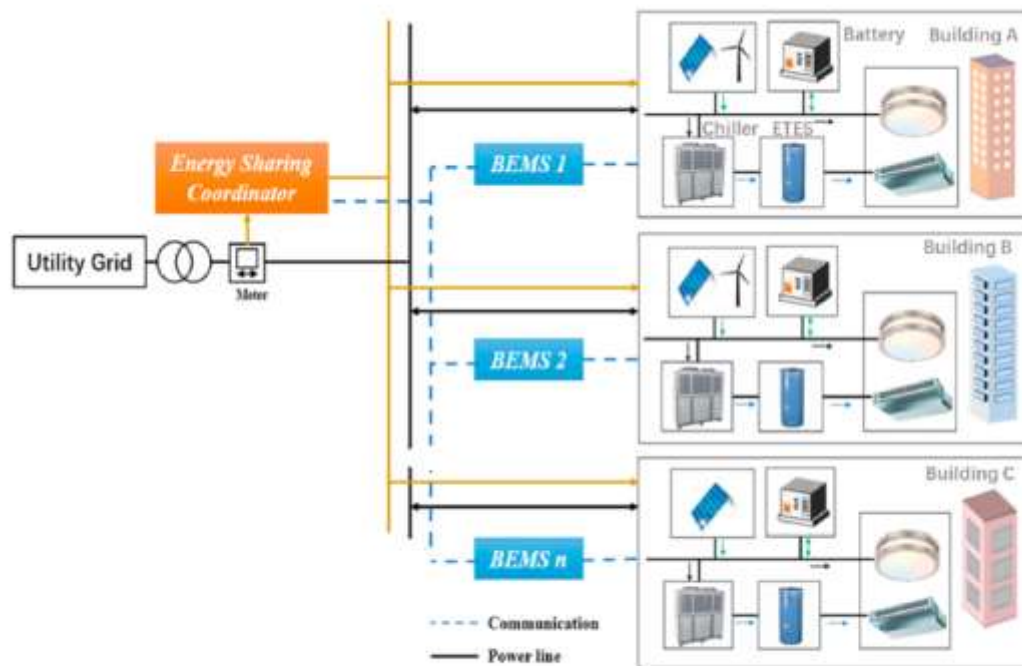
Για την αύξηση της εισχώρησης των ΑΠΕ, τόσο οι ΑΠΕ όσο και τα συστήματα αποθήκευσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τα κοντινά κτίρια στην συνεργατική λειτουργία. Όταν ο prosumer έχει πλεονάζουσα ισχύ μετά από εξέταση της ζήτησης και της παραγωγής, θα φροντίσει την κάλυψη των απαιτήσεων των υπολοίπων στο δίκτυο κοινής χρήσης ενέργειας (ESN-energy sharing network), φορτίζοντας τις κοινόχρηστες μπαταρίες στην μέγιστη κατάσταση φόρτισης (SOC) και στη συνέχεια εξάγοντας την ενέργεια στο δίκτυο. Αντίθετα, όταν ο προμηθευτής έχει έλλειψη ισχύος, η ζήτηση του μπορεί να καλυφθεί με την αγορά του πλεονάζουσας ενέργειας από άλλους συμμετέχοντες. Εάν εξακολουθεί να έχει έλλειψη ισχύος, μπορεί να καλύψει τις ανάγκες του από τις κοινόχρηστες μπαταρίες μέχρι το κατώτερο όριο φόρτισης SOC και στη συνέχεια με αγορά ενέργειας από το δίκτυο. Οι καταναμημένες μπαταρίες λειτουργούν με βάση τον κανόνα του συγκεντρωτικού ελέγχου, δηλαδή όταν υπάρχει πλεόνασμα ενέργειας στη γειτονιά, και αφού έχει καλυφθεί η απαιτούμενη ζήτηση, οι prosumers μοιράζονται την πλεονάζουσα ενέργεια φορτίζοντας τις μπαταρίες τους με την ποσότητα γραμμικά ανάλογη με την ονομαστική χωρητικότητα αποθήκευσης. Με αυτό τον τρόπο, η κατάσταση φόρτισης της κάθε μπαταρίας θα διατηρηθεί στο ίδιο επίπεδο. Το διάγραμμα ροής της λειτουργίας ενός P2P συμμετέχων φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Εικόνα 33-Διάγραμμα ροής της λειτουργίας κάθε συμμετέχοντα στο ενεργειακό σύστημα

Σε αυτή τη μελέτη αναπτύχθηκε ένα διαδραστικό σύστημα διαχείρισης ενέργειας των γειτονιών, για πολλούς prosumers με υβριδικές αποθήκες ενέργειας, στο Χονγκ Κονγκ, το έργο περιλαμβάνει ευέλικτο έλεγχο ζήτησης, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, κοινή χρήση μπαταριών και εξαγωγή προβλέψεων. Οι απαιτήσεις πολλαπλών μορφών ενέργειας και αποθήκευσης στα τρία κτίρια, συνεργάστηκαν για την προώθηση των τοπικών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και την ανεξαρτησία του δικτύου.

Διαμορφώθηκαν και συγκρίθηκαν πολλαπλά σενάρια λειτουργίας για το ενεργειακό σύστημα διαχείρισης της γειτονιάς (NEMS-*neighbourhood energy management system*), ενσωματώνοντας διαφορετικούς ελέγχους από την πλευρά της ζήτησης με βάση τα στοιχεία για το μεμονωμένο επίπεδο κτιρίου και το επίπεδο γειτονιάς. Έγινε η εκτίμηση της απόδοσης με βάση πολλαπλά κριτήρια, για διάφορους ενδιαφερομένους. Η μελέτη παρέχει κατευθυντήριες γραμμές για τη μετάβαση από κτίρια χαμηλών εκπομπών άνθρακα σε ενεργειακές κοινότητες φιλικές προς το δίκτυο και την ανάπτυξη διαδραστικών ενεργειακών συστημάτων σε ημι-τροπικές, τροπικές και παράκτιες περιοχές, όπως η Σιγκαπούρη και το Χονγκ Κονγκ και η Ευρύτερη περιοχή του κόλπου Μακάο (περιοχές όπου κυριαρχεί η ανάγκη για ψύξη με άφθονες ηλιακές και αιολικές πηγές ενέργειας).



Εικόνα 34-Σχηματικό διάγραμμα του ενεργειακού συστήματος Γειτονιάς

Συγκρίνοντας τις παρακάτω περιπτώσεις, τα κύρια συμπεράσματα είναι:

1. Στην 2^η Περίπτωση, αξιοποιώντας τους συμπληρωματικούς ενεργειακούς πόρους και τις ποικίλες απαιτήσεις ηλεκτρικής ενέργειας των κτιρίων, η λειτουργία κοινής χρήσης των ΑΠΕ-μπαταριών χωρίς διαχείριση ζήτησης (DSM) αυξάνει την συνολική ιδιοκατανάλωση κατά δέκα μονάδες και μειώνει το ετήσιο λειτουργικό κόστος κατά 22,6% για τη γειτονιά, με μείωση 0,2% στο στις εκπομπές CO², σε σύγκριση με τη παραδοσιακή λειτουργία παραγωγός-δίκτυο (P2G). Ωστόσο, το ημερήσιο φορτίο αιχμής για το δίκτυο μπορεί να είναι αυξηθεί, όταν όλες οι κατανεμημένες μπαταρίες φτάσουν στην ελάχιστη κατάσταση φόρτισης λόγω της κοινής χρήσης.
2. Στις περιπτώσεις 4-6, η ενεργειακή ευελιξία που παρέχουν οι στρατηγικές ελέγχου από την πλευρά της ζήτησης είναι αποτελεσματικές στην ενίσχυση της φιλικότητας προς το δίκτυο στο σύστημα P2P. Σε σύγκριση με την 1^η περίπτωση, η ζήτηση αιχμής θα μπορούσε να μειωθεί και να μετατοπιστεί από την ώρα αιχμής στην ώρα υψηλότερης παραγωγικότητας ενσωματώνοντας ειδικά διαμορφωμένες στρατηγικές ελέγχου. Αυτή η αναδιαμόρφωση της ζήτησης βοηθά το σύστημα κοινής χρήσης P2P να έχει καλύτερη συμπεριφορά από τεχνική και οικονομική άποψη.
3. Στην 5^η Περίπτωση, η εξαγωγή των προβλέψεων σε επίπεδο γειτονιάς (καθαρή ζήτηση) είναι η βέλτιστη λύση για το σύστημα, όσον αφορά την ανεξαρτησία του δικτύου, την προώθηση των ανανεώσιμων πηγών, και τα οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη. Σε σύγκριση με την 1^η περίπτωση, η αυτάρκεια των περιπτώσεων 4-6, αυξήθηκε κατά 21,3-22,8%, με τον έλεγχο των ευέλικτων φορτίων AC και των θερμικών αποθηκών κατά τη λειτουργία κοινής χρήσης ενέργειας, αν και οι συνολικές απαιτήσεις κατά την διάρκεια του καλοκαιριού μειώθηκαν μόνο κατά 1,5-1,7%. Με τις ειδικά διαμορφωμένες στρατηγικές, στην 5^η Περίπτωση, ο έλεγχος της ζήτησης μείωσε την εκπομπή CO² κατά 7,1% και το συνολικό κόστος ενέργειας κατά 24,6%.
4. Το εσωτερικό εμπορικό μοντέλο θα πρέπει να σχεδιαστεί κατάλληλα εξετάζοντας τους κατανεμημένους ευέλικτους πόρους ώστε να εξασφαλίσει το ενδιαφέρον των συμμετεχόντων. Η ατομική εξοικονόμηση κόστους εξαρτάται από τα προφίλ ζήτησης/προσφοράς, τον έλεγχο από την πλευρά του χρήστη και τις τιμές της αγοράς. Για το σύστημα P2P με πολλούς prosumers, θα πρέπει να οριστεί ένας

αντισταθμιστικός παράγοντας ούτως ώστε το επιχειρηματικό μοντέλο, που βασίζεται στην αναλογία προσφοράς-ζήτησης (SDR supply-demand ratio), να γίνει πιο δίκαιο.

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 1	Ανεξάρτητη λειτουργία P2G χωρίς έλεγχο ζήτησης
ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 2	Λειτουργία κοινής χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας χωρίς έλεγχο στην πλευρά της ζήτησης
ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 3	Ανεξάρτητη λειτουργία P2G με έλεγχο σε επίπεδο κτιρίου
ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 4	Λειτουργία κοινής χρήσης μπαταριών-ΑΠΕ με έλεγχο σε επίπεδο κτιρίου
ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 5	Λειτουργία P2P με έλεγχο σε επίπεδο γειτονιάς με βάση τη συνολική ζήτηση πριν την κοινή χρήση ΑΠΕ και μπαταριών
ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 6	Λειτουργία P2P με έλεγχο σε επίπεδο γειτονιάς με βάση το συνολικό πλεόνασμα/έλλειψη ενέργειας μετά την κοινή χρήση ΑΠΕ και μπαταριών

Πίνακας 12-Ανάλυσης Περιπτώσεων κοινής χρήσης ενέργειας

Το μικροδίκτυο κοινής χρήσης ενέργειας συμβάλλει στη βελτίωση της σταθερότητας του δικτύου, συνδυάζοντας διάφορες μονάδες παραγωγής, ευέλικτα φορτία και στοιχεία αποθήκευσης ενέργειας σε επίπεδο διανομής, σε τοπικά ελεγχόμενο σύστημα διασυνδεδεμένο με το δίκτυο. Οι συμμετέχοντες στο P2P θα πρέπει να είναι πρόθυμοι να προσαρμόσουν την κατανάλωση ενέργειας, αυξομειώνοντας την κατανάλωση ενέργειας ώστε να σταθεροποιήσουν το δίκτυο και να εξοικονομήσουν χρήματα. Οι προηγμένες τεχνολογίες πληροφοριών και οι ψηφιακές τεχνολογίες μπορούν να βοηθήσουν στην αξιόπιστη αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ του διαχειριστή και των prosumers. Η εξέλιξη των συστημάτων αποθήκευσης αποτελεί την τέλεια λύση για την αναντιστοιχία ζήτησης και προσφοράς. Λαμβάνοντας υπόψη τις αρνητικές επιπτώσεις που προκαλούν η διακοπόμενη και αβέβαια παραγωγή των κατανεμημένων παραγωγών, το κοινό σύστημα αποθήκευσης εφαρμόζει την προσέγγιση ελέγχου βάσει κανόνων, η οποία στοχεύει στην αποθήκευση της πλεονάζουσας παραγωγής ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και την επαναχρησιμοποίησή της όταν η ζήτηση ισχύος υπερβαίνει την παραγωγή εντός του δικτύου κοινής χρήσης ενέργειας (ESN energy sharing network). Άλλωστε, για να παραμείνει σταθερό το δίκτυο, θα πρέπει να ανταποκρίνεται στις πτώσεις τάσης και στις διακυμάνσεις της συχνότητας. Για παράδειγμα, στην περίπτωση που παράγεται περισσότερη ενέργεια από αυτή που καταναλώνεται ή εισάγεται περισσότερη ενέργεια από το δίκτυο από αυτή που εξάγεται, απαιτούνται προσαρμογές εντός αποδεκτού χρονικού ορίου για την εξισορρόπηση των διακυμάνσεων και των διακοπών λειτουργίας. Η μελέτη διαχειρίζεται πολλαπλά συστήματα κατανεμημένης ενέργειας, τα οποία συμπληρώνονται ως προς τον χρόνο και τον χώρο με ευελιξία. Η ανάλυση της δυνατότητας βελτίωσης της απόδοσης σε πολλαπλά χαρακτηριστικά του κτιρίου δίνει μία άποψη της ευέλικτης λειτουργίας P2P και επηρεάζει τις παραμέτρους από τεχνική, περιβαλλοντική και οικονομική άποψη. Η ίδια μεθοδολογία μπορεί να επεκταθεί στην προώθηση κοινοτήτων ή περιφερειών με χαμηλές εκπομπές άνθρακα. Στο εμπορικό μοντέλο P2P μπορούν να συμμετέχουν τόσο οικιστικά όσο και μη οικιστικά κτίρια. Λαμβάνοντας υπόψη τη μη συνεχή παραγωγή και την κάθε πιθανή ζήτηση, μπορεί να επιτευχθεί περαιτέρω βελτιστοποίηση των κατανεμημένων συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και μονάδων αποθήκευσης υπό το πλαίσιο του προτεινόμενου ελέγχου.

4.1 Οι Ενεργειακές Κοινότητες στην Ελλάδα

Ως Ενεργειακή Κοινότητα ορίζεται η κοινότητα ή ο συνεταιρισμός, που δημιουργείται είτε από φυσικά πρόσωπα είτε από νομικά, με στόχο την παραγωγή, αποθήκευση, ιδιοκατανάλωση, διανομή και προμήθεια ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, βάσει του Ν. 4513/2018, «Ενεργειακές Κοινότητες και άλλες διατάξεις»[33]. Η ενεργειακή κοινότητα είναι μια νέα

δυνατότητα που δίνεται πρώτα απ' όλα στους πολίτες μέσω σχημάτων τοπικών συνεταιρισμών να αποκτήσουν καθοριστικό ρόλο σε θέματα ενέργειας που τους αφορούν άμεσα. Μία ενεργειακή κοινότητα σύμφωνα με τον νόμο 4513 [33] είναι αστικός συνεταιρισμός που προωθεί την κοινωνική και αλληλέγγυα οικονομία. Με τον ν.4513/2018 «Ενεργειακές Κοινότητες και άλλες διατάξεις»[33], εισάγεται το θεσμικό πλαίσιο ίδρυσης και λειτουργίας των Ενεργειακών Κοινοτήτων (Ε.Κοιν.) στην Ελλάδα με σκοπό την προώθηση της κοινωνικής και αλληλέγγυας οικονομίας και καινοτομίας στον ενεργειακό τομέα, την αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας, την προαγωγή της ενεργειακής αειφορίας και της καινοτομίας, την παραγωγή, αποθήκευση, ιδιοκατανάλωση, διανομή και προμήθεια ενέργειας καθώς και τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας στην τελική χρήση σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο. Με αυτό το πλαίσιο προβλέπονται οικονομικά κίνητρα και μέτρα στήριξης των Ενεργειακών Κοινοτήτων. Τα μέτρα στήριξης αφορούν κυρίως στην ανάπτυξη σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ, καθώς η αξιοποίηση του εγχώριου δυναμικού ΑΠΕ αποτελεί κεντρικό εθνικό ενεργειακό στόχο αφού συμβάλλει στη διαφοροποίηση του εθνικού ενεργειακού μίγματος, στην ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού και στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής ενώ ταυτόχρονα ενισχύει και την ανάπτυξη της εθνικής οικονομίας. Υιοθετείται ένα ευνοϊκό πλαίσιο ανάπτυξης σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ από τις τοπικές κοινωνίες, καθιστώντας έτσι τις ίδιες ενεργό μέρος στην προώθηση των ΑΠΕ στην Ελλάδα στο πλαίσιο επίτευξης του στόχου για συμμετοχή των ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο.[35]

Η Ε.Κοιν. ασκεί υποχρεωτικά τουλάχιστον μία από τις κατωτέρω δραστηριότητες [5,6]:

- α) παραγωγή, αποθήκευση, ιδιοκατανάλωση, πώληση ηλεκτρικής ή θερμικής ή ψυκτικής ενέργειας
- β) διαχείριση πρώτης ύλης (συλλογή, μεταφορά, επεξεργασία, αποθήκευση ή διάθεση) για την παραγωγή ηλεκτρικής ή θερμικής ή ψυκτικής ενέργειας, από βιομάζα ή βιορευστά ή βιοαέριο
- γ) προμήθεια για τα μέλη της Ε.Κοιν. ενεργειακών προϊόντων, συσκευών και εγκαταστάσεων, όπως ηλεκτροκίνητων οχημάτων, υβριδικών ή μη, με στόχο τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και της χρήσης συμβατικών καυσίμων
- δ) διανομή και προμήθεια ηλεκτρικής ενέργειας, προμήθεια φυσικού αερίου
- ε) ανάπτυξη δικτύου, διαχείριση και εκμετάλλευση υποδομών εναλλακτικών καυσίμων
- στ) εγκατάσταση και λειτουργία μονάδων αφαλάτωσης νερού με χρήση Α.Π.Ε.
- ζ) παροχή ενεργειακών υπηρεσιών (ESCOs)

Η Ε.Κοιν. μπορεί επιπρόσθετα να ασκεί οποιαδήποτε από τις κατωτέρω δραστηριότητες:

- α) προσέλκυση κεφαλαίων για την πραγματοποίηση ενεργειακών επενδύσεων (ΑΠΕ)
- β) σύνταξη τεχνικοοικονομικών μελετών αξιοποίησης Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α.
- γ) διαχείριση ή συμμετοχή σε προγράμματα χρηματοδοτούμενα από εθνικούς πόρους ή πόρους της Ευρωπαϊκής Ένωσης
- ε) ενημέρωση, εκπαίδευση και ευαισθητοποίηση για θέματα ενεργειακής αειφορίας
- στ) δράσεις για την υποστήριξη εύαλωτων καταναλωτών, ανεξάρτητα αν είναι μέλη της Ε.Κοιν., όπως παροχή ή συμψηφισμός ενέργειας (Net Metering / Virtual Net Metering).

Η Δραστηριότητα πρέπει να αναπτυχθεί εντός της Περιφέρειας που βρίσκεται η έδρα της Ε.Κοιν. ή και εντός όμορης Περιφέρειας για Ε. Κοιν. με έδρα εντός Περιφέρειας Αττικής.

Ενδεικτικές Υποδομές Υποστήριξης Δραστηριοτήτων Ε.Κοιν.:

- Φωτοβολταϊκά Πάρκα
- Αιολικά πάρκα
- Υδροηλεκτρικό Έργο
- Μονάδες βιομάζας – βιοαερίου
- Σταθμοί και υποδομές φόρτισης ηλεκτρικών αυτοκινήτων
- Ηλεκτρικά αυτοκίνητα προς ενοικίαση ή χρήση
- Εταιρίες προμήθειας ρεύματος
- Συστήματα και υποδομές τηλεθέρμανσης
- Μονάδες αφαλάτωσης
- ESCOs – Energy Service Companies
- Συνδυασμός ή Συνδυασμοί των παραπάνω

Οι Ενεργειακές Κοινότητες Μη Κερδοσκοπικού Χαρακτήρα, δεν διανέμουν τα κέρδη στα μέλη τους, αλλά τα αξιοποιούν στην ανάπτυξη νέων έργων. Μπορεί όμως να είναι και κερδοσκοπικές. Οι πολίτες, ως καταναλωτές και παραγωγοί ταυτόχρονα, μπορούν να αξιοποιούν τη δυνατότητα του εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού (virtual net metering), που σημαίνει για παράδειγμα ότι η ενέργεια που θα παράγει το σύστημα για το δικό μας νοικοκυριό θα συμψηφίζεται με τον δικό μας λογαριασμό ρεύματος, όπως αν είχαμε ένα εντελώς δικό μας φωτοβολταϊκό σύστημα. Φυσικά, δίνεται απόλυτη προτεραιότητα σε συστήματα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, τα οποία μπορεί να μην είναι εγκατεστημένα κοντά στο σημείο κατανάλωσης, οπωσδήποτε όμως βρίσκονται εντός της ίδιας Περιφέρειας. Οι συμμετέχοντες έχουν την επιλογή της ιδιοκατανάλωσης ή της πώλησης προς το δίκτυο. Ο αριθμός των μελών πρέπει κατ' ελάχιστον να είναι α) 5 αν είναι ΝΠΔΔ εκτός ΟΤΑ, ή ΝΠΙΔ ή φυσικά πρόσωπα, β) 3 αν είναι ΝΠΔΔ ή ΝΠΙΔ ή φυσικά πρόσωπα, εκ των οποίων τα 2 τουλάχιστον ΟΤΑ και γ) 2 μέλη αν είναι μόνο ΟΤΑ α' βαθμού σε νησιωτικές περιοχές με πληθυσμό κάτω των 3.100 κατοίκων. Ποσοστό τουλάχιστον 50% συν ένα εκ των μελών πρέπει να έχουν οπωσδήποτε σχέση με την περιοχή της έδρας της κοινότητας, ενώ το κάθε μέλος ανεξαρτήτως των μερίδων που κατέχει, συμμετέχει στις γενικές συνελεύσεις με μία ψήφο. Οι κοινότητες μπορούν να έχουν κερδοσκοπικό ή μη-κερδοσκοπικό χαρακτήρα. Μπορούν να δραστηριοποιηθούν σε εγχειρήματα, όπως η λειτουργία φωτοβολταϊκών συστημάτων για εικονική ιδιοπαραγωγή (π.χ. νοικοκυριά ή μικρές επιχειρήσεις), λειτουργία φωτοβολταϊκών πάρκων (π.χ. ΟΤΑ), λειτουργία σταθμού βιομάζας ή βιοαερίου (π.χ. σε αγροτικές περιοχές), θερμοκηπίου, μονάδας αφαλάτωσης, κ.ά. Έτσι οι ίδιες οι τοπικές κοινωνίες μετέχουν και καθορίζουν την πορεία προς την ενεργειακή μετάβαση, την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, την ενίσχυση της ενεργειακής τους ασφάλειας και αυτονομίας, την ποιοτική και ποσοτική αύξηση της ενεργειακής αποδοτικότητας. Είναι πολύ σημαντικό ότι μπορούν να συμμετέχουν και καταναλωτές που ανήκουν σε ευάλωτες ομάδες εξασφαλίζοντας σημαντική εξοικονόμηση. Ταυτόχρονα ενισχύονται με αυτόν τον τρόπο δημοκρατικές διαδικασίες, ενώ παράλληλα αναπτύσσονται συνεργασίες προς όφελος τόσο των ανθρώπων και των τοπικών κοινωνιών που συμμετέχουν, όσο και του περιβάλλοντος.[29]

Οι ενεργειακές κοινότητες εισήλθαν στην ελληνική πραγματικότητα με τον ν.4513/2018[29], ο οποίος ψηφίστηκε με ευρεία κοινοβουλευτική πλειοψηφία. Το θεσμικό πλαίσιο των Ε.Κοιν. είναι ένα πρωτοποριακό και συμμετοχικό εργαλείο το οποίο επιτρέπει σε όλους (φυσικά

πρόσωπα, νομικά πρόσωπα, ΝΠΔΔ, ΟΤΑ) να συμμετέχουν ενεργά στη διαδικασία της ενεργειακής μετάβασης της χώρας προς τις καθαρές πηγές ενέργειας (ΑΠΕ). Με αυτόν τον τρόπο οι επενδύσεις σε ΑΠΕ γίνονται με την κοινωνία αρωγό (ενεργειακή δημοκρατία), ενώ τα οικονομικά και κοινωνικά οφέλη επιστρέφονται στις τοπικές οικονομίες, βοηθώντας τις να καταστούν πιο βιώσιμες και ανθεκτικές. Βασικός πυλώνας του θεσμού των Ε.Κοιν. είναι, επίσης, η καταπολέμηση της ενεργειακής ένδειας, καθώς προσφέρει τη δυνατότητα παροχής δωρεάν ηλεκτρικής ενέργειας σε νοικοκυριά που θεωρούνται ευάλωτα σε τοπικό επίπεδο. Τόσο το Ευρωπαϊκό όσο και το Εθνικό θεσμικό πλαίσιο αναγνωρίζουν τη σημασία των Ε.Κοιν. για την επίτευξη με κοινωνικά δίκαιο τρόπο του κλιματικού και ενεργειακού στόχου για κλιματική ουδετερότητα το αργότερο ως το 2050. Δυστυχώς, η ανάπτυξη των ενεργειακών κοινοτήτων στη χώρα μας αντιμετωπίζει πολλά σοβαρά προβλήματα, με αποτέλεσμα η ελληνική κοινωνία να μην μπορεί ακόμα να εισπράξει τα πολλαπλά οικονομικά και κοινωνικά οφέλη. Η ελληνική κυβέρνηση οφείλει να παρέμβει άμεσα προκειμένου αφενός να αναγνωρίσει τα προβλήματα και να δώσει συγκεκριμένες λύσεις, και αφετέρου να εναρμονίσει πλήρως το εθνικό θεσμικό πλαίσιο με τις σχετικές Κοινοτικές Οδηγίες. Ωστόσο κάτι τέτοιο όχι μόνο δεν συμβαίνει αλλά, αντιθέτως, οι πρόσφατες νομοθετικές πρωτοβουλίες του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας απειλούν ευθέως το μέλλον των Ε.Κοιν. στην Ελλάδα.[30]

Αρκετοί δήμοι έχουν δραστηριοποιηθεί στην δημιουργία Ενεργειακών Κοινοτήτων: Ο Δήμος Ταύρου με το ΕΜΠ, ο Δήμος Καβάλας που δημιούργησε την πρώτη ενεργειακή κοινότητα στην Περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης, με την κατασκευή ενός φωτοβολταϊκού πάρκου ισχύος 16 Μεγαβάτ, οι Δήμοι Φλώρινας και Πρεσπών, Ρήγα Φεραίου, Ακτίου-Βόνιτσας, ομάδα δήμων της Ανατολικής Κρήτης, ο δήμος Μεσολογγίου και βέβαια ο Δήμος Τρικκαίων ανάμεσά τους. Τα έργα χρηματοδοτούνται τόσο από τα Σχέδια Δίκαιης Μετάβασης των Περιφερειών όσο και από το Πρόγραμμα Δίκαιης Αναπτυξιακής Μετάβασης 2021- 2027 ενώ υπάρχει και η δυνατότητα αξιοποίησης των πόρων του Πράσινου Ταμείου.

4.2 Το πρόγραμμα PVP4GRID στην Ελλάδα

Ένας ακόμη νόμος που αφορά το εικονικό Net Metering για Φ/Β συστήματα επιτρέπει στις Τοπικές Αρχές να αθροίζουν την κατανάλωσή τους από διαφορετικά κτίρια και να αντισταθμίζουν τη συνολική κατανάλωση με την παραγωγή τους. Τα δύο προγράμματα που σχετίζονται με το έργο PVP4GRID που είναι σε ισχύ στην Ελλάδα είναι:

1. Net metering. Η τροποποίηση του Ν. 3468/2006 εισάγει το net metering για όλες τις ΑΠΕ για αυτόνομους παραγωγούς, ενώ το «εικονικό net metering» ισχύει για φωτοβολταϊκά και μικρούς αιολικούς σταθμούς μόνο σε ορισμένες περιπτώσεις. Επιπλέον, το 2017 εισήχθη ένα παρόμοιο σύστημα μέτρησης φωτοβολταϊκών (εικονικού) δικτύου. Οι φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις που είναι συνδεδεμένες στο δίκτυο είναι επιλέξιμες.
 - a. Για το διασυνδεδεμένο σύστημα: Φ/Β εγκαταστάσεις <20 kW ή 50% της συμφωνημένης κατανάλωσης ισχύος (Φωτοβολταϊκή ισχύς $\leq 0,5 \times$ Άθροισμα της συμφωνημένης κατανάλωσης ισχύος (kVA). Για νομικά πρόσωπα μη κερδοσκοπικού χαρακτήρα αυτό μπορεί να φτάσει έως και το 100%.
 - b. Για μη διασυνδεδεμένα νησιά συνδεδεμένα σε δίκτυο διανομής χαμηλής τάσης: Φ/Β εγκαταστάσεις <10 kW ή 50% της συμφωνημένης κατανάλωσης ισχύος (Χωρητικότητα ΦΒ $\leq 0,5 \times$ Άθροισμα της συμφωνημένης κατανάλωσης ισχύος (kVA). Για νομικά πρόσωπα μη κερδοσκοπικού χαρακτήρα αυτό μπορεί να φτάσει στο 100%.

- c. Φ/Β εγκαταστάσεις στο νησί της Κρήτης: <20kW ή 50% της συμφωνημένης κατανάλωσης ισχύος (Φωτοβολταϊκή ισχύς $\leq 0,5 \times$ Άθροισμα της συμφωνημένης κατανάλωσης ισχύος (kVA). Για νομικά πρόσωπα μη κερδοσκοπικού χαρακτήρα αυτό μπορεί να φτάσει έως και το 100%.

Η μέγιστη χωρητικότητα για κάθε φωτοβολταϊκή εγκατάσταση ορίζεται ως εξής:

- Διασυνδεδεμένο σύστημα: 500 kWp (το όριο αυτό έχει αποφασιστεί να αυξηθεί σε 1MWp το δεύτερο εξάμηνο του 2018)
- Μη διασυνδεδεμένα νησιά: 20 kWp (50 kWp για μη κερδοσκοπικό νομικό πρόσωπο)
- Νήσος Κρήτη: 100kWp (300kWp για νομικό πρόσωπο μη κερδοσκοπικού χαρακτήρα).

Η διαδικασία Net metering ακολουθεί έναν κύκλο τριών ετών. Κάθε φορά που ο πάροχος ηλεκτρικής ενέργειας εκδίδει έναν λογαριασμό ηλεκτρικού ρεύματος, η ηλεκτρική ενέργεια που τροφοδοτείται στο δίκτυο και η ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνεται πρέπει να μετράται. Εάν η διαφορά είναι θετική, δηλαδή παράγεται και διοχετεύεται περισσότερη ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο από ό,τι καταναλώνεται, αυτό το πλεόνασμα πιστώνεται στον επόμενο λογαριασμό ρεύματος. Ωστόσο, τυχόν πλεονάσματα μετά το τέλος του έτους δεν θα εκταμιευθούν από τον έμπορο λιανικής ηλεκτρικής ενέργειας στον prosumer και θα ακυρωθούν. Εάν η διαφορά είναι αρνητική, δηλαδή εάν καταναλώθηκε περισσότερη ηλεκτρική ενέργεια από αυτή που παρήχθη και τότε ο prosumer υποχρεούται να πληρώσει τη διαφορά.

Το νέο σχήμα φωτοβολταϊκών (εικονικού) net metering, ακολουθεί την ίδια διαδικασία. Ακολουθεί, επίσης, κύκλο τριών ετών, ενώ υπάρχει διαδικασία εκκαθάρισης, όταν ο prosumer μεταβαίνει σε άλλο πάροχο ηλεκτρικής ενέργειας. Σημειώνεται ότι το νέο σύστημα φωτοβολταϊκών (εικονικών) δικτυομέτρησης προβλέπει πώς εισάγεται το πλεόνασμα ηλεκτρικής ενέργειας ως λογιστική εγγραφή στον «Ειδικό Λογαριασμό ΑΠΕ και ΣΗΘ».

Το νέο καθεστώς επιτρέπει σε αγρότες και νομικά πρόσωπα (π.χ. σχολεία, πανεπιστήμια, νοσοκομεία, δημοτικά και περιφερειακά συμβούλια κ.λπ.) να εγκαταστήσουν ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα μακριά από τα σημεία κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας.

Ως εικονικός ενεργειακός συμψηφισμός νοείται ο συμψηφισμός της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από σταθμούς Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. αυτοπαραγωγού, με τη συνολική καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια σε εγκαταστάσεις του αυτοπαραγωγού, από τις οποίες τουλάχιστον η μία είτε δεν βρίσκεται στον ίδιο ή όμορο χώρο με το σταθμό Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. είτε, αν βρίσκεται, τροφοδοτείται από διαφορετική παροχή. Ειδικά για Ενεργειακή Κοινότητα (Ε.Κοιν.), ο συμψηφισμός της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από σταθμό Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. ή Υβριδικό Σταθμό της Ε.Κοιν. γίνεται με τη συνολική καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια σε εγκαταστάσεις μελών της Ε.Κοιν. και ευάλωτων καταναλωτών ή πολιτών που ζουν κάτω από το όριο της φτώχειας, εντός της Περιφέρειας στην οποία βρίσκεται η έδρα της Ε.Κοιν. Στα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά, ο φωτοβολταϊκός σταθμός θα εγκαθίσταται στην ίδια Περιφερειακή Ενότητα και στο ίδιο ηλεκτρικό σύστημα με τις εγκαταστάσεις κατανάλωσης με τις οποίες αντιστοιχίζεται.^[41]

Ένα παράδειγμα είναι το φωτοβολταϊκό σύστημα 10 kW, που εγκαταστάθηκε στην ταράτσα σχολείου στην Θεσσαλονίκη. Η ισχύς που παράγεται μέσω αυτής της εγκατάστασης θα τροφοδοτείται στο δίκτυο διανομής. Ωστόσο, η ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας που θα εγχυθεί στο δίκτυο θα δοθεί σε έναν ξενώνα για γυναίκες και παιδιά που είναι θύματα βίας, που διαχειρίζεται το δημοτικό συμβούλιο της Θεσσαλονίκης και βρίσκεται μακριά από το σχολείο. Η Φ/Β εγκατάσταση 10 kW στη Θεσσαλονίκη χρηματοδοτήθηκε από την Greenpeace Greece.

2. Feed-in tariff II (Φ/Β στέγης): Το καθεστώς υποστηρίζει την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών σε στέγη ισχύος έως 10 kWp στην ηπειρωτική χώρα και εγκαταστάσεις σε στέγες εκτός δικτύου ισχύος έως 5 kWp, μέσω εγγυημένο feed-in tariff, επί του παρόντος 95€/MWh. Ο εθνικός προμηθευτής ενέργειας μετρά την ηλεκτρική ενέργεια που εξάγεται στο δίκτυο και αποστέλλει τους λογαριασμούς ηλεκτρικής ενέργειας στους διαχειριστές των εγκαταστάσεων. Εάν το FiT για την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια υπερβαίνει τα τέλη ηλεκτρικής ενέργειας του διαχειριστή της εγκατάστασης, ο εθνικός προμηθευτής καταβάλλει τη διαφορά. Εάν το τιμολόγιο υπερβαίνει τον λογαριασμό ρεύματος του χειριστή της εγκατάστασης, θα λάβει το ποσό υπέρβασης. Το καθεστώς ισχύει για ιδιώτες, μικρές επιχειρήσεις και δημόσιους φορείς και μπορεί να θεωρηθεί ως ένα είδος καθαρού συστήματος τιμολόγησης. Το feed-in-tariff μειώνεται κατά 5% κάθε έξι μήνες. Το τιμολόγιο καταβάλλεται για 25 χρόνια από τη στιγμή της σύνδεσης.[40]

4.2.1 Το Net Metering: στην Ελλάδα

Πολλές εταιρείες- πάροχοι ηλεκτρικού ρεύματος στην χώρα μας, όπως η Protergia, ο Τομέας Ηλεκτρικής Ενέργειας και Φυσικού Αερίου της MYTILINEOS, προσφέρει την «πράσινη» υπηρεσία στους πελάτες της: ένα «προσωπικό» φωτοβολταϊκό σύστημα. Πρόκειται για την υπηρεσία ενεργειακού συμψηφισμού - Net Metering, που μπορεί να μεταμορφώσει σπίτια και καταστήματα σε ενεργειακά αυτόνομα κτίρια και τους ενοίκους τους σε παραγωγούς ηλεκτρικής ενέργειας. Μέσω της εγκατάστασης φωτοβολταϊκών πανελ στο ακίνητο, πραγματοποιείται συμψηφισμός της ενέργειας που παράγεται από το σύστημα, με την ενέργεια που καταναλώνεται από την εγκατάσταση.

Το κέρδος για τους πολίτες-καταναλωτές είναι:

- Εξοικονόμηση στο λογαριασμό του ρεύματος
- Μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος της εγκατάστασης
- Μετατροπή της εγκατάστασης σε «πράσινη»
- Άμεσο χρόνο απόσβεσης της επένδυσης σε σχέση με τη διάρκεια ζωής του φωτοβολταϊκού συστήματος

Μέσω της υπηρεσίας ικανοποιούνται όλα τα στάδια της διαδικασίας για τη θέση του συστήματος σε λειτουργία: ενεργειακή ανάλυση του ακινήτου, σχεδιασμός, μελέτη και εγκατάσταση του συστήματος των πανελ με τις υψηλότερες προδιαγραφές ασφαλείας παγκοσμίως, με συνεχή και έγκαιρη τεχνική υποστήριξη.

Το πρόγραμμα του Net Metering είναι ιδιαίτερα ελκυστικό για τον επενδυτή, αφού ο ενεργειακός συμψηφισμός υπολογίζεται σε επίπεδο kWh (σε αντίθεση με τα διασυνδεδεμένα, όπου η σύμβαση σύνδεσης υπολογίζεται με συγκεκριμένη τιμή σε €) οπότε δεν υπάρχουν φόροι ή άλλες πρακτικές που να μπορούν να μειώσουν τα οφέλη της επένδυσης. Πρόσθετα η όποια αύξηση στην τιμολογιακή πολιτική των εταιρειών παροχής ηλεκτρικής ενέργειας δεν επηρεάζει το σύστημα, καθιστώντας τον επενδυτή ουσιαστικά ανεξάρτητο των τιμών της ηλεκτρικής ενέργειας. Επίσης, σε τυχόν αυξήσεις της τιμής της ηλεκτρικής ενέργειας, μειώνεται αντίστοιχα ο χρόνος απόσβεσης της επένδυσης.

4.2.2 Παραγωγοί χωρίς Φωτοβολταϊκό

Το πρόγραμμα ΗΡΩΝ EN.A. δίνει τη δυνατότητα στους καταναλωτές – πελάτες ΗΡΩΝ, να «παράγουν», με σύμβαση που μπορεί να διαρκέσει μέχρι και 20 έτη εφόσον το επιθυμούν, τμήμα της ηλεκτρικής ενέργειας που χρειάζονται για την καθημερινή τους δραστηριότητα μέσα από τα φωτοβολταϊκά της εταιρείας. Προϋπόθεση συμμετοχής είναι η επιλογή ενός εμπορικού προγράμματος προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας της εταιρείας. Στη συνέχεια, εφόσον συμμετάσχουν στο πρόγραμμα, γίνονται «παραγωγοί» της ποσότητας ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνουν. Ανάλογα με το ποσό συμμετοχής τους στο ΗΡΩΝ EN.A, η αξία της παραγόμενης καθαρής ενέργειας, τους επιστρέφεται στο λογαριασμό τους με τη μορφή εκπτώσεων στις χρεώσεις προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας της παροχής τους. Για παράδειγμα, για κάθε 1.000 ευρώ συμμετοχής, η παραγωγή «πράσινης» ηλεκτρικής ενέργειας αντιστοιχεί σε 1 kW εγκατεστημένης ισχύος φωτοβολταϊκού. Ετησίως και σε βάθος χρόνου μέχρι και 20 χρόνια. Ενδεικτικά για το 2021, η ετήσια έκπτωση που έλαβε ο εκάστοτε συμμετέχων ανά €1000 στο πρόγραμμα ΗΡΩΝ EN.A ανήλθε σε 150 ευρώ. Πρόκειται, δηλαδή για μία ετήσια, πραγματική «απόδοση» ύψους 15%: «απόδοση» αξιολογούμενη σε σχέση με άλλα επενδυτικά προϊόντα.

Η έκρηξη του ενεργειακού κόστους συμπαράσχει και ανεβάζει την «απόδοση» του προγράμματος, την οποία οι καταναλωτές την απολαμβάνουν με τη μορφή μεγαλύτερων εκπτώσεων στους λογαριασμούς ρεύματος. Εκείνοι που θα επιλέξουν το πρόγραμμα θα έχουν υψηλότερες εκπτώσεις, όσο οι τιμές χονδρεμπορικής αγοράς ανεβαίνουν. Έτσι ο καταναλωτής μπορεί και επωφελείται ακόμη περισσότερο όταν οι τιμές ενέργειας αυξάνονται, σε αντίθεση με το πρόγραμμα «φωτοβολταϊκά στη στέγη», όπου η «απόδοση» του είναι σταθερή σε όλη τη διάρκεια της 20ετίας. Το πρόγραμμα παρέχει ευελιξία στο ποσό της συμμετοχής, αλλά και ελευθερία ως προς το χρόνο αποχώρησης του εκάστοτε καταναλωτή από το πρόγραμμα. Ο καταναλωτής που θέλει να διακόψει τη συμμετοχή του, δεν επιβαρύνεται με ποινή πρόωρης αποχώρησης και εισπράττει το ποσό της συμμετοχής του, όπως αυτό θα έχει διαμορφωθεί κατά το χρόνο της αποχώρησής του, μετά την αφαίρεση των εκπτώσεων που θα έχει ήδη λάβει.

Τα πλεονεκτήματα του έναντι των άλλων προγραμμάτων είναι:

- Δεν χρειάζεται η εγκατάσταση φωτοβολταϊκού στη στέγη.
- Εξοικονομούνται δαπάνες από το κόστος αγοράς και τοποθέτησης των ηλιακών πάνελ.
- Το ΗΡΩΝ EN.A διατηρείται σε περίπτωση αλλαγής κατοικίας ή επαγγελματικής στέγης.
- Μεταβιβάζεται σε άλλο φυσικό ή νομικό πρόσωπο Πελάτη ΗΡΩΝ της επιλογής τους
- Παρέχεται η δυνατότητα σταδιακής επαύξησης ως και το 75% της συμφωνημένης ισχύος της κατανάλωσής του, εντός της αρχικής τριετίας από την έναρξη του προγράμματος π.χ. για συμφωνημένη ισχύ 25 kVA, η ισχύς τους μπορεί να φτάσει ως τα 18,75 kW

4.3 Τα παραδείγματα Ενεργειακών κοινοτήτων και συνεταιρισμών

4.3.1 Ενεργειακή κοινότητα Χάλκης

Ενεργειακή κοινότητα Χάλκης Δωδεκανήσου είναι η πρώτη Ενεργειακή Κοινότητα που ιδρύθηκε στα Δωδεκάνησα τον Μάιο του 2021, οπότε και έγινε η ιδρυτική συνέλευση. Την πρωτοβουλία ανέλαβε ο δήμος Χάλκης, με τη συμμετοχή του Αθλητικού Συλλόγου Χάλκης, αλλά και τους πολίτες του νησιού που έδειξαν ενεργό ενδιαφέρον. Η Ενεργειακή Κοινότητα Χάλκης είναι μη κερδοσκοπικού χαρακτήρα και στόχο έχει την αξιοποίηση των ανανεώσιμων

πηγών ενέργειας, όπως η ηλιακή και η αιολική. Η ΕΝΕ.ΚΟΙ.ΧΑ. ή αλλιώς «Κάλχιον» (“ChalkiOn”) θα αξιοποιήσει ανάμεσα στ’ άλλα την μεγάλη ηλιοφάνεια του νησιού καθόλη τη διάρκεια του χρόνου, που αποτελεί συγκριτικό πλεονέκτημα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκά. Μέσω του εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού (ή αλλιώς “net metering”, όπως είναι ο τεχνικός όρος) θα μπορούν να επωφελούνται όλοι οι κάτοικοι και οι επιχειρήσεις του νησιού, εξασφαλίζοντας σημαντική οικονομία στην κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος. Στους στόχους περιλαμβάνονται, πέρα από τη σημαντική αυτή εξοικονόμηση στους λογαριασμούς τους, εξοικονόμηση στο φωτισμό, ηλεκτροκίνηση, αναβάθμιση του δικτύου 5G, προγράμματα τηλεκπαίδευσης και φυσικά μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος. Υπολογίζεται ότι η ενεργειακή μετάβαση της Χάλκης θα έχει ως συνέπεια την εξοικονόμηση περίπου 1800 τόνων εκπομπών CO².

4.3.2 Ενεργειακή κοινότητα WEnCoop

Η Ενεργειακή Κοινότητα «WEnCoop» αποτελεί την πρώτη ενεργειακή κοινότητα “λαϊκής βάσης” σε Ελλάδα και Ευρώπη, για γυναίκες επιχειρηματίες και τις επιχειρήσεις τους. Ιδρύθηκε τον Ιούλιο του 2021 στην Θεσσαλονίκη. Ως εγχείρημα, ξεκίνησε μετά από σχετική πρωτοβουλία του Συνδέσμου Επιχειρηματιών Γυναικών Ελλάδος (ΣΕΓΕ) με 60 ιδρυτικά μέλη, και στόχους την υποστήριξη της πράσινης οικονομίας, αλλά και την ενίσχυση της γυναικείας επιχειρηματικότητας στο χώρο της ενέργειας. Το 51% των μελών του συνεταιρισμού προέρχονται από την περιοχή της Κεντρικής Μακεδονίας και το υπόλοιπο 49% είναι από σχεδόν όλες τις περιοχές της χώρας. Το ελάχιστο όριο συμμετοχής στην κοινότητα έχει οριστεί στα 500,00 €, και μπορεί να συμμετέχει σε αυτή το οποιοδήποτε άτομο με την οποιαδήποτε ιδιότητα, με βάση την αρχή της συνεταιριστικής δημοκρατίας. Η «WEnCoop» βρίσκεται στα τελευταία στάδια κατασκευής των δύο φωτοβολταϊκών πάρκων της ισχύος 1 MW, στην Κασσανδρεία της Χαλκιδικής, αποτελούμενα από φωτοβολταϊκά πάνελ νέας τεχνολογίας, ώστε να καλύψει τις ενεργειακές ανάγκες περίπου 300 νοικοκυριών, και το κόστος ηλεκτροδότησης της κατανάλωσης των μελών της κοινότητας στο 100%. Στον προγραμματισμό της συγκεκριμένης κοινότητας, είναι η παραγόμενη ενέργεια που θα πηγάζει από τα επόμενα Φ/Β πάρκα της, να διοχετευτεί στον τομέα της ηλεκτροκίνησης.

4.3.3 Ενεργειακός και Αναπτυξιακός Συνεταιρισμός Σίφνου ΣΥΝ.ΠΕ

Δημιουργήθηκε από ανθρώπους που κατοικούν, κατάγονται ή απλώς αγαπούν τη Σίφνο. Είναι μία πρωτοποριακή κοινωνική επιχειρηματική δράση πολιτών, που καλωσορίζει όλους όσους επιθυμούν να προαχθούν τα οικονομικά και κοινωνικά συμφέροντα της Σίφνου και των κατοίκων της. Όραμα τους μέσω μίας κοινής προσπάθειας, να δραστηριοποιηθούν για την κοινωνικά υπεύθυνη εξέλιξη και ανάδειξη της Σίφνου, καθώς και τη μακροχρόνια ευημερία της τοπικής κοινωνίας. Στοχεύουν στην πράσινη ανάπτυξη του νησιού μέσω της εκμετάλλευσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, των φυσικών πόρων του, των προϊόντων του και υπηρεσιών. Όλες οι δράσεις διέπονται από τις αξίες, τον σεβασμό στο περιβάλλον, στον άνθρωπο, στο νησί και στην τοπική κοινωνία. Δέσμευση τους η αειφόρος ανάπτυξη. Σκοπός τους είναι να καλύψουν τις ανάγκες του νησιού, ιδιαίτερα σε τομείς όπως η πράσινη ενέργεια, η προστασία του περιβάλλοντος, ο τουρισμός, οι συγκοινωνίες, η καλύτερη παραγωγή, τυποποίηση & διακίνηση προϊόντων. Στόχος μας είναι μέσω μίας κοινής προσπάθειας, να δραστηριοποιηθούμε για την κοινωνικά υπεύθυνη εξέλιξη και ανάδειξη της Σίφνου, καθώς και τη μακροχρόνια ευημερία της τοπικής κοινωνίας. Η “Ενεργειακή Κοινότητα Σίφνου ΣΥΝ.ΠΕ.” είναι Αστικός Συνεταιρισμός Περιορισμένης Ευθύνης. Ένας Αστικός Συνεταιρισμός συνδυάζει δύο βασικά στοιχεία: Είναι αφενός μία επιχείρηση και αφετέρου έχει κοινωνικά και δημοκρατικά πρότυπα λειτουργίας και σκοπούς που προβλέπονται και από την ελληνική νομοθεσία και από το καταστατικό του. Ένας Αστικός Συνεταιρισμός δεν μπορεί να εξαγοραστεί όπως μια οποιαδήποτε Εταιρία αλλά ταυτόχρονα μπορεί να αναπτυχθεί, όπως μία οποιαδήποτε Εταιρία. Επίσης δεν περιορίζεται από τις νομοθετικές διατάξεις ενός Κοινωνικού

Συνεταιρισμού που του επιτρέπεται να διανέμει κέρδη μόνο υπό προϋποθέσεις. Στον Αστικό Συνεταιρισμό τα ίδια τα μέλη αποφασίζουν στη Γενική Συνέλευση το πώς, αν και με ποιο τρόπο θα διαχειριστούν τα κέρδη τους. Το Περιορισμένης ευθύνης σημαίνει ότι η οικονομική ευθύνη των μελών της Ενεργειακής Κοινότητας Σίφνου περιορίζεται στην αξία των μερίδων που κατέχουν. [31]

4.3.4 Ενεργειακή Κοινότητα Ηλέκτρα

Η ΗΛΕΚΤΡΑ είναι ένας πιστοποιημένος κοινωνικός συνεταιρισμός (εγγεγραμμένος με τον Ν4430/2016). Η ELECTRA ENERGY είναι ένας οργανισμός που εργάζεται από το 2016 για τη μετάβαση σε ένα δημοκρατικό, χωρίς αποκλεισμούς, αποδοτικό και βιώσιμο ενεργειακό σύστημα με πυρήνα τους πολίτες και τις τοπικές κοινωνίες. Ιδρύθηκε το 2016 και εδρεύει στην Αθήνα, Ελλάδα. Το πεδίο εφαρμογής της Ενεργειακής Κοινότητας Ηλέκτρα, είναι να υποστηρίξει τη μετάβαση σε ένα δημοκρατικό, αποτελεσματικό και βιώσιμο ενεργειακό σύστημα με τους πολίτες και τις τοπικές κοινωνίες στον πυρήνα του. Συνεργάζονται με: Πολίτες και τοπικές κοινωνίες, Δήμους, Ακαδημαϊκά ιδρύματα, Εθνικούς και διεθνείς κυβερνητικούς και μη οργανισμούς. Ερευνά κοινοτικά ενεργειακά επιχειρηματικά μοντέλα, χρηματοδότηση, διακυβέρνηση, κοινωνική αποδοχή, μετριασμό της ενεργειακής φτώχειας. Υποστηρίζει τους πολίτες, τις ΜΜΕ και τους Δήμους στο σχεδιασμό και την ανάπτυξη κοινοτικών ενεργειακών έργων. Ενισχύει την ευαισθητοποίηση και υλοποιεί δραστηριότητες και προγράμματα εκπαίδευσης, κατάρτισης, ανάπτυξης ικανοτήτων και αναβάθμισης δεξιοτήτων. Εργάζεται για την παρακολούθηση και τη βελτίωση των κοινοτικών ενεργειακών πολιτικών, κανονισμών, στόχων και στρατηγικών.[32]

4.3.5 Το Πρώτο "Οικολογικό Σχολείο" στο Παλαιό Φάληρο

Το 6ο νηπιαγωγείο του Παλαιού Φαλήρου είναι το πρώτο βιοκλιματικό σχολείο που λειτουργεί από το 2007 στη χώρα μας, ενσωματώνοντας όλες τις μορφές εναλλακτικής ενέργειας και τις σύγχρονες τεχνολογίες.

Η λειτουργία του έξυπνου σχολείου και σε τι διαφέρει από τα συμβατικά:

1. Παράγει ηλεκτρική ενέργεια μέσω φωτοβολταϊκών συστημάτων, που εγκαθίστανται στην ταράτσα. Το ρεύμα που παράγουν τα φωτοβολταϊκά συσσωρεύεται σε μία μπαταρία κι από εκεί διοχετεύεται στη ΔΕΗ.
2. Διαθέτει αισθητήρες διοξειδίου του άνθρακα για αναβάθμιση και καθαρισμό του αέρα στις σχολικές τάξεις.
3. Έχει ειδικούς αυτοματισμούς, ώστε ο φωτισμός να μειώνεται ή να αυξάνεται ανάλογα με την εξωτερική ηλιοφάνεια, ενώ τα φώτα αναβοσβήνουν αυτόματα με φωτοκύτταρα.
4. Τις πολύ ψυχρές μέρες το κτίριο θερμαίνεται με φυσικό αέριο.

Τα σχολείο έχει ειδικό σχεδιασμό για τον εξαερισμό των αιθουσών. Τα ανοίγματα από τα παράθυρα που βρίσκονται ψηλά σε συνδυασμό με τις φυτεμένες με γκαζόν στέγες δημιουργούν ένα φυσικό αερισμό του χώρου, δροσίζοντάς τον εσωτερικό χώρο τις ζεστές μέρες. Ο σχεδιασμός αυτού του σχολείου στηρίζεται στις αρχές της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής. Παράγει μόνο του ενέργεια και προστατεύει το περιβάλλον. Το 70% της στέγης του κτιρίου καλύπτεται με γκαζόν. Στη μεσημβρινή πλευρά υπάρχει χώρος με τζάμι που συσσωρεύει ενέργεια, η οποία επικοινωνεί με την αίθουσα πολλαπλών χρήσεων, όπου τα παιδιά βγαίνουν διάλειμμα κι έτσι η αίθουσα αυτή θερμαίνεται μέσω της ενέργειας του ήλιου. Εκτός από την εξοικονόμηση ενέργειας που εξασφαλίζουν οι βιοκλιματικές αυτές δράσεις, τα βιοκλιματικά σχολεία θα συμβάλουν καταλυτικά στον περιορισμό της εκπομπής αερίων και κυρίως του διοξειδίου του άνθρακα. Το σύστημα που εγκαθιστά ο ΟΣΚ- Οργανισμός Σχολικών Κτιρίων

ΑΕ, για την εξοικονόμηση ενέργειας είναι της τάξης ισχύος μέχρι 20 κιλοβάτ, διότι για παραπάνω είναι πολύ δύσκολη η διαδικασία που απαιτείται. Επομένως, το συγκεκριμένο σύστημα καλύπτει πλήρως τις ανάγκες σε ρεύμα ενός σχολείου, εάν είναι μέχρι 350 τετραγωνικά μέτρα. Τη μελέτη για όλες τις καινοτόμες αυτές δράσεις που εφαρμόστηκαν στο 6ο νηπιαγωγείο Παλαιού Φαλήρου έκανε το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. [36]

4.3.6 Το πρώτο ενεργειακό νησί: Τήλος

Η Τήλος, ανάμεσα στα δέκα νησιά, που ανακοίνωσε η Ευρωπαϊκή Ένωση στο πλαίσιο της πρωτοβουλίας «Καθαρή Ενέργεια για τα Ευρωπαϊκά Νησιά» κατέχει τα πρωτεία, καθώς αποτελεί το μόνο ολοκληρωμένο και εν λειτουργία έργο, το οποίο έχει εισέλθει στο στάδιο της κανονικής λειτουργίας του. Με «όχημα» το έργο TILOS, που βραβεύτηκε για την καινοτομία του με το Βραβείο Ενεργειακού Νησιού και το Βραβείο Κοινού από την Ευρωπαϊκή Ένωση, η Τήλος μπορεί να αξιοποιήσει στο έπακρο τις ανεξάντλητες πηγές ενέργειας που βρίσκονται σε αφθονία στη χώρα μας, τον ήλιο και τον άνεμο. Το Έργο TILOS είναι ο πρώτος υβριδικός σταθμός που εγκαθίσταται στην Ελλάδα, συνδυάζοντας την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ και συγκεκριμένα από μία ανεμογεννήτρια και ένα φωτοβολταϊκό σταθμό, και την αποθήκευσή της σε μπαταρίες (συσσωρευτές). Παράλληλα, το έργο διαχειρίζεται το τοπικό ενεργειακό σύστημα προβλέποντας την μελλοντική παραγωγή από ΑΠΕ και μπορεί να ρυθμίζει την κατανάλωση ενέργειας των οικιακών καταναλωτών. Το έργο της Τήλου διαθέτει την πρώτη σύμβαση πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας από Υβριδικό Σταθμό (ΥΒΣ) στην Ελλάδα και σε ολόκληρη την Ευρώπη, υπογεγραμμένη από τον ΔΕΔΔΗΕ και τον ελληνικό ενεργειακό όμιλο Eunice Energy Group (EEG), που υλοποίησε και λειτουργεί το έργο, όπως επίσης και σύμβαση εικοσαετούς λειτουργίας (PPA). [37]

Πρώτη φορά εφαρμόζεται η αποθήκευση της παραγόμενης ενέργειας από ΑΠΕ και αλλάζει ριζικά τη διαχείριση της παραγόμενης ενέργειας μετριάζοντας τις αυξομειώσεις της παραγωγής των ΑΠΕ, καθιστώντας αυτές αναμφισβήτητα ως την μελλοντική πηγή ενέργειας για τον άνθρωπο.

Επιπλέον, με την συνδρομή ενός ιδιαίτερα εξελιγμένου software και με τους έξυπνους μετρητές κατανάλωσης ενέργειας (Smart Energy Meters), που πρώτη φορά εγκαθίστανται στην χώρα σε τόσο ευρεία κλίμακα, είναι δυνατή η πρόβλεψη της μελλοντικής αιολικής και ηλιακής παραγωγής.

Πρόκειται για μια ανατροπή στα ενεργειακά δεδομένα, αφού με το Έργο TILOS, το μέλλον έρχεται πιο κοντά, καθώς συντελείται η σταδιακή μετάβαση των καταναλωτών ή ολόκληρων νησιών σε παραγωγούς-καταναλωτές. Οι δυνατότητες όμως του Έργου δεν σταματούν εδώ, καθώς, αφενός, εξασφαλίζει εξοικονόμηση ενέργειας και βελτιστοποιεί τη χρήση των ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο και αφετέρου, η περίσσεια ενέργεια από ΑΠΕ, μέσω έξυπνης διαχείρισης, μπορεί να προσφερθεί για την τροφοδοσία ηλεκτρικών οχημάτων για τις τοπικές μεταφορές.

Το τεχνολογικό επίτευγμα S4S (Storage For Sustainability, Smartgrid, Solutions, Security), που υλοποίησε και λειτουργεί ο Όμιλος Eunice στο έργο της Τήλου, αποτελεί σημείο αναφοράς και τεχνολογικό μοντέλο, το οποίο εξαπλώνεται σε επενδύσεις νέων έργων στα νησιά του Αιγαίου, ενώ το σύστημα AftonomobyEunice βασισμένο στην τεχνολογία του έργου της Τήλου εφαρμόζεται ήδη σε κατοικίες και επιχειρήσεις, στα αστικά κέντρα και στην περιφέρεια της χώρας. [9,10]

Ο Όμιλος Eunice ανακοινώνει ότι τα τρία χρόνια της λειτουργίας του, το έργο στο νησί της Τήλου:

- Έχει παράξει συνολικά 3.300MWh, εξοικονομώντας έτσι περίπου 3.000 τόνους CO₂, μέγεθος ισοδύναμο της ποσότητας CO₂ που θα μπορούσε να απορροφηθεί από ένα δάσος με περισσότερα από 54.000 δέντρα.
- Η εξοικονόμηση από το κόστος των εκπομπών αερίου του θερμοκηπίου, συμβάλλει σημαντικά στην καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής και στη βελτίωση του περιβάλλοντος, της ζωής και της υγείας των κατοίκων του νησιού της Τήλου.
- Η λειτουργία του υβριδικού σταθμού επέτρεψε την μείωση του κόστους καυσίμου για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας κατά περίπου 510.000€, ενώ σε περιπτώσεις απώλειας του δικτύου, ο υβριδικός σταθμός, σε συνδυασμό με τις υπόλοιπες ενεργειακές υποδομές που διαθέτει η Τήλος, δύναται να καλύψει πλήρως τις ανάγκες ηλεκτροδότησης του νησιού και των κατοίκων του, με την δυνατότητα εξαγωγής προς το Σύστημα Νίσυρο-Κω.

Ειδικότερα το σύστημα ενεργειακής τεχνολογίας και καινοτομίας S4S (Storage For Sustainability, Smartgrid, Solutions, Security) του Ομίλου Eunice, που λειτουργεί στον υβριδικό σταθμό στην Τήλο αποτελεί την εφαρμοσμένη τεχνολογία ενεργειακής αυτονομίας και ανεξαρτησίας, μπορεί να συνδυάσει διαφορετικές πηγές ενέργειας, ανεμογεννήτρια και φωτοβολταϊκό, με αποθήκευση, ενώ παράλληλα εφαρμόζει μετεωρολογικά, τεχνικά, δεδομένα φόρτισης, αποθήκευσης και λειτουργίας σε πραγματικό χρόνο, προκειμένου να εξασφαλίσει αδιάλειπτη τροφοδοσία του ηλεκτρικού συστήματος με ασφάλεια και το χαμηλότερο δυνατό κόστος.[38]

Με βάση τα πραγματικά δεδομένα από τη λειτουργία του σταθμού της Τήλου, ο Όμιλος Eunice προωθεί τη διάχυση της τεχνογνωσίας του έργου και την αναπαραγωγή του μοντέλου S4S, με πλήρη ενσωμάτωση της παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ, σε συνδυασμό με συστήματα έξυπνης διαχείρισης και της πρώτης και μοναδικής ελληνικής ανεμογεννήτριας EW16 Thetis 50kW, για την εξυπηρέτηση των NetProsumers και των μελών των Ενεργειακών Κοινοτήτων και των κατοίκων των ελληνικών και όχι μόνο νησιών, ως εφαρμογή Smart Grids.

Ήδη ο Όμιλος Eunice έχει λάβει από τη Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ) έγκριση των αιτήσεων του για την έκδοση αδειών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Υβριδικούς Σταθμούς (ΥΒΣ) στις νήσους Ανάφη, Δονούσα, Λέρο Περιφέρειας Νοτίου Αιγαίου και στους Φούρνους Κορσεών Περιφέρειας Βορείου Αιγαίου, συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 6,31MW.

Επιπλέον η ανάπτυξη του S4S και η εμπειρία από τη χρήση και τη λειτουργία του στο νησί της Τήλου, αποτελούν σημείο αναφοράς για ένα ακόμα καινοτόμο σύστημα ενεργειακής αυτονομίας και ανεξαρτησίας, που βρίσκεται απόλυτη εφαρμογή σε σπίτια και επιχειρήσεις, στο σύστημα AftonomybyEunice. Η προσφερόμενη λύση αποτελείται από συστήματα παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ, σύστημα αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας, και έξυπνες συσκευές και εφαρμογές, που με την τεχνολογία του Blockchain και του Internet of Things (IoT), επιτρέπουν στο χρήστη να ελέγχει και να διαχειρίζεται την ηλεκτρική ενέργεια που παράγει και καταναλώνει. Επιπλέον, δίνει τη δυνατότητα για μελλοντική ανάπτυξη της ηλεκτροκίνησης, δημιουργώντας ευκαιρίες κέρδους από την αξιοποίηση της αποθηκευμένης, στους συσσωρευτές των ηλεκτρικών οχημάτων, ενέργειας.

Το σύστημα AftonomybyEunice εφαρμόζεται ήδη σε κατοικίες και επιχειρήσεις στα αστικά κέντρα και στην περιφέρεια της χώρας, παρέχοντας στους πολίτες τη δυνατότητα

- να αξιοποιούν τους άπλετους και αειφόρους φυσικούς πόρους, όπως είναι ο αέρας και ο ήλιος,

- να επιλέγουν τεχνολογίες αιχμής, που σχεδιάζονται και παράγονται στην Ελλάδα από ελληνικά μυαλά και ελληνικά χέρια, με σημαντική εγχώρια προστιθέμενη αξία
- να παράγουν
- να αποθηκεύουν
- να διαχειρίζονται
- να ανταλλάσσουν μεταξύ τους και όταν περισσεύει να διοχετεύουν πουλώντας στο δίκτυο καθαρή ενέργεια από Ανανεώσιμες Πηγές
- να συμμετέχουν στη νέα μεγάλη αγορά του Χρηματιστηρίου της Ενέργειας, με άμεσα και μεσοπρόθεσμα οικονομικά οφέλη
- να γίνονται NetProsumers και ενεργειακά αυτόνομοι και ανεξάρτητοι

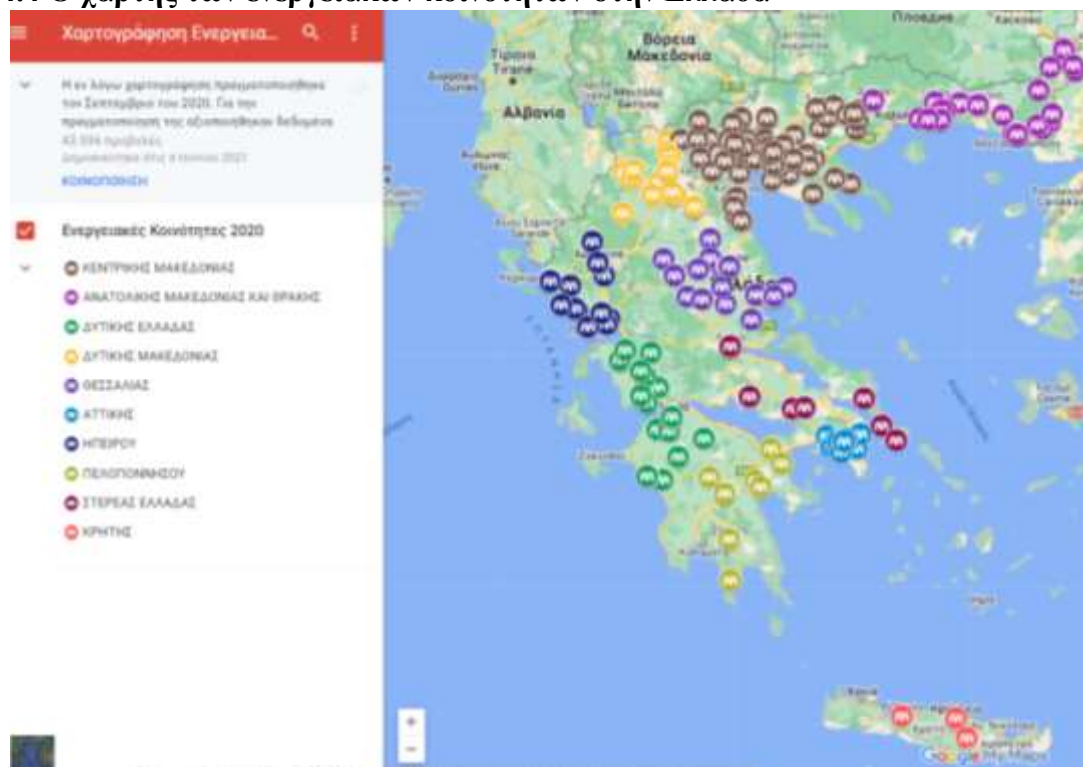
Με τις επενδύσεις για την ενεργειακή αυτονομία των νησιών ο Όμιλος συμβάλλει έμπρακτα και καθοριστικά στην υλοποίηση της ευρωπαϊκής και εθνικής πολιτικής για την αποδέσμευση από τον άνθρακα της οικονομίας και στη ένταξη της χώρας σε μια νέα ενεργειακή εποχή με βιώσιμα αποτελέσματα για την κοινωνία και τους πολίτες. Η ανεκτίμητη τεχνογνωσία, τα πραγματικά και μετρήσιμα αποτελέσματα από την εφαρμογή, λειτουργία και διαχείριση του συστήματος S4S στην Τήλο, μπορεί να εφαρμοστεί ευρέως τόσο στην Ελλάδα όσο και στην υπόλοιπη Ευρώπη, όπου υπάρχουν πάνω από 2.000 νησιά με περισσότερους από 15 εκατομμύρια ανθρώπους.

Ένα από τα πλέον χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι το συγκεκριμένο, του ενεργειακού ομίλου EUNICE ENERGY GROUP (EEG) μέσω του TILOS, το οποίο βραβεύθηκε για την καινοτομία του με το Βραβείο Ενεργειακού Νησιού και το Βραβείο Κοινού από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Το Έργο φιλοδοξεί να αλλάξει τον τρόπο με τον οποίο παράγεται και καταναλώνεται η ενέργεια από Ανανεώσιμες Πηγές.

Κατά την περίοδο της τριετούς λειτουργίας του έχει συγκεντρώσει τέσσερα βραβεία διεθνούς εμβέλειας. Τα βραβεία αυτά είναι:

1. Το CITIZEN'SAWARD category of the EU Sustainable Energy Awards: Στις 20 Ιουνίου του 2017, το TILOS κέρδισε το βραβείο στην κατηγορία «Ενεργειακά νησιά», το οποίο κρίθηκε από επιτροπή ειδικών, καθώς και το «Βραβείο Κοινού» ύστερα από ανοιχτή ψηφοφορία μεταξύ 12 συνολικά ευρωπαϊκών έργων.
2. Το πρώτο Ευρωπαϊκό Βραβείο Βιώσιμης Ενέργειας της Κομισιόν EUSEW 2017 (EU Sustainable Energy Awards) το 2017
3. Το 2019 ο Δήμος Τήλου κατέκτησε το πρώτο Βραβείο στην κατηγορία «Υποστήριξη της Ανάπτυξης των Πράσινων Αγορών και της Αποδοτικής Χρήσης των Πόρων», στο πλαίσιο του Διαγωνισμού για τα Ευρωπαϊκά Βραβεία Προώθησης της Επιχειρηματικότητας
4. ResponsibleIslandPrize: Το νησί της Τήλου βραβεύτηκε απέσπασε πρόσφατα το βραβείο Υπεύθυνου Νησιού 2020 –RESPonsibleIsland- της ΕΕ, κατακτώντας την τρίτη θέση στο πλαίσιο των European Research InnovationDays.[39]

4.4 Ο χάρτης των ενεργειακών κοινότητων στην Ελλάδα



Εικόνα 35-Οι Ενεργειακές Κοινότητες στην Ελλάδα

Η εν λόγω χαρτογράφηση πραγματοποιήθηκε τον Σεπτέμβριο του 2020. Για την πραγματοποίησή της αξιοποιήθηκαν δεδομένα τα οποία συλλέχθηκαν από το ΓΕΜΥ και τα κατά τόπους επιμελητήρια, στα οποία είναι εγγεγραμμένες οι εκάστοτε Ενεργειακές Κοινότητες. Ακόμη, στη χαρτογράφηση δε συμπεριλαμβάνονται 26 Ενεργειακές Κοινότητες, για τις οποίες δε βρέθηκαν δεδομένα ακριβούς τοποθεσίας.

4.5 Προκλήσεις για τις Ενεργειακές Κοινότητες

Από το 2018 έως σήμερα οι προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι Ε.Κοιν. είναι κυρίως η χρηματοδότηση και οι διαδικασίες αδειοδότησης. Σε επίπεδο χρηματοδότησης, αναμένεται να διατεθούν από το ΕΣΠΑ €3,6 δισ. και από το Ταμείο Ανάκαμψης €11 δισ. σε επιδοτήσεις και δάνεια εξυπηρέτησης έργων πράσινης μετάβασης. Απαιτείται ένας συγκροτημένος στρατηγικός σχεδιασμός που να επιταχύνει τις διαδικασίες, να διοχετεύει χρηματοδότηση και να διασφαλίζει χώρο -φυσικό και ηλεκτρικό- για τις Ε.Κοιν. των τοπικών κοινωνιών.

4.5.1 Προκλήσεις Στη Διαχείριση Prosumers

Υπάρχουν αρκετά ανοιχτά ζητήματα στην διαχείριση των prosumers, για περαιτέρω έρευνα[14]:

- ✓ Έλλειψη προσεγγίσεων σχετικά με την κατανομή ενέργειας μεταξύ των prosumers και των καταναλωτών: Εάν οι καταναλωτές αγοράζουν ενέργεια από γεωγραφικά κοντινούς prosumers, χωρίς να διακόπτουν το κύριο δίκτυο, θα μειωθούν τα κόστη μεταφοράς ενέργειας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα λιγότερη απώλεια ενέργειας και αποτελεσματικότερη ανταλλαγή ενέργειας. Καμία έρευνα δεν έχει μελετήσει ακόμη την κοινή χρήση ενέργειας μεταξύ των prosumers και των καταναλωτών.
- ✓ Έλλειψη συστηματικών μεθόδων ομαδοποίησης prosumers: Οι υφιστάμενες ομάδες prosumers, εκτός από τις ομάδες κοινότητας prosumers (PCG), ορίζονται από

τυχαίους prosumers, οδηγώντας σε ασταθείς συνεργασίες με prosumers. Ως εκ τούτου, απαιτείται περισσότερη προσοχή για τη δημιουργία βιώσιμης συνεργασιών prosumers, όπως ομάδες κοινότητας prosumers (PCG).

- ✓ Έλλειψη έμπνευσης από τους prosumers: Ένα άλλο ζήτημα είναι ότι τα περισσότερα υπάρχοντα έργα δεν εμπνέουν τους prosumers να επιτύχουν τους αναμενόμενους ενεργειακούς στόχους. Οι ομάδες κοινότητας prosumers (PCG) είναι η μόνη τεχνική οργάνωσης prosumers που χτίζει συνεργασίες prosumers προσανατολισμένες στο στόχο.
- ✓ Περιορισμένες προσεγγίσεις για τον εντοπισμό και την προσέλκυση πιο δυναμικών prosumers: Οι πιο ενεργοί στην συμμετοχή prosumers έχουν την δυνατότητα να ικανοποιήσουν τις απαιτήσεις των χρηστών. Ωστόσο, δεν έχουν υπάρχουν σαφείς προσεγγίσεις προσέλκυσης περισσότερων δυναμικών prosumers στην διαδικασία κοινής χρήσης ενέργειας, ώστε να αυξηθεί η ποιότητα της βάσης των prosumers.
- ✓ Έλλειψη προσεγγίσεων για τον εντοπισμό κινδύνων που σχετίζονται με αρνητικές συμπεριφορές prosumers: Ένας αποτελεσματικό σύστημα διαχείρισης prosumers απαιτεί τον εντοπισμό των αρνητικών συμπεριφορών των prosumers, και συγκεκριμένα την αντιμετώπιση των αιτιών αυτών των συμπεριφορών. Ωστόσο, τα υπάρχοντα συστήματα δεν διαθέτουν τεχνικές παρακολούθησης και ανάλυσης αυτών των συμπεριφορών.
- ✓ Έλλειψη ολοκληρωμένων συστημάτων επιβράβευσης των prosumers, συμπεριλαμβανομένων των μη οικονομικών πτυχών: τα συστήματα επιβράβευσης prosumers παίζουν κρίσιμο ρόλο στη δημιουργία μιας βάση δυναμικών prosumers. Οι υπάρχουσες προσεγγίσεις βασίζονται σε οικονομικά κίνητρα. Θα πρέπει να προταθούν και να δοκιμαστούν συστήματα επιβράβευσης, που δεν βασίζονται σε οικονομική ανταμοιβή.

4.5.2 Ο Θετικός αντίκτυπος των Prosumers

Τα έργα prosumer έχουν ένα ευρύ φάσμα κοινωνικών, οικονομικών και περιβαλλοντικών πλεονεκτημάτων για τους ίδιους τους prosumers καθώς και για το κοινωνικό σύνολο. Το κύριο περιβαλλοντικό όφελος είναι η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (GHG) και της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Τα κοινωνικά οφέλη είναι μεγαλύτερα για τους prosumers από τα έργα κοινής ωφέλειας. Το prosumption μπορεί να αυξήσει την στήριξη του κράτους για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, να ενδυναμώσει τους πολίτες και να αυξήσει το αίσθημα της κοινότητας. Ωστόσο, προκύπτουν μια σειρά από μειονεκτήματα και προκλήσεις, οι οποίες πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά τον σχεδιασμό πολιτικών και κανονισμών.

Κατά την αξιολόγηση των επιπτώσεων του prosumption, προκύπτει το ερώτημα: Με τι συγκρίνονται τα οφέλη και οι προκλήσεις; Συγκρίνουμε το prosumption με την ενέργεια που προέρχεται από ορυκτά καύσιμα, την οποία αντικαθιστά ή με την παραγωγή και την διανομή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας των επιχειρήσεων κοινής ωφέλειας; Τα αποτελέσματα διαφέρουν. Συγκρίνοντας τα οφέλη του prosumption με τις τεχνολογίες ορυκτών καυσίμων είναι σχετικά εύκολο, από ότι η σύγκριση με ένα κεντρικά οργανωμένο σύστημα που βασίζεται σε ΑΠΕ, καθώς το αποτέλεσμα εξαρτάται από μια σειρά παραγόντων της εκάστοτε χώρας.^[6]

Σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (IRENA), οι Ε.Κοιν. οδηγούν σε ένα οικονομικά δίκαιο και ανθεκτικό μοντέλο ανάπτυξης, εξασφαλίζοντας μια δίκαιη ενεργειακή μετάβαση. Το πλαίσιο για τις Ε.Κοιν. διαμορφώνεται και εκσυγχρονίζεται, σύμφωνα με τον ορισμό της κοινωνικής οικονομίας, ώστε οι Ε.Κοιν. να αποτελούν μια εναλλακτική μορφή οργάνωσης των σχέσεων παραγωγής, διανομής, κατανάλωσης και

επανεπένδυσης, βασισμένη στις αρχές της δημοκρατίας, της συνεργασίας, καθώς και του σεβασμού στον άνθρωπο και το περιβάλλον. Για να είναι όμως επιτυχής και δίκαιη αυτή η μετάβαση, πρέπει να είναι αποκεντρωμένη και να περιλαμβάνει ενεργά την τοπική κοινωνία. Οι μεγάλοι παραγωγοί δεν έχουν λόγο να βλέπουν ανταγωνιστικά τις Ε.Κοιν. Αντιθέτως, η ανάπτυξη Ε.Κοιν. σε τοπικό επίπεδο μπορεί να αξιοποιήσει στο μέγιστο τη χωρητικότητα του δικτύου, ακόμα και όταν βρίσκεται στα όρια κορεσμού, με τροφοδοσία από μικρές μονάδες. Με τη λειτουργία των Ε.Κοιν. ενισχύεται η ενεργειακή αυτάρκεια και ανεξαρτησία, και προάγεται η ενεργειακή αποδοτικότητα στην τελική χρήση σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο. Τα σημάδια από τις πρώτες Ε.Κοιν. δείχνουν πως είναι έργα προστιθέμενης αξίας, καθώς δημιουργούν θέσεις εργασίας, προάγουν την κοινωνική συνοχή, την εκπαίδευση και την καινοτομία. Η περαιτέρω ανάπτυξη των Ε.Κοιν. και η πορεία τους σε βάθος χρόνου, θα μας δώσουν περισσότερα στοιχεία για τη μακροχρόνια διακυβέρνηση των συνεταιρισμών, τη συνοχή των μελών και τη συνεργασία με τους παρόχους ρεύματος. Τέλος, περιμένουμε να δούμε στην πράξη εάν οι μεγάλες διακυμάνσεις που βιώνουμε στις τιμές ενέργειας θα επιφέρουν περαιτέρω μειώσεις στους λογαριασμούς των μελών των Ε.Κοιν., κάνοντας τη συμμετοχή σε μια τέτοια κοινότητα ακόμα περισσότερο ελκυστική.

4.5.3 Τα Οφέλη του prosumption

Το prosumption μπορεί να ωφελήσει τα άτομα και την κοινωνία στο σύνολό της. Σε ατομικό επίπεδο, ενδυναμώνει τους πολίτες επιτρέποντάς τους να επενδύσουν σε ΑΠΕ, και να μειώσουν τη χρήση ορυκτών καυσίμων, αυξάνοντας την ανεξαρτησία τους από τις μεγάλες εταιρείες κοινής ωφέλειας. Ανάλογα με τη κατάστασή τους και τις πολιτικές της χώρας τους, μπορούν να έχουν καλή οικονομική απόδοση της επένδυσής τους, μειώνοντας το ενεργειακό κόστος με τον χρόνο. Σε κοινωνικό επίπεδο, τα μοντέλα prosumption συμβάλλουν στη μετάβαση σε ένα κλιματικά ουδέτερο ενεργειακό σύστημα, βελτιώνοντας την ενεργειακή ασφάλεια, μειώνοντας τις εκπομπές CO₂ και αυξάνοντας «αίσθηση της κοινότητας» σε τοπικό επίπεδο. Άλλα οφέλη είναι η δημιουργία θέσεων εργασίας, η αποφυγή χρήσης γης, η αποφυγή του κόστους μεταφοράς και η αύξηση της ευελιξίας του δικτύου.

Τα κύρια πλεονεκτήματα του prosumption είναι:

- περιβαλλοντικά οφέλη
- κοινωνικές παροχές
- οικονομικά οφέλη.

4.5.3.1 Περιβαλλοντικά οφέλη

Οι Prosumers που παράγουν τη δική τους ενέργεια ή συνεισφέρουν με παραγωγή ΑΠΕ σε ένα ενεργειακό συνεταιρισμό δημιουργούν πολλά περιβαλλοντικά οφέλη. Πρώτον, συνεισφέρουν στην αύξηση της χρήσης ΑΠΕ, μειώνοντας την ανάγκη για ενέργεια που παράγεται από ορυκτά καύσιμα. Αυτό συμβάλλει στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και στην μετάβαση σε ένα κλιματικά ουδέτερο ενεργειακό σύστημα. Με εξαίρεση τα έργα βιομάζας, τα έργα ΑΠΕ μειώνουν, επίσης, την ατμοσφαιρική ρύπανση που σχετίζεται με τη χρήση ορυκτών καυσίμων. Η αποθήκευση και η ζήτηση ευέλικτων επιλογών ενέργειας είναι ένας βασικός παράγοντας για την ενσωμάτωση υψηλότερων μεριδίων κυμαινόμενης αιολικής και ηλιακής ενέργειας στο σύστημα και αντικατάσταση των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής ορυκτών καυσίμων σε συνθήκες αιχμής ζήτησης, ώστε να διασφαλιστεί η ισορροπία του δικτύου. Ένα άλλο περιβαλλοντικό όφελος του prosumption είναι η μείωση της απαιτούμενης γης για την παραγωγή ΑΠΕ, εφόσον χρησιμοποιείται η υπάρχουσα υποδομή και η ήδη δεσμευμένη γη. Μέσω των έργων prosumer, ο διαθέσιμος χώρος στην ταράτσα ενός κτιρίου μπορεί να

χρησιμοποιηθεί για παραγωγή ηλιακής ενέργειας, η οποία μειώνει την ανάγκη για παραγωγή αιολικής και ηλιακής ενέργειας κάπου αλλού. Αυτό μπορεί να μειώσει την συνολική επίδραση της παραγωγής ΑΠΕ, για παράδειγμα, στην βιοποικιλότητα. Ομοίως, η εγκατάσταση μιας αντλίας θερμότητας ή ενός ηλιακού συστήματος τηλεθέρμανσης μπορεί να μειώσει την ανάγκη χρήσης στερεάς βιομάζας για τη θέρμανση μειώνοντας την πίεση στα δάση.

4.5.3.2 Κοινωνικά οφέλη

Οι κοινωνικοί παράγοντες αποτελούν βασικό παράγοντα για την ανάπτυξη των Prosumers. Τα νοικοκυριά και τα άτομα γίνονται εν μέρει Prosumers λόγω των κοινωνικών θεμάτων, όπως οι ανησυχίες τους για την κλιματική αλλαγή είτε λόγω των θετικών επιπτώσεων ενός ενεργειακού συνεταιρισμού για την κοινωνική τους κοινότητα. Από τη σκοπιά της κοινωνίας, η συμμετοχή των πολιτών στο ενεργειακό σύστημα έχει, επίσης, οφέλη σε σύγκριση με ένα κεντρικό σύστημα. Τα κυριότερα κοινωνικά οφέλη είναι:

Δημόσια στήριξη για ΑΠΕ. Δεν επικροτούν όλοι οι πολίτες την ανάπτυξη ΑΠΕ μεγάλης κλίμακας. Πολλοί είναι γενικά υπέρ των ΑΠΕ, αλλά ορισμένοι αντιτίθενται σε έργα στη γειτονιά τους. Οι μεγάλης κλίμακας αιολικές και οι φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις (ΦΒ) εγείρουν ανησυχίες για την οπτική επίδραση στο τοπίο και — στην περίπτωση της αιολικής ενέργειας— σχετικά με τον θόρυβο, τις κινούμενες σκιάς και τα φώτα που αναβοσβήνουν. Ωστόσο, όταν ένα άτομο κατέχει μερίδιο σε ένα έργο αιολικής ενέργειας είναι πιο πιθανό να δεχθεί την ανεμογεννήτρια κοντά στο σπίτι του και γενικά στις ανεμογεννήτριες. Με αυτό τον τρόπο συμμετέχουν άμεσα και επωφελούνται από την ενεργειακή μετάβαση, αντισταθμίζοντας τα πιθανά μειονεκτήματα. Ως εκ τούτου, το prosumption μπορεί να αυξήσει τη δημόσια υποστήριξη για τις ΑΠΕ, διευκολύνοντας την μετάβαση προς ένα κλιματικά ουδέτερο ενεργειακό σύστημα.

Ενδυνάμωση. Το prosumption αυξάνει την ενδυνάμωση των πολιτών, εφόσον έχουν την ευκαιρία να συνεισφέρουν στο ενεργειακό σύστημα. Σε ένα κεντρικό σύστημα, οι πολίτες βασίζονται στις εμπορικές εταιρείες ενέργειας και δεν μετέχουν στις αποφάσεις για τον ενεργειακό τους εφοδιασμό.

Τοπική δημιουργία θέσεων εργασίας. Αυτό αναφέρεται ως πιθανό όφελος στη βιβλιογραφία, με βάση την υπόθεση ότι οι Prosumers θα προσλάβουν τοπικούς εργολάβους για τα έργα τους. Ωστόσο, αυτή η επίδραση δεν έχει ακόμη ποσοτικοποιηθεί.

Αίσθηση της κοινότητας. Οι συλλογικές πρωτοβουλίες Prosumers έχουν τη δυνατότητα να αυξήσουν την αίσθηση της κοινότητας. Τα μέλη των συλλογικών πρωτοβουλιών Prosumers είναι συχνά άμισθοι εθελοντές από την ίδια γειτονιά. Όταν τα μέλη συλλογικά επενδύουν σε ΑΠΕ και συχνά συλλογικά αναπτύσσουν και στη συνέχεια λειτουργούν ένα έργο για πολλά χρόνια έχουν μια στενότερη σχέση με τους γείτονές τους.

Δίκαιη κατανομή παροχών. Η μετάβαση προς ένα κλιματικά ουδέτερο ενεργειακό σύστημα προσφέρει οικονομικές ευκαιρίες για τους επενδυτές, μέσω των κερδών και του μειωμένου ενεργειακού κόστους ή της αμοιβής για τις ενεργειακές υπηρεσίες που παρέχονται. Τόσο τα μοντέλα ατομικού όσο και συλλογικού prosumption έχουν οικονομικά οφέλη για τους πολίτες, σε σύγκριση με τα έργα μεγάλης κλίμακας. Ειδικότερα, έργα με μικρή ή καθόλου επένδυση έχουν κέρδος για όλους τους πολίτες, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που δεν έχουν ιδιοκτησία, στην οποία μπορούν να γίνουν επενδύσεις ΑΠΕ. Αυτό ενισχύει την δημόσια στήριξη για τον μετασχηματισμό του ενεργειακού τομέα. Έρευνα για τις επιπτώσεις της δημόσιας στήριξης για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, της ενδυνάμωσης των πολιτών και τις επιπτώσεις της αίσθησης της κοινότητας είναι ακόμα περιορισμένες, και δεν έχουν ακόμη μετρηθεί και ποσοτικοποιηθεί.

4.5.3.3 Οικονομικά οφέλη

Υπό τις κατάλληλες συνθήκες, τα μοντέλα prosumption μπορούν να έχουν οικονομικά οφέλη για μεμονωμένους πολίτες. Το prosumption μπορεί να οδηγήσει σε μειωμένα ενεργειακά κόστη και η πώληση της πλεονάζουσας ενέργειας μπορεί να οδηγήσει σε έσοδα, ιδίως στις μέρες μας με τις τρέχουσες ιστορικά υψηλές τιμές ενέργειας. Επιπλέον, παράγοντας τη δική τους ενέργεια, οι prosumers ενδέχεται να προστατεύονται καλύτερα από τις διακυμάνσεις των τιμών. Σε χώρες όπου τα ορυκτά καύσιμα θέρμανσης υπόκεινται σε τιμολόγηση με βάση τον άνθρακα, οι τεχνολογίες θέρμανσης ΑΠΕ, όπως οι αντλίες θερμότητας, μπορούν επίσης να μειώσουν το κόστος ενός νοικοκυριού σε σύγκριση με τα ορυκτά καύσιμα. Σε μελέτη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής το 2018, διαπιστώθηκε ότι οι οικονομικοί παράγοντες ήταν ο κύριος λόγος για τους Prosumers που επένδυσαν σε Φ/Β συστήματα σε κατοικημένες περιοχές, αν και οι περιβαλλοντικές ανησυχίες σημείωσαν, επίσης, υψηλή βαθμολογία. Αν το prosumption είναι οικονομικά εφικτό σε μια δεδομένη κατάσταση εξαρτάται από το κόστος των τεχνολογιών prosumer σε σύγκριση με τις εναλλακτικές λύσεις, με τις διαφορές τιμών να διαμορφώνονται από το κανονιστικό πλαίσιο.

Το prosumption έχει, επίσης, οικονομικά οφέλη για την κοινωνία ως σύνολο. Για παράδειγμα, η ιδιοκατανάλωση των νοικοκυριών με Φ/Β εγκαταστάσεις, πιθανώς σε συνδυασμό με μπαταρίες και ευέλικτες επιλογές ζήτησης, μπορεί όχι μόνο να μειώσει την ανάγκη για μεταφορά ενέργειας σε μεγάλες αποστάσεις και τα κόστη εξισορρόπησης δικτύου, αλλά μπορεί επίσης να μειώσει και τις επενδύσεις σε δίκτυα και απαιτήσεις χρήσης γης. Ωστόσο, αυτό εξαρτάται από τις τοπικές συνθήκες. Επιπλέον, η επέκταση του δικτύου μεταφοράς έχει πολλαπλά οφέλη, ανεξάρτητα από το prosumption, για παράδειγμα για να καταστεί δυνατή η καλύτερη χρήση των επιδράσεων εξισορρόπησης διαφορετικών καθεστώτων ανέμου στην Ευρώπη από ό,τι σήμερα ή γενικότερα να αυξήσει την ευελιξία του συστήματος. Ομοίως, είναι απαραίτητες επεκτάσεις δικτύου σε τοπικό επίπεδο κατά τη διάρκεια της ενεργειακής μετάβασης, για να προσαρμοστεί το δίκτυο στον αυξανόμενο αριθμό ηλεκτρικών οχημάτων και αντλιών θερμότητας και στην αποκεντρωμένη παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές από τις επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας και εταιρείες ενέργειας. Επιπλέον, το prosumption συνεπάγεται επενδύσεις σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, που χρηματοδοτούνται από prosumers. Στην περίπτωση της χρηματοδότησης που βασίζεται σε ίδια κεφάλαια, το prosumption θα μπορούσε να αξιοποιήσει κεφάλαια με σχετικά χαμηλό κόστος, επειδή οι πολίτες συχνά έχουν μικρότερες ευκαιρίες σε επένδυση κεφαλαίου από τους μεγάλους ιδιώτες επενδυτές και γενικά είναι λιγότερο προσανατολισμένοι στον κίνδυνο. Αυτό μπορεί να επιταχύνει την ανάπτυξη των ΑΠΕ, καθώς προσελκύει κεφάλαια που διαφορετικά δεν θα ήταν διαθέσιμα. Στην χρηματοδότηση σε τοπικό επίπεδο θα μπορούσε να εμπλακούν οι τράπεζες, γεγονός που με τη σειρά του ενισχύει την τοπική οικονομία. Τέλος, οι prosumers μπορούν, επίσης, να συμβάλουν στην ενεργειακή ασφάλεια. Η ποικιλομορφία των συμμετεχόντων και των μοντέλων, καθώς και η αποκεντρωμένη φύση του prosumption, μπορεί να ενισχύσει την παροχή ενέργειας. Οι prosumers μπορούν να αναπτύξουν ΑΠΕ σχετικά γρήγορα, σε περιόδους υψηλών τιμών ενέργειας και αστάθειας, προστατεύοντας τους χρήστες και ενισχύοντας τη γενική ανθεκτικότητα του συστήματος, επειδή είναι συχνά έργα μικρής κλίμακας.

4.6 Τα Εμπόδια των Prosumers

Οι πολίτες ενδέχεται να αντιμετωπίσουν εμπόδια στη διαδικασία να μετατραπούν σε prosumers, ακόμη και στην περίπτωση που έχουν την τεχνική υποδομή και την οικονομική δυνατότητα. Οι κύριοι τύποι προκλήσεων και εμποδίων που αντιμετωπίζουν οι prosumers, περιγράφονται παρακάτω. Πολλά από αυτά τα εμπόδια αντιμετωπίζονται κυρίως με ορθές κυβερνητικές πολιτικές. Ο βαθμός στον οποίο οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής θέλουν να προωθήσουν την παραγωγή από prosumers εξαρτάται, επίσης, από τις επιπτώσεις σε επίπεδο συστήματος και τα μειονεκτήματα.

4.6.1 Ρυθμιστικά εμπόδια

Σε όλη την Ευρώπη, η ελκυστικότητα του prosumption, συμπεριλαμβανομένου του κόστους και των πλεονεκτημάτων, επηρεάζονται από το κανονιστικό πλαίσιο. Για παράδειγμα, προγράμματα στήριξης για τους prosumers, ή κίνητρα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας γενικά, μπορούν να συμβάλουν σημαντικά στη μείωση του χρόνου απόσβεσης των επενδύσεων. Ωστόσο, πολύπλοκες και μεγάλες διαδικασίες επιχορηγήσεων ή λήψης αδειοδοτήσεων αποθαρρύνουν ιδιώτες και ΜΜΕ από το prosumption.[6]

Σε ορισμένες χώρες, το prosumption δεν έχει ενσωματωθεί σωστά σε εθνικούς νόμους και κανονισμούς. Οι prosumers αντιμετωπίζουν νομικά εμπόδια, για παράδειγμα ορισμένα μοντέλα prosumers δεν επιτρέπονται. Αυτό ισχύει, κυρίως, για συλλογικά μοντέλα prosumers. Επιπλέον, οι τρέχοντες κανονισμοί της αγοράς ενέργειας μπορεί να αποτελούν εμπόδιο για τους prosumers, στην προσφορά υπηρεσιών αποθήκευσης ενέργειας ή απόκρισης ζήτησης. Στην Ολλανδία, για παράδειγμα, οι τιμές ενέργειας, για μικρής κλίμακας καταναλωτές, δεν επιτρέπεται να αλλάζουν κατά τη διάρκεια της ημέρας σε συνάρτηση με την πραγματική τιμή της αγοράς. Αυτό αποτρέπει τους prosumers από τη λήψη ενός σήματος τιμής που θα ενθάρρυνε την αποθήκευση ενέργειας και την απόκριση ζήτησης σε περιόδους χαμηλών τιμών ηλεκτρικής ενέργειας όταν η παραγωγή αιολικής και ηλιακής ενέργειας είναι υψηλή. Οι αβέβαιες πολιτικές μπορούν επίσης να αποτελέσουν εμπόδιο: όταν οι καταναλωτές είναι αβέβαιοι εάν μια συγκεκριμένη πολιτική θα παραμείνει σε ισχύ ή εάν η πολιτική για τα επόμενα χρόνια δεν έχει ακόμη αποφασιστεί, θα είναι διστακτικοί για την επένδυση. Αυτή η πολιτική αβεβαιότητα δημιουργεί μια αβεβαιότητα σχετικά με την κερδοφορία ενός έργου. Επιπλέον, ρυθμιστικές και οι διοικητικές πολυπλοκότητες μπορούν επίσης να αποτρέψουν το πιθανούς prosumers. Γενικότερα, ορισμένες ενεργειακές πολιτικές μπορούν να επηρεάσουν την ανταγωνιστικότητα των prosumers ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως για παράδειγμα οι επιδοτήσεις ορυκτών καυσίμων.

4.6.2 Οικονομικά εμπόδια

Οι περισσότεροι υποψήφιοι prosumers θα εξετάσουν το ενδεχόμενο να συμμετάσχουν σε ένα έργο μόνο εάν έχει καλή απόδοση επένδυσης, ή εάν το έργο δεν αυξάνει σημαντικά το κόστος του ενεργειακού εφοδιασμού. Δεν έχουν όλα τα μοντέλα prosumers ένα βιώσιμο επιχειρηματικό πλάνο. Επιπλέον, ο prosumer σε πολλές περιπτώσεις χρειάζεται να έχει σημαντική αρχική επένδυση σε τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Τα οικονομικά οφέλη, συνήθως οι χαμηλότεροι λογαριασμοί ενέργειας κατά τη διάρκεια ζωής της τεχνολογίας, μπορεί να μην είναι αρκετά για την αντιστάθμιση αυτών των επενδύσεων. Επιπλέον, πολλά νοικοκυριά δεν έχουν πρόσβαση στα απαραίτητα κεφάλαια επένδυσης. Διάφορα σχήματα κινήτρων που χρηματοδοτούνται από το δημόσιο μπορούν να βελτιώσουν το επιχειρηματικό πλάνο για τους prosumers, για παράδειγμα με net metering ή με σταθερά τιμολόγια τροφοδοσίας. Ωστόσο, εάν η δημόσια στήριξη καθιερωθεί, ενδέχεται να προκύψουν επιδράσεις διανομής αυτών των μέτρων, ανάλογα σχετικά με τους μηχανισμούς χρηματοδότησης.

4.6.3 Τεχνικά εμπόδια

Σε ορισμένες περιπτώσεις είναι αδύνατο για τους πολίτες να γίνουν prosumers λόγω τεχνικών περιορισμών. Για παράδειγμα, πρέπει να υπάρχει ενεργειακή υποδομή για την μεταφορά της παραγόμενης ενέργειας ή ο τρέχων μετρητής ηλεκτρικής ενέργειας δεν επιτρέπει να τροφοδοτήσουν με την παραγόμενη ενέργεια το δίκτυο. Επίσης, μπορεί να υπάρχουν γεωγραφικά ή άλλα πρακτικά εμπόδια για την ανάπτυξη μιας συγκεκριμένης τεχνολογίας. Για παράδειγμα, μια ταράτσα πρέπει να έχει αρκετή ηλιοφάνεια για την αποτελεσματική λειτουργία των ηλιακών φωτοβολταϊκών ή θερμικών πάνελ. Τα εμπόδια τεχνολογίας μειώνουν τα οφέλη που έχουν οι prosumers σε επίπεδο συστήματος. Για βέλτιστη χρήση της

δυνατότητας αποθήκευσης ενέργειας και της απόκρισης ζήτησης των prosumers, απαιτούνται νέες τεχνολογικές λύσεις, όπως αισθητήρες ενέργειας, έξυπνα δίκτυα και ψηφιοποίηση του ενεργειακού συστήματος. Επιπλέον, θα πρέπει να αξιολογηθούν οι αποκεντρωμένες λύσεις, είτε μπορούν να συγκριθούν με άλλες κεντρικές λύσεις είτε όχι.

4.6.4 Κοινωνικά εμπόδια

Η σύσταση και η λειτουργία ενός ενεργειακού συνεταιρισμού απαιτεί προσπάθεια και αποτελεσματική οργάνωση. Πολλοί συνεταιρισμοί διοικούνται από εθελοντές: μια έρευνα σε οκτώ χώρες της ΕΕ ανακάλυψε ότι το 72% του συνόλου του προσωπικού ήταν απλήρωτο σε 198 πρωτοβουλίες prosumers που εξετάστηκαν, αλλά οι εθελοντές αντιπροσώπευαν πολύ μικρότερο ποσοστό προσωπικού σε έργα δημοσίου τομέα. Με αυτό τον τρόπο προκύπτουν κοινωνικά οφέλη, αλλά και εμπόδια και κίνδυνοι. Οι ενδιαφερόμενοι πολίτες θα πρέπει να συγκεντρώσουν αρκετούς εθελοντές για να ξεκινήσουν και να τρέξουν το έργο προτού αναπτύξουν και υλοποιήσουν τις ιδέες τους.

4.6.5 Έλλειψη γνώσης και εξειδίκευσης

Για την ίδρυση ενός ενεργειακού συνεταιρισμού, οι ιδρυτές θα πρέπει να γνωρίζουν τις σχετικές πολιτικές και τη νομοθεσία και να έχουν τουλάχιστον βασικές γνώσεις των σχετικών τεχνολογιών ΑΠΕ και των οικονομικών πτυχών ενός τέτοιου έργου. Η δημιουργία μιας ενεργειακής κοινότητας απαιτεί, επίσης, νομικές γνώσεις για τις κατάλληλες συμβάσεις μεταξύ των εμπλεκόμενων μερών, και την διαχείριση της ιδιοκτησίας, της οργάνωσης, των οικονομικών πτυχών, των υποχρεώσεων κ.λπ. Έλλειψη γνώσης για διάφορα θέματα που σχετίζονται με το prosumption μπορεί, επίσης, να αποτελέσει εμπόδιο για τα έργα των prosumers. Γενικότερα, υπάρχει έλλειψη ειδικευμένων εργαζομένων στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, που λειτουργεί ως εμπόδιο για την ανάπτυξη νέων έργων. Η επαγγελματική κατάρτιση θα πρέπει να προωθηθεί σε εθνικό και τοπικό επίπεδο, προκειμένου να μειώσει το χάσμα των δεξιοτήτων.

4.7 Επιπτώσεις του prosumption στην ενεργειακή φτώχεια

Το Prosumption έχει τη δυνατότητα να ωφελήσει τους ευάλωτους καταναλωτές και να συμβάλει στη μείωση της ενεργειακής φτώχειας, με τις κατάλληλες πολιτικές. Οι υψηλές τιμές ενέργειας και τα χαμηλά εισοδήματα είναι η κύρια αιτία της ενεργειακής φτώχειας. Όταν τα φτωχά ενεργειακά νοικοκυριά γίνονται prosumers, οι λογαριασμοί ενέργειας σταθεροποιούνται και προστατεύονται από τις αυξήσεις τιμών του ρεύματος. Επιπλέον, σε πολλές περιπτώσεις, η ενέργεια που παράγεται από τους ίδιους τους prosumers είναι φθηνότερη από την ηλεκτρική ενέργεια που αγοράζεται από το δίκτυο, αν και εξαρτάται από τις πολιτικές στήριξης. Ωστόσο, τα μέτρα κοινωνικής ένταξης είναι απαραίτητα για να βοηθηθούν τα νοικοκυριά χαμηλού εισοδήματος να γίνουν prosumers ή να προστατευτούν από τις αρνητικές επιπτώσεις της ανάπτυξης του prosumption. Σε πολλές περιπτώσεις, τα νοικοκυριά δεν έχουν τα χρήματα για να επενδύσουν σε τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, και δεν διαθέτουν ταράτσα για την εγκατάσταση ΦΒ, και αντιμετωπίζουν μεγαλύτερα ενεργειακά κόστη και χρεώσεις δικτύου. Με τις τρέχουσες πολιτικές και τα τιμολογιακά σχήματα, το ενεργειακό κόστος, για μη-prosumer νοικοκυριά, αναμένεται να αυξηθεί όσο αυξάνεται το ποσοστό των prosumers. Επομένως, τα μέτρα ειδικής στήριξης που δίνουν προτεραιότητα σε ενεργειακά φτωχά νοικοκυριά είναι απαραίτητα ούτως ώστε να αποφευχθεί η αύξηση της ενεργειακής φτώχειας.

4.8 Οι Επιπτώσεις των prosumers στο δίκτυο

Τα έργα των prosumers μπορούν να έχουν θετικό αντίκτυπο στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς η παραγωγή ενέργειας και η κατανάλωση έρχονται πιο κοντά. Ωστόσο, αυτό δεν συμβαίνει πάντα, σε πολλές περιπτώσεις, τα έργα prosumers αυξάνουν παρά μειώνουν την

ανάγκη για επέκταση του δικτύου. Η χωρητικότητα του δικτύου πρέπει να είναι επαρκής για τις περιόδους αιχμής ζήτησης και προσφοράς, και η ζήτηση και η προσφορά ηλεκτρικής ενέργειας είναι πιθανόν να αυξηθούν λόγω των prosumers. Η ιδιοκατανάλωση μειώνει την ανάγκη μεταφοράς ενέργειας από και προς μια τοποθεσία, αλλά η επέκταση του δικτύου εξακολουθεί να είναι απαραίτητη εάν το επίπεδο ιδιοκατανάλωσης ποικίλλει κατά τη διάρκεια του έτους. Σε αυτή την περίπτωση, τα φορτία αιχμής ζήτησης στο δίκτυο, λόγω της προσωρινής υψηλής ζήτησης ή παροχής ηλεκτρικής ενέργειας, δεν μπορούν να αποφευχθούν καθόλη την διάρκεια. Η έλευση ηλεκτρικών οχημάτων, των αντλιών θερμότητας και κλιματισμού, σε συνδυασμό με υψηλό ποσοστό εγκατάστασης φωτοβολταϊκών θα αυξήσει την ανάγκη για αυξημένη χωρητικότητα του δικτύου παρά την ευελιξία του συστήματος. Επιπλέον, οι μη συντονισμένες φορτίσεις και εκφορτίσεις των μπαταριών προκαλούν απρόβλεπτες αιχμές παραγωγής. Πρόσθετες επενδύσεις στο δίκτυο είναι αναπόφευκτες σε περιοχές δικτύου με χαμηλή ζήτηση και μεγάλες επιφάνειες ΦΒ. Συνήθως ισχύει για συνεταιρισμούς prosumers, όπου η παραγωγή ενέργειας βρίσκεται σε μεγάλη απόσταση από την τοποθεσία όπου ζητείται και αποθηκεύεται. Σε πολλές χώρες οι τεχνικές δυνατότητες και οι δυνατότητες της αγοράς που έχουν οι prosumers να μειώσουν τον αντίκτυπό τους στις επενδύσεις του δικτύου περιορίζεται από τις πολιτικές και κανονισμούς, που δεν ενισχύουν την ιδιοκατανάλωση. Άρα είναι σημαντικό να βελτιωθεί η δυνατότητα ενσωμάτωσης του δικτύου της ιδιοκατανάλωσης και της αποκεντρωμένης αποθήκευσης ενέργειας. Απαιτείται νέα τεχνολογία, καθώς και νέοι κανονισμοί και πολιτικές, και έρευνα πάνω σε αυτό τον τομέα που βρίσκεται σε εξέλιξη. Το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο της Ρυθμιστικής Αρχής Ηλεκτρικής Ενέργειας αντιμετωπίζει τα ζητήματα που προκύπτουν σχετικά με τα δικαιώματα των καταναλωτών, την εξισορρόπηση και την ευελιξία του ενεργειακού συστήματος και την ιδιοκτησία, λειτουργία και ανάπτυξη του δικτύου. Σύμφωνα με πρόσφατη μελέτη της Ρυθμιστικής Αρχής, διερευνάται πώς οι κυβερνήσεις και οι ρυθμιστικές αρχές των κρατών μελών μπορούν να διασφαλίσουν ότι οι ενεργειακές κοινότητες προσφέρουν οφέλη για τη λειτουργία των δικτύων ηλεκτρικής ενέργειας, συζητώντας θέματα όπως η συλλογή ενέργειας και τα τιμολόγια δικτύου.

4.9 Οι Πολιτικές και πως επηρεάζουν τον prosumption

Η αναδιατυπωμένη οδηγία για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και η οδηγία για την εσωτερική αγορά στην ηλεκτρική ενέργεια καθορίζει διάφορους τύπους prosumers και θέτει λεπτομερώς τα δικαιώματα και τις υποχρεώσεις για τον καθένα. Το πακέτο πολιτικής «Fit for 55» και, ειδικά, το πρόσφατο σχέδιο REPowerEU επισημαίνει, περαιτέρω, τον ρόλο των prosumers ως βασικός παράγοντας για την επίτευξη των κλιματικών στόχων της Ευρώπης και των ενεργειακών στόχων ασφαλείας. Βασικοί μοχλοί για την διευθέτηση σε εθνικό επίπεδο είναι απλά και σταθερά προγράμματα στήριξης, δίκαια τιμολόγια για την παραγόμενη ενέργεια, σαφείς κανόνες για την ιδιοκατανάλωση και απλές διοικητικές διαδικασίες. Καθώς το ενεργειακό σύστημα καταλαμβάνεται από ένα αυξανόμενο μερίδιο ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, οι πολιτικές της ΕΕ και των εθνικών κυβερνήσεων και οι κανονισμοί πρέπει, επίσης, να προσαρμοστούν. Οι πολιτικές αποτελούν κινητήρια δύναμη για την αύξηση της παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και δίνουν τη δυνατότητα στους πολίτες να συμβάλλουν σε αυτή την εξέλιξη. Οι κανονισμοί της αγοράς θα πρέπει να προσαρμοστούν ώστε να επιτρέψουν στους να αναπτύξουν ελκυστικά επιχειρηματικά μοντέλα, φροντίζοντας παράλληλα τα μοντέλα prosumers να ανταποκρίνονται στις ανάγκες του συστήματος. Είναι μια τεράστια πρόκληση για τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής, καθώς το νέο ενεργειακό σύστημα βρίσκεται ακόμη σε διαδικασία εξέλιξης. Ενώ είναι σαφές ότι το νέο σύστημα θα απελευθερωθεί πλήρως από τον άνθρακα και σε μεγάλο βαθμό θα ολοκληρωθεί σε όλους τους τομείς, δεν είναι ακόμη προφανές πώς θα επιτευχθεί η θεσμοθέτηση του συστήματος, τον τρόπο που θα χρηματοδοτηθούν οι ανανεώσιμες ενεργειακές επενδύσεις, εάν θα αλλάξουν οι μηχανισμοί ρύθμιση τιμής, τον τρόπο που θα χρηματοδοτηθεί το δίκτυο και τον τρόπο που

κατανεμηθούν δίκαια τα κόστη μεταξύ των χρηστών του δικτύου, τα απαραίτητα μέτρα για τη διασφάλιση της σταθερότητας του δικτύου σε ένα πλήρως αποκεντρωμένο σύστημα, τον μηχανισμό που θα δώσει κίνητρα για ευελιξία ζήτησης και προσφοράς. Το ρυθμιστικό πλαίσιο για τους prosumers είναι άρρηκτα συνδεδεμένο με αυτές τις απορίες. Θα πρέπει να επιτευχθεί ισορροπία μεταξύ των αναγκών του συστήματος και της δυνατότητας συμμετοχής των πολιτών στο ενεργειακό σύστημα, που αποτελεί κεντρική προϋπόθεση για την αλλαγή που βρίσκεται σε εξέλιξη.

Το πλαίσιο πολιτικής της ΕΕ καθορίζει την τα δικαιώματα των prosumers, καθιστώντας τους, ολοένα και περισσότερο, βασικούς παράγοντες για την μετάβαση του ενεργειακού συστήματος. Ωστόσο, η υλοποίηση και η ερμηνεία αυτών των κανόνων, διαφέρει για τα κράτη μέλη. Έχουν εντοπιστεί βέλτιστες πρακτικές σε ορισμένες χώρες, τόσο σε εθνικό όσο και σε τοπικό επίπεδο, αλλά απαιτούνται περισσότερες αλλαγές για την αναμόρφωση του κανονισμού λειτουργίας του ενεργειακού συστήματος, με τέτοιο τρόπο ώστε οι prosumers να μπορούν να γίνουν πυλώνες του συστήματος και όχι ένα εξειδικευμένο φαινόμενο. Οι δήμοι είναι, επίσης, βασικοί φορείς για την αύξηση του prosumption.

Επισκόπηση των εμποδίων και των προκλήσεων για τους διάφορους τύπους prosumer			
Εμπόδιο	Μεμονωμένοι prosumers	Συνεταιρισμοί prosumers	MME & Δημόσιοι Οργανισμοί
Νομοθετικό			
Το τρέχον αβέβαιο νομοθετικό πλαίσιο	Οι κανονισμοί για μεμονωμένους prosumers είναι σχετικά καλά αναπτυγμένοι	Οι κανόνισμοί για την παραγωγή ενέργειας από συνεταιρισμούς, π.χ. ενεργειακές κοινότητες, δεν είναι σαφείς σε ορισμένες χώρες	Σχετικά σαφείς κανόνες όταν ενεργούν ως μεμονωμένες οντότητες. Λιγότερο σαφές όταν ενεργούν ως μέρος συνεταιρισμού
Οικονομικό			
Υψηλό κόστος για τον τελικό Καταναλωτή	Εξαρτάται από τη συγκεκριμένη περίπτωση και τους κανονισμούς της χώρας. Δεν έχουν όλα τα μοντέλα prosumers βιώσιμο επιχειρηματικό πλάνο		
Πρόσβαση σε χρηματοδότηση	Επενδύσεις σε τεχνολογίες ΑΠΕ είναι σημαντικές. Ανάλογα με τη χώρα και το οικονομικό πλαίσιο, μπορεί να είναι δύσκολο για τον μεμονωμένο prosumernα λάβει την απαραίτητη χρηματοδότηση	Κάποιες φορές είναι πιο εύκολο οι συνεταιρισμοί να λάβουν την απαραίτητη χρηματοδότηση, αφού το κεφάλαιο μοιράζεται μεταξύ όλων συμμετεχόντων	Κάποιες φορές είναι πιο εύκολο για τις ΜΜΕ και τους δημόσιους οργανισμούς να λάβουν χρηματοδότηση από τα νοικοκυριά, αλλά το απαιτούμενο κεφάλαιο είναι, επίσης, μεγαλύτερο
Τεχνικό			
Δεν υπάρχουν οι απαιτούμενες ενεργειακές υποδομές	Η ιδιοκατανάλωση από Φ/Β συνήθως δεν απαιτεί πρόσθετη υποδομή	Συνήθως, είναι απαραίτητη η ενίσχυση του δικτύου για νέα έργα συνεταιρισμών, π.χ. ανεμογεννήτριες ή ΦΒ επί γης. Αυτό είναι ο κύριος αρνητικός παράγοντας των συνεταιρισμών	Η Ιδιοκατανάλωση από Φ/Β συνήθως δεν απαιτεί πρόσθετη υποδομή
Έλλειψη Γνώσης			
Έλλειψη γνώσης της νομοθεσίας, πολιτικών και τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας	Συχνά, τα νοικοκυριά έχουν λιγότερο εξειδικευμένες γνώσεις	Αφού οι συνεταιρισμοί έχουν πολλά μέλη, έχουν περισσότερη γνώση. Ωστόσο, η νομοθεσία για τους συνεταιρισμούς είναι συνήθως πιο σύνθετη.	Ορισμένες ΜΜΕ και δημόσιοι Οργανισμοί έχουν γνώση της νομοθεσίας και των πολιτικών. Η πρόκληση εδώ είναι ότι η ενέργεια δεν είναι βασική

		Αυτός είναι ο κύριος αρνητικός παράγοντας για τους συνεταιρισμούς	δραστηριότητα των περισσότερων ΜΜΕ και ως εκ τούτου συχνά παραγκωνίζεται
--	--	---	--

Πίνακας 13-Επισκόπηση των εμποδίων και των προκλήσεων για τους διάφορους τύπους prosumer

Τρόπος επίλυσης εμποδίων και προκλήσεων			
Εμπόδιο	Μοντέλο Prosumer	Τρόπος επίλυσης	Υπεύθυνοι Φορείς
Το τρέχον αβέβαιο νομοθετικό πλαίσιο	Κυρίως συνεταιρισμοί	Σωστός ορισμός της νομικής μορφής του μοντέλου Prosumer και των δικαιωμάτων Prosumer στη νομοθεσία	ΕΕ Εθνικές Κυβερνήσεις
Υψηλό κόστος για τον τελικό Καταναλωτή	σε όλα τα μοντέλα prosumer	Σχέδια στήριξης ή επιχορηγήσεις	ΕΕ Εθνικές Κυβερνήσεις Τοπική Αυτοδιοίκηση
Πρόσβαση σε χρηματοδότηση	Κυρίως σε μεμονωμένους prosumer	Σχέδια στήριξης ή επιχορηγήσεις	Εθνικές Κυβερνήσεις Τοπική Αυτοδιοίκηση Τράπεζες// Χρηματοπιστωτικά Ιδρύματα
Έλλειψη ενεργειακής Υποδομής	Κυρίως συνεταιρισμοί	Έγκαιρες ενισχύσεις δικτύου	Διαχειριστές Δικτύου Εθνικές Κυβερνήσεις
Έλλειψη γνώσης της Νομοθεσίας και των πολιτικών	σε όλα τα μοντέλα prosumer	Εκστρατείες Ενημέρωσης, νέοι ρόλοι στην αγορά για συντονιστές και παρόχους υπηρεσιών	Εθνικές Κυβερνήσεις Τοπική Αυτοδιοίκηση
Έλλειψη γνώσης τεχνολογιών ΑΠΕ	σε όλα τα μοντέλα prosumer	Εκστρατείες Ενημέρωσης, νέοι ρόλοι στην αγορά για συντονιστές και παρόχους υπηρεσιών	Εθνικές Κυβερνήσεις Τοπική Αυτοδιοίκηση Μη κυβερνητικοί Οργανισμοί

Πίνακας 14-Τρόποι επίλυσης εμποδίων και προκλήσεων

4.10 Η πολιτική της Ε.Ε για το prosumption

Στο πακέτο δράσης «Καθαρή ενέργεια για όλους τους Ευρωπαίους» του 2016, οι νομοθέτες της Ε.Ε ενίσχυσαν ουσιαστικά τα δικαιώματα των καταναλωτών ενέργειας, συμπεριλαμβανομένου του δικαιώματος να γίνει κάποιος Prosumer. Για πρώτη φορά, η αναθεωρημένη εσωτερική αγορά στην Οδηγία για την ηλεκτρική ενέργεια (ΕΕ, 2019) όρισε τις 'ενεργειακές κοινότητες των πολιτών', ενώ η αναδιατυπωμένη οδηγία για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΕΕ, 2018β) δεσμεύτηκε ότι δεν θα γίνουν διακρίσεις όσον αφορά την πρόσβαση στα προγράμματα υποστήριξης για τους 'ιδιοκαταναλωτές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας' και τις 'κοινότητες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας'. Ο ρόλος των Prosumers τονίστηκε, επίσης, στο πακέτο δράσης 'Fit for 55', που πρότεινε η Ευρωπαϊκή Επιτροπή τον Ιούλιο του 2021 για την υλοποίηση του στόχου της ΕΕ ώστε να αυξηθεί το ποσοστό μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (GHG) έως το 2030, και τις ενεργειακές κοινότητες εμφανίζεται (ΕΕ, 2021a). Για παράδειγμα, η προτεινόμενη τροποποίηση της οδηγίας της Ενεργειακής Αποδοτικότητας ορίζει ότι «τα κράτη μέλη θα πρέπει να εξετάσουν και να προωθήσουν τον ρόλο των κοινοτήτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και τις ενεργειακές κοινότητες των πολιτών» (ΕΕ, 2021b). Ομοίως, παραπομπές σε ενεργειακές κοινότητες και ιδιοκαταναλωτές εμφανίζονται στην προτεινόμενη τροποποιημένη Οδηγία των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΕΚ, 2021γ).

Η πιο φιλόδοξη και λεπτομερής πρόταση μέχρι σήμερα για την ενίσχυση του prosumption σε επίπεδο ΕΕ, έγινε τον Μάιο του 2022. Ως απάντηση στην εισβολή στην Ουκρανία, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή πρότεινε το σχέδιο REPowerEU (ΕΕ, 2022c), με στόχο τον τερματισμό της εξάρτησης της ΕΕ από τα ρωσικά ορυκτά καύσιμα, αντιμετωπίζοντας την κλιματική κρίση. Μεταξύ άλλων μέτρων, το REPowerEU βασίζεται στην Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία, κάνοντας την ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας κεντρικό μέρος της προσπάθειας και προτείνοντας την αύξηση του στόχου της ΕΕ για το 2030 στο 45%, για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στο σύνολο της ενέργειας που καταναλώνεται. Υπάρχουν τρεις κύριες πτυχές του REPowerEU που έχουν άμεσο αντίκτυπο στους prosumers:

1. **Πρωτοβουλία για ηλιακές στέγες.** Ο πυρήνας αυτής της πρωτοβουλίας είναι η προτεινόμενη σταδιακή νομική υποχρέωση εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών στα νέα κτίρια. Τα νέα μεγάλα (>250m²) εμπορικά και δημόσια κτίρια θα πρέπει να συμμορφώνονται με την υποχρέωση αυτή έως το 2026, και τα υφιστάμενα έως το 2027. Τα νέα κτίρια κατοικίας θα πρέπει να συμμορφωθούν με αυτή την υποχρέωση έως το 2029. Η πρωτοβουλία περιορίζει, επίσης, τον χρόνο που απαιτείται για την απόκτηση αδειοδότησης για εγκαταστάσεις ηλιακών στέγης στους 3 μήνες.
2. **Κίνητρα.** Το REPowerEU αναγνωρίζει ότι «το πλήρες δυναμικό της ηλιακής ενέργειας για την ΕΕ μπορεί να αξιοποιηθεί μόνο εάν παρέχονται στους πολίτες και τις κοινότητες τα κατάλληλα κίνητρα για να γίνουν prosumers». Τα κράτη μέλη είναι υποχρεωμένα να θεσπίσουν κατάλληλα κίνητρα και να προσαρμόσουν τις διοικητικές απαιτήσεις για την διευκόλυνση του prosumption, συμπεριλαμβανομένου και της παροχής υπηρεσιών ενιαίας εξυπηρέτησης ολοκληρωμένης πληροφόρησης και υποστήριξης. Θα πρέπει, επίσης, να επιτρέπει η ανάπτυξη των τοπικών αγορών ενέργειας και η αποφυγή των διακρίσεων που αφορά την ιδιοκατανάλωση και την ανταλλαγή ενέργειας PtoP, συμπεριλαμβανομένων αυτών σε πολυκατοικίες. Η ΕΕ θα συνεργαστεί με τα κράτη μέλη για τη δημιουργία μίας τουλάχιστον ενεργειακής κοινότητας με βάση τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σε κάθε μεγάλο δήμο έως το 2025.
3. **Ενσωμάτωση της θέρμανσης και της αποθήκευσης.** Τα κράτη μέλη θα δημιουργήσουν ισχυρά πλαίσια στήριξης που ενσωματώνουν τις ηλιακές

εγκαταστάσεις στέγης με αποθήκευση ενέργειας και αντλίες θερμότητας. Επιπλέον, το REPowerEU προτείνει τον διπλασιασμό του ρυθμού ανάπτυξης των αντλιών θερμότητας, φθάνοντας στα 10 εκατομμύρια μονάδες τα επόμενα 5 χρόνια. Επίσης, δίνει λύση για την έλλειψη δεξιοτήτων και εκπαιδευμένου εργατικού δυναμικού, το οποίο ασχολείται με την ολοκλήρωση και την ευρύτερη ανάπτυξη των έργων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Ακόμη δεν είναι σίγουρο ότι όλα τα μέτρα του REPowerEU θα καταφέρουν να φτάσουν στην τελική νομοθετική διαδικασία ή πώς θα μεταφραστούν σε συγκεκριμένες ενέργειες. Ανάλογα με τον τρόπο μεταφοράς τους και εφαρμογής τους από τα κράτη μέλη, τα μέτρα αυτά έχουν την δυνατότητα να αυξήσουν σημαντικά τον αριθμό των prosumers και να ενισχύσουν τον ρόλο τους, όχι μόνο στην απεξάρτηση της ενέργειας από τον άνθρακα αλλά και στην ενίσχυση της ενεργειακής κυριαρχίας της ΕΕ.

4.11 Η Ενίσχυση του Prosumption από τις Εθνικές Κυβερνήσεις

Με την υιοθέτηση του πακέτου δράσης ‘Καθαρής ενέργειας για όλους τους Ευρωπαίους’, η ΕΕ υποχρέωσε τα κράτη μέλη να κατοχυρώσουν τα δικαιώματα των ιδιοκαταναλωτών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο εθνικό δίκαιο και να υποστηρίξουν ενεργά τους prosumers και τις ενεργειακές κοινότητες. Με αυτή την απόφαση, η ΕΕ αποκρίθηκε σε αποκλίνοντα ρυθμιστικά πλαίσια σε επίπεδο κρατών μελών, πολλά από τα οποία δεν υπολογίζουν ακόμη τους Prosumers και τις ενεργειακές κοινότητες, στο πλαίσιο της ενεργειακής τους αγοράς. Η διαδικασία μεταφοράς των κανόνων της ΕΕ στην εθνική νομοθεσία δεν είναι ασήμαντη. Η εφαρμογή δεν είναι απλώς θέμα μεταφοράς των κανόνων της ΕΕ: απαιτεί περαιτέρω ορισμούς και λειτουργικότητα σε σχέση με το είδος των οντοτήτων ή των επιχειρηματικών μοντέλων που πληρούν τις προϋποθέσεις των prosumers και των ενεργειακών κοινοτήτων και σε σχέση με την δίκαια αντιμετώπιση και την ενεργή στήριξη. Μέχρι σήμερα, η μεταφορά είναι ακόμη ημιτελής, και ορισμένα κράτη μέλη το έχουν αντιμετωπίσει με επιφανειακό τρόπο, χωρίς ορισμούς και διευκρινίσεις των βασικών εννοιών (CAN Europe, 2022). Το REPowerEU προσπαθεί να υπερνικήσει ορισμένες από αυτές τις ελλείψεις, ενθαρρύνοντας τα κράτη μέλη να εφαρμόσουν πλήρως την ισχύουσα νομοθεσία της ΕΕ και προτείνοντας νέα μέτρα. Είναι σημαντικό, οι χώρες να πάρουν μαθήματα από τις εμπειρίες άλλων χωρών και έτσι να καθοδηγήσουν την δική τους πρόοδο. Ακολουθούν μερικά παραδείγματα από διάφορα κράτη μέλη.

Το εθνικό ρυθμιστικό πλαίσιο που διέπει τη σχέση των prosumers και του δικτύου και ρυθμίζει τα αυξανόμενα ποικίλα επιχειρηματικά μοντέλα prosumers. Κατά τον καθορισμό των κανόνων του καθεστώτος στήριξης, οι εθνικές κυβερνήσεις καθορίζουν πόσο δύσκολο ή εύκολο είναι για τους μεμονωμένους και τους συνεταιρισμούς prosumers να επενδύσουν σε ενεργειακές εγκαταστάσεις ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Τα προγράμματα feed-in-tariffs παραμένουν ένα βασικό κίνητρο για τους prosumers σε πολλά κράτη μέλη, ιδίως για μεμονωμένους prosumers που επενδύουν σε μικρά φωτοβολταϊκά συστήματα. Σε χώρες όπου δεν εφαρμόζουν την πολιτική feed-in-tariffs, οι ρυθμιστικές αρχές θα πρέπει να εγγυηθούν ότι οι prosumers θα λάβουν τουλάχιστον την τιμή αγοράς για την ηλεκτρική ενέργεια που εξάγουν στο δίκτυο. Τέτοια παραδείγματα είναι η Ισπανία και το Ηνωμένο Βασίλειο.

Ένας βασικός παράγοντας που επιτρέπει ή εμποδίζει το prosumption είναι η περιπλοκότητα της νομοθεσίας. Όπως δείχνει η μελέτη περίπτωσης της Som Energía, τα έργα μεγαλύτερων εγκαταστάσεων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας απαιτούν σημαντικό αριθμό επαγγελματιών και διοικητική συμβολή, αυξάνοντας τις απαιτήσεις για τις ενεργειακές κοινότητες που σκοπεύουν να επενδύσουν. Για την αντιμετώπιση αυτού του ζητήματος, η Ιρλανδική κυβέρνηση δημιούργησε ένα ξεχωριστό πρόγραμμα στήριξης αποκλειστικά τα έργα ενεργειακών κοινοτήτων. Σύμφωνα με την Αρχή Αειφόρου Ενέργειας της Ιρλανδίας, το 2021,

για να είναι επιλέξιμα τα έργα θα πρέπει να ανήκουν 100% σε μια κοινότητα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και τα μέλη θα πρέπει ζουν κοντά στο έργο. Η γερμανική κυβέρνηση εισήγαγε, επίσης, μια προνομιακή μεταχείριση ενεργειακών κοινοτήτων σε διαγωνισμούς για αιολικά έργα το 2017. Ωστόσο, ο κανόνας αυτός θα πρέπει να αναθεωρηθεί για την αντιμετώπιση της κακής χρήσης από εμπορικές οντότητες που ονομάζονται ενεργειακές κοινότητες. Σύμφωνα με τον ορισμό της «ενέργειας των πολιτών», ο Γερμανικός νόμος για τις ΑΠΕ αναφέρει τα δικαιώματα ψήφου, το 51% των οποίων χρειάζεται να προέρχονται από άτομα που ζουν κοντά στο έργο. Ωστόσο, δεν θέτει οποιονδήποτε περιορισμό στην προέλευση του επενδυτικού κεφαλαίου, επιτρέποντας σε μεγαλύτερες εταιρείες να επαναπροσδιοριστούν ως ενεργειακά έργα πολιτών.

Όπως τονίζεται στο σχέδιο REPowerEU, η κανονιστική πολυπλοκότητα που συνδέεται με την αδειοδότηση, την διασύνδεση του δικτύου και τις διοικητικές διαδικασίες, γενικά, μπορούν να αποτελέσουν εμπόδιο για μικρότερα έργα, για παράδειγμα στην κοινή χρήση ενέργειας ή στα έργα peer-to-peer.

Ένα άλλο κεντρικό στοιχείο που καθορίζει εάν ένα επιχειρηματικό μοντέλο prosumer είναι οικονομικά βιώσιμο ή όχι είναι οι κανονισμοί που διέπουν τις χρεώσεις δικτύου, τις προσαυξήσεις και τους φόρους στην ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνεται και διακινείται τοπικά. Η μελέτη περίπτωσης στη Σλοβενία δείχνει πώς οι περιορισμοί στην κοινή χρήση ενέργειας που παράγεται συλλογικά στο τοπικό δίκτυο μπορεί να εμποδίσει τις τοπικές πρωτοβουλίες να αναπτυχθούν πέρα από ένα ορισμένο μέγεθος. Για εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών, η τεχνολογία του κεντρικού prosumer στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας, το κόστος παραγωγής των μικρών και μεσαίου μεγέθους μονάδων τείνουν να είναι χαμηλότερες από την τιμή λιανικής ενέργειας, καθιστώντας επικερδή την αντικατάσταση της ηλεκτρικής ενέργειας που βασίζεται στο δίκτυο με την ιδιοκατανάλωση. Ωστόσο, λειτουργεί μόνο εάν οι prosumers εξαιρούνται από το σύνολο ή τουλάχιστον ένα μερίδιο των χρεώσεων του δικτύου, τα τέλη και τους φόρους που αποτελούν τη μερίδα του λέοντος στις τιμές ενέργειας της αγοράς σε πολλά κράτη μέλη. Αυτό συμβαίνει στην Γερμανία για ιδιοκατανάλωση σε εγκαταστάσεις έως 30KWp(κιλοβάτ αιχμής), αλλά ισχύει μόνο όταν ο ιδιοκτήτης της μονάδας και ο καταναλωτής ηλεκτρικής ενέργειας είναι το ίδιο πρόσωπο. Για Φ/Β εγκαταστάσεις σε πολυκατοικίες, ο Γερμανικός νόμος ΑΠΕ έχει διαφορετικό μηχανισμό στήριξης. Όταν τα μοντέλα prosumer αρχίζουν να κατέχουν σημαντικό μερίδιο της συνολικής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, τέτοιες εξαιρέσεις μπορεί να έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση της επιβάρυνσης των τελών και χρεώσεων για μη prosumers, που αποτελεί βασική γραμμή για τους φορείς χάραξης πολιτικής που θα πρέπει να αντιμετωπίσουν όταν έχουν ένα αποκεντρωμένο ενεργειακό σύστημα.

Όσον αφορά την παραγωγή θερμότητας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, το ρυθμιστικό πλαίσιο έχει, επίσης, ένα αντίκτυπο κλειδί στην οικονομική βιωσιμότητα. Για παράδειγμα, τα εθνικά καθεστώτα τιμολόγησης για τα ορυκτά καύσιμα, που χρησιμοποιούνται στους τομείς θέρμανσης σε Γαλλία, Γερμανία, Σουηδία και Ελβετία. Η τιμή του άνθρακα βελτιώνει τη βιωσιμότητα εναλλακτικών λύσεων θέρμανσης χαμηλών εκπομπών άνθρακα όπως η αντλία θερμότητας. Η πρόταση της ΕΕ για εισαγωγή εμπορίας εκπομπών στους τομείς των μεταφορών και των κτιρίων σε ολόκληρη την ΕΕ, θα επεκτείνει τις επιπτώσεις στην ΕΕ στο σύνολό της.

Εκτός από τη δημιουργία ίσων όρων ανταγωνισμού για τους prosumers και τις ενεργειακές κοινότητες και για τους εμπορικούς επενδυτές στο ενεργειακό σύστημα, η ΕΕ υποχρεώνει πλέον τις κυβερνήσεις να υποστηρίζουν ενεργά αυτές τις πρωτοβουλίες μέσω ενός πλαισίου ενεργοποίησης. Η οικονομική στήριξη μπορεί να λάβει τη μορφή επιχορηγήσεων στη φάση ανάπτυξης του έργου, όπως στο έργο Schoonschip στο Άμστερνταμ και το έργο Compile στο Luce, ή οι κυβερνήσεις μπορούν να παρέχουν επιχορηγήσεις για μεγάλες επενδύσεις, όπως για

παράδειγμα στην Ελλάδα ή δάνεια, όπως στη μελέτη περίπτωσης Hvide Sande. Η Σκωτία δημιούργησε ένα πρόγραμμα επιχορηγήσεων και δανείων που ονομάζεται «Σχέδιο Κοινοτήτων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας» για την στήριξη των κοινοτικών ενεργειακών έργων. Κοινότητες και θρησκευτικές ομάδες, σύλλογοι νοικοκυριών, τοπικές αρχές, εθνικές και περιφερειακές μη κερδοσκοπικές οργανώσεις και οι αγροτικές ΜΜΕ είναι επιλέξιμες. Επιπλέον, το πρόγραμμα δανείων για την ενέργεια των σπιτιών της Σκωτίας παρέχει δάνεια σε ιδιοκτήτες κατοικιών και ιδιοκτήτες ιδιωτικού τομέα για βελτιώσεις κατοικιών, που περιλαμβάνουν συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, συνδέσεις με τηλεθέρμανση με ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και συστήματα αποθήκευσης ενέργειας.

Οι κυβερνήσεις έχουν την δυνατότητα να δημιουργήσουν προσωρινές ρυθμιστικές εξαιρέσεις για καινοτόμες προσεγγίσεις. Στην περίπτωση Schoonschip, μια εξαίρεση επέτρεψε στην κοινότητα να λειτουργήσει ένα νησιωτικό δίκτυο, και στο Luce, μια εξαίρεση επιτρέπει την κοινή χρήση ενέργειας. Μερικές κυβερνήσεις επιλέγουν, επίσης, προγράμματα στήριξης που είναι αποκλειστικά για ενεργειακές κοινότητες. Ένα παράδειγμα είναι το συλλογικό σύστημα εικονικής μέτρησης δικτύου στην Ελλάδα και το Ιρλανδικό πρόγραμμα διαγωνισμών για έργα κοινοτήτων. Ένα άλλο παράδειγμα είναι το Ολλανδικό μοντέλο «Postcodegoos» που στηρίζει την κατανάλωση ενέργειας από Φ/Β εντός μιας περιοχής μέσω έκπτωσης φόρου ανά κιλοβατώρα, αλλά μόνο εάν η επένδυση γίνει από συνεταιρισμό.

Τέλος, τα μοντέλα prosumers αντιμετωπίζουν μια σειρά ρυθμιστικών εμποδίων, τα οποία είναι ανεξάρτητα από τον κανονισμό λειτουργίας της αγοράς ενέργειας. Για παράδειγμα, πολλές οργανώσεις νοικοκυριών στη Γερμανία δεν εγκατέστησαν φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις στις πολυκατοικίες τους, επειδή φοβήθηκαν ότι θα χάσουν την απαλλαγή από τον φόρο προστιθέμενης αξίας για υπηρεσίες στέγασης από τα κέρδη για δραστηριότητα που δεν σχετίζεται με τη στέγαση, το εμπόδιο υπερνικήθηκε με μια αλλαγή στον φορολογικό κώδικα.

Όλα τα κράτη μέλη αντιμετωπίζουν παρόμοιες προκλήσεις και, αν και οι εθνικοί κανονισμοί πρέπει να προσαρμοστούν στις εθνικές συνθήκες, ένα πιο εναρμονισμένο πλαίσιο σε ολόκληρη την ΕΕ, θα βοηθούσε στη διάδοση πολλά υποσχόμενων μοντέλων πέρα από τα εθνικά σύνορα και στην ανάπτυξη διασυνοριακών έργων.

4.12 Ο ρόλος του Prosumer σε ένα βιώσιμο ενεργειακό σύστημα

Το ενεργειακό σύστημα θα συνεχίσει να εξελίσσεται στα επόμενα χρόνια και δεκαετίες, καθώς όλες οι χώρες θα μεταβούν σε ένα πλήρως βιώσιμο ενεργειακό σύστημα. Όπως πολλές πρωτοβουλίες προώθησης σε ολόκληρη την ΕΕ δείχνουν, οι Prosumers μπορούν να διαδραματίσουν βασικό ρόλο σε αυτή την εξέλιξη. Απαιτείται ένα πλαίσιο πολιτικής στήριξης σε όλες τις χώρες και συνεχείς προσπάθειες για να αυξηθεί η κατανόηση μας για τις διάφορες μορφές presumption.

Υπό τις κατάλληλες συνθήκες, η μετάβαση στο ενεργειακό σύστημα που είναι απαλλαγμένο από τον άνθρακα, θα επιτρέψει σε μεγάλο αριθμό πολιτών της Ευρώπης να συμμετέχουν ενεργά σε αυτές τις εξελίξεις, περισσότερους σε σύγκριση με το ενεργειακό σύστημα που βασίζεται στα ορυκτά καύσιμα. Οι πολίτες μπορούν πλέον να παράγουν τη δική τους ενέργεια και να παρέχουν υπηρεσίες αποθήκευσης ενέργειας ή ευελιξίας ζήτησης στο ευρύτερο ενεργειακό σύστημα, και με αυτό τον τρόπο γίνονται πιο αυτόνομοι, μειώνοντας το αποτύπωμα CO² και σε πολλές περιπτώσεις μειώνουν τα ενεργειακά τους κόστη. Επιπλέον, η έρευνα δείχνει ότι τα πιθανά οφέλη του Prosumption υπερβαίνουν τα οικονομικά και των κλιματικών επιπτώσεων. Έργα Prosumers, κυρίως με τη μορφή ενεργειακών συνεταιρισμών, δημιουργούν, επίσης, κοινωνικά οφέλη. Αποτελεί ένα μέσο ώστε να εμπλακούν οι άνθρωποι με την τοπική κοινότητα, και να συνεισφέρουν ενεργά και να επωφεληθούν από τη εξελισσόμενη ενεργειακή μετάβαση.

Οι κυβερνητική πολιτική σε όλα τα επίπεδα, ΕΕ, εθνικό και τοπικό, διαδραματίζει το πιο κρίσιμο ρόλο σε αυτή την εξέλιξη. Απαιτείται ένα πλαίσιο μέσα στο οποίο τα έργα Prosumers υλοποιούνται αποτελεσματικά και να προσφέρουν αξία, τόσο για τους επενδυτές όσο και για το ενεργειακό σύστημα συνολικά. Οι πολιτικές της ΕΕ έχουν προσαρμοστεί με τα χρόνια σε αυτές τις εξελίξεις και το ίδιο μπορεί να συμβεί με τις πολιτικές σε πολλές χώρες. Ωστόσο, υπάρχει περιθώριο βελτίωσης σε ορισμένες χώρες και ανάγκη συνεχούς ενημέρωσης της προσέγγισης σε όλες τις χώρες, καθώς οι τεχνολογίες και τα επιχειρηματικά μοντέλα συνεχώς βελτιώνονται, και το ποσοστό της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές αυξάνεται συνεχώς και η ενεργειακή ζήτηση αλλάζει με την πάροδο του χρόνου.

Οι πολίτες έχουν πληθώρα επιλογών ώστε να λάβουν μέρος και να μετατραπούν σε Prosumers. Υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τύποι Prosumers, με διάφορες οργανωτικές και νομικές μορφές, τεχνολογίες, επιχειρηματικά μοντέλα, κ.λπ. Τα έργα Prosumers μπορεί να είναι μικρά, σε επίπεδο μόνο ενός νοικοκυριού, ή μεγάλα, όπως Som Energía με περισσότερα από 70.000 μέλη, ή κάτι ανάμεσα σε αυτά τα δύο. Μπορούν να παράγουν ρεύμα από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) ή θερμότητα ή και τα δύο. Αφού όλες οι μορφές έχουν και πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, φαίνεται ότι η ποικιλομορφία θα είναι το βασικό στοιχείο του μελλοντικού ενεργειακού συστήματος. Για τις περισσότερες χώρες, είναι μεγάλη αλλαγή σε σύγκριση με το ενεργειακό σύστημα του παρελθόντος, το οποίο βασιζόταν σε μεγάλο βαθμό σε εργοστάσια ηλεκτροπαραγωγής, ιδιοκτησίας και λειτουργίας κοινής ωφέλειας, ορυκτά καύσιμα για θέρμανση και διυλιστήρια για καύσιμα αυτοκινήτων.

Η μεγάλη ποικιλία μοντέλων Prosumers δημιουργεί προκλήσεις για τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής, καθώς είναι πιο εύκολο να αναπτυχθούν αποτελεσματικές πολιτικές για περιορισμένο αριθμό καθορισμένων μοντέλων παρά για ευρύ φάσμα επιλογών. Επίσης, αποτελεί εμπόδιο για την παρακολούθηση της εξέλιξης και για τη συλλογή δεδομένων. Όσο το prosumption εξελίσσεται από μια εξειδικευμένη λύση στο βασικό πρότυπο, μπορεί να αλλάξει τις βασικές αρχές του κανονισμού λειτουργίας του ενεργειακού συστήματος, ιδίως του συμβατικού μοντέλου κοινής ωφέλειας και του παραδοσιακού μηχανισμού χρηματοδότησης δικτύου. Από την άλλη μεριά, οι λύσεις Prosumers είναι δυνατόν να συμβάλουν στην ενεργειακή μετάβαση, για παράδειγμα με μόχλευση ιδιωτικών κεφαλαίων και διαμορφώνοντας την ζήτηση προσαρμόζοντας την στην κυμαινόμενη παραγωγή ΑΠΕ. Κατά τον σχεδιασμό της στήριξης και των προϋποθέσεων πλαισίου για τα μοντέλα Prosumers, οι ρυθμιστικές αρχές πρέπει να λάβουν υπόψη τα αποτελέσματα σε ολόκληρο το σύστημα και να δοθούν κίνητρα στους Prosumers, ώστε να ανταποκριθούν στις ανάγκες του συστήματος, διατηρώντας αρκετά απλούς τους κανόνες για ταχεία ανάπτυξη.

Το Prosumption είναι σε εξέλιξη, οι τεχνολογίες βελτιώνονται, το κόστος μειώνεται και πολλές πολιτικές και κανονισμοί προσαρμόζονται. Έχει γίνει τάση το να γίνονται Prosumer σε πολλές χώρες. Παρά τις αυξανόμενες ευκαιρίες για τους πολίτες να γίνουν Prosumers, ο ρόλος των επιχειρήσεων κοινής ωφέλειας και άλλων εταιρειών στην παραγωγή και την ανάπτυξη των ΑΠΕ παραμένει σημαντικός. Μπορούν να αναπτύξουν έργα μεγάλης κλίμακας με χαμηλό κόστος ανά ενεργειακή μονάδα, το οποίο είναι το κλειδί για την επίτευξη των μελλοντικών κλιματικών στόχων αποδοτικά. Οι κλιματικοί στόχοι είναι πολύ φιλόδοξοι και κάθε συνεισφορά είναι απαραίτητη για την εκπλήρωσή τους.

4.13 Περαιτέρω ενέργειες και έρευνα

Ακολουθεί μια σειρά από συστάσεις για περαιτέρω ενέργειες από τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής και τα ενδιαφερόμενα μέρη με βάση την βιβλιογραφία [6]. Τα αποτελέσματα αυτών των ενεργειών μπορούν να τροφοδοτούν το πλαίσιο πολιτικής της ΕΕ αλλά και των κρατών μελών.

Πρώτον, συνιστάται ότι οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής θα πρέπει να διασφαλίζουν την αποτελεσματική εφαρμογή των πολιτικών της ΕΕ που σχετίζονται με τους Prosumers, συμπεριλαμβανομένων των υφιστάμενων διατάξεων που απορρέουν από το πακέτο δράσης 'Καθαρή ενέργεια για όλους τους Ευρωπαίους' και όσων έχουν προταθεί στην πρόσφατη προτεινόμενη ανακοίνωση REPowerEU. Αυτό συνεπάγεται όχι μόνο μείωση των ρυθμιστικών φραγμών που εμποδίζουν τους πολίτες από το να γίνουν Prosumers, αλλά και εφαρμογή σταθερών πολιτικών στήριξης και προστασίας των εΦυάλωτων και χαμηλών εισοδημάτων νοικοκυριών, που δεν έχουν τα μέσα να γίνουν Prosumers, από αρνητικές οικονομικές επιπτώσεις. Οι κυβερνήσεις παρέχουν μελλοντικές λύσεις Prosumers αναπτύσσοντας τεχνολογίες κλειδί, όπως οι έξυπνοι μετρητές, και καθορίζοντας νέους ρόλους στην αγορά για τους Prosumers και για τους φορείς όπως οι συλλέκτες ενέργειας. Επίσης, εξασφαλίζουν δίκαιη πρόσβαση στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, συμπεριλαμβανομένου ενός μηχανισμού, βασισμένου στην αγορά, που θα δίνει ευέλικτα κίνητρα. Η αποτελεσματική τιμολόγηση του άνθρακα σε όλους τους ενεργειακούς τομείς είναι μια ακόμη βασική προϋπόθεση που θα επιτρέψει το prosumption με βάση τις ΑΠΕ να ανταγωνιστεί τα ορυκτά καύσιμα. Οι περιφερειακοί φορείς και οι δήμοι μπορούν να στηρίξουν τις ενεργειακές κοινότητες και να διευκολύνουν την συνιδιοκτησία των περιουσιακών στοιχείων παραγωγής και μεταφοράς, από περιφερειακές φορείς κοινής ωφέλειας, ενεργειακούς συνεταιρισμούς, τράπεζες και ΜΜΕ.

Συνιστάται, επίσης, η συνέχιση της ανάπτυξης των γνώσεων για τις διάφορες πτυχές του prosumption στην Ευρώπη. Δηλαδή την αύξηση των γνώσεων για:

- τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των διαφόρων τύπων Prosumers σε ποικίλες καταστάσεις, σχετικά με όλες τις πτυχές (κοινωνικές επιπτώσεις, περιβαλλοντικές επιπτώσεις, κόστος ενέργειας και ενίσχυση δικτύου, κ.λπ.)
- αποτελεσματικές πολιτικές, οργανωτικά μοντέλα και επιχειρηματικά μοντέλα για δεδομένη περίπτωση
- τις ευρύτερες επιπτώσεις του prosumption στο ενεργειακό σύστημα και τα μέσα βελτιστοποίησης αυτών των επιπτώσεων (μέσω περαιτέρω καινοτομιών, βελτίωση της απόδοσης του συστήματος ώστε να μειωθεί η ανάγκη επενδύσεων στο δίκτυο και να αυξηθεί η προστιθέμενη αξία της εξισορρόπησης του συστήματος, ΤΠΕ και λύσεις ψηφιοποίησης για τη βέλτιστη διαχείριση της αποθήκευσης ενέργειας και της ζήτησης ευελιξίας, κ.λπ.)
- τη μελλοντική συμβολή των Prosumers στο ενεργειακό σύστημα, λαμβάνοντας υπόψη τα οφέλη και το κόστος των έργων των Prosumers αλλά και των επιχειρήσεων κοινής ωφέλειας και άλλων εταιρειών.
- τους μηχανισμούς για τη διασφάλιση της δίκαιης κατανομής του κόστους και των οφελών του prosumption, για την προστασία των πολιτών με χαμηλά εισοδήματα.

Η παρακολούθηση του prosumption θα πρέπει να αναπτυχθεί και να εφαρμοστεί για την επαρκή παρακολούθηση της προόδου και τον εντοπισμό των βασικών επιπτώσεων στην κοινωνία. Αυτό απαιτεί σαφείς ορισμούς σχετικά με τι θα πρέπει να παρακολουθηθεί (μετρήσεις) και παρακολούθηση και υποχρέωση υποβολής εκθέσεων σε επίπεδο κράτους μέλους. Ως εκ τούτου, οι διατάξεις του Κανονισμού Διακυβέρνησης (ΕΕ, 2018α) σχετικά την έκθεση των Prosumers, θα πρέπει να λειτουργούν μόνο με βάση τα σχέδια παρακολούθησης των κρατών μελών. Θα πρέπει τα κράτη μέλη να αναπτύξουν περαιτέρω σχέδια παρακολούθησης, τα οποία να είναι αρκετά λεπτομερή και περιεκτικά ώστε να αυξηθεί αποτελεσματικά η γνώση όλων των πτυχών του prosumption. Αυτό είναι ένα απαραίτητο βήμα για την ανάπτυξη δίκαιων και αποτελεσματικών πολιτικών και μέτρα που προάγουν το

prosumption, ελαχιστοποιώντας τις αρνητικές επιπτώσεις και μεγιστοποιώντας τα οφέλη για το ενεργειακό σύστημα και την κοινωνία.

Όλοι οι ενδιαφερόμενοι φορείς θα πρέπει να στηρίξουν τους πολίτες που θέλουν να γίνουν Prosumers παρέχοντας τους την κατάλληλη πληροφόρηση. Οι κυβερνήσεις, οι επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται σε αυτόν τον τομέα, μη κυβερνητικές οργανώσεις και οι ενώσεις μπορούν να βοηθήσουν παρέχοντας συγκεκριμένες πληροφορίες σχετικά με τους Prosumers, όσον αφορά μια συγκεκριμένη χώρα ή περιοχή. Τέτοια παραδείγματα αποτελούν τα εγχειρίδια Prosumers και οι ιστοσελίδες που αναλύουν τις σχετικές πολιτικές, τους κανονισμούς και τις επιλογές χρηματοδότησης και παρέχουν παράδειγμα βέλτιστης πρακτικής.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- [1] Wilfried van Sark, Wouter Schram, Ioannis Lampropoulos, '**Prosumer Policy Advisory Paper The Netherlands**', 2020
- [2] Nick Jenkins, Chao Long*, Jianzhong Wu, '**Research, An Overview of the Smart Grid in Great Britain**', 2015
- [3] Francesco Tornieri, Reihana Mohideen, Martin Thompson, '**Meet the Energy Prosumer**', Asian Development Blog, Asian Development Bank, November 2017
- [4] Mohamed Lotfi, Cláudio Monteiro, Miadreza Shafie-khah, João P. S. Catalão, Evolution of Demand Response: '**A Historical Analysis of Legislation and Research Trends**', 2018 Twentieth International Middle East Power Systems Conference (MEPCON), Cairo University, Egypt
- [5] Anak Agung Gde Agung, Rini Handayani, '**Blockchain for smart grid, Journal of King Saud University**' –Computer and Information Sciences, 2020
- [6] '**Energy prosumers in Europe Citizen participation in the energy transition**', EEA Report No 01/2022, Publications Office of the European Union, 2022
- [7] W.N. Silva, L.F. Henrique, A.F.P. Silva , B.H. Dias , T.A. Soares, '**Market models and optimization techniques to support the decision-making on demand response for prosumers**', Electric Power Systems Research 210 (2022)
- [8] W.N. Silva, L.F. Henrique, A.F.P. da C. Silva, B.H. Dias , T.A. Soares, '**Market models and optimization techniques to support the decision-making on demand response for prosumers**', Electric Power Systems Research, 2022
- [9] Amir Esmaeili Nezhad, Moein Moeini-Aghtaie, Sara Ostovar, '**Demand Response Application for Residential Prosumers Using Stochastic Optimization**', 2021 IEEE
- [10] Nafis Irtija , Fisayo Sangoleye, Eirini Eleni Tsiropoulou, '**Contract-Theoretic Demand Response Management in Smart Grid Systems**', IEEE 2020
- [11] ECRB, '**Prosumers in the Energy Community Legal and regulatory framework for support and treatment of small-scale generators Special focus on solar photovoltaic (PV) systems connected to the distribution network**', March 2020
- [12] Jesús Rodríguez-Molina, Margarita Martínez-Núñez, José-Fernán Martínez and Waldo Pérez-Aguilar, '**Business Models in the Smart Grid: Challenges, Opportunities and Proposals for Prosumer Profitability**', energies ISSN 1996-1073 www.mdpi.com/journal/energies
- [13] A.J. Dinusha Rathnayaka, Vidyasagar M. Potdar, Omar Hussain, Tharam Dillon, '**Identifying Prosumer's Energy Sharing Behaviours for Forming Optimal Prosumer-Communities**', 2011 IEEE
- [14] A. J. Dinusha Rathnayaka, Vidyasagar Potdar, Monica H. Ou, '**Prosumer Management in Socio-technical Smart Grid**', CUBE '12: Proceedings of the CUBE International Information Technology Conference September 2012 Pages 483-489
- [15] A. J. Dinusha Rathnayaka, Vidyasagar M. Potdar, Tharam S. Dillon, OmarK.Hussain, Elizabeth Chang, '**A Methodology to Find Influential Prosumers in Prosumer Community Groups**', IEEE Transactions On Industrial Informatics, Vol. 10, No. 1, February 2014

- [16] Eunice Espe, Vidyasagar Potdar, Elizabeth Chang, ***‘Prosumer Communities and Relationships in Smart Grids: A Literature Review, Evolution and Future Directions’***, Energies review, 21 September 2018, MDPI - Publisher of Open Access Journals
- [17] Junjie Hu , (Member, Ieee), Yang Li, And Huayanran Zhou ***‘Energy Management Strategy for a Society of Prosumers Under the IOT Environment Considering the Network Constraints’***, May 14, 2019, IEEE, Special Section On Smart Caching, Communications, Computing And Cybersecurity For Information-Centric Internet Of Things
- [18] A.J. Dinusha Rathnayaka, Vidyasagar M. Potdar, Tharam Dillon, Omar Hussain, And Samitha Kuruppu, ***‘Goal-Oriented Prosumer Community Groups for the Smart Grid’***, IEEE Technology And Society Magazine, 2014
- [19] Siqian Zheng, Xin Jin, Gongsheng Huang, Alvin CK. Lai, ***‘Coordination of commercial prosumers with distributed demand-side flexibility in energy sharing and management system’***, Energy 248 (2022) 123634
- [20] D. Menniti, A. Pinnarelli, N. Sorrentino, A. Burgio, G. Brusco, ***‘Demand response program implementation in an energy district of domestic prosumers’***, IEEE
- [21] Giovanni Brusco, Alessandro Burgio, Daniele Menniti, Anna Pinnarelli, and Nicola Sorrentino, ***‘Energy Management System for an Energy District With Demand Response Availability’***, IEEE Transactions On Smart Grid, Vol. 5, No. 5, September 2014
- [22] Coroiu Mihaela, Chindriș Mircea, Dumitrașcu Daniel, ***‘Smart Hub Electric Energy Data Aggregation Platform for Prosumers Grid Integration’***, 2021 9th International Conference on Modern Power Systems (MPS)
- [23] A.J. Dinusha Rathnayaka, Vidyasagar M. Potdar, Tharam S. Dillon and Samitha Kuruppu, ***‘Formation of virtual community groups to manage prosumers in smart grids’***, Int. J. Grid and Utility Computing, Vol. 6, No. 1, 2015
- [24] David G. Holmberg, David B. Hardin, Steven T. Bushby, ***‘Facility Smart Grid Interface and a Demand Response Conceptual Model’***, NIST Technical Note 1832
- [25] Chuangxue Zhu, Wu Lu, Wenbin Zhao, Zhouzhenyan Hong, And Chen, ***‘On-Site Energy Consumption Technologies and Prosumer Marketing for Distributed Poverty Alleviation Photovoltaic Linked to Agricultural Loads in China’***, IEEE, October 30, 2020.
- [26] Reji Kumar Pillai, Girish Ghatikar, et al., ISGW 2018 Compendium of Technical Papers - 4th International Conference and Exhibition on Smart Grids and Smart Cities (2020), ***‘Roll Out and Learnings of Smart Grids (The French Experience)’***, M. Laurent Karsenti, M. Christophe Feuillard and M. Yann Toravel
- [27] Octopus Energy flexibility scheme pays prosumers to support the grid By Smart Energy International -Oct 11, 2022
- [28] Borna Doračić (UNIZAG FSB) Jan Knoefel (IÖW) Nanda Naber (CE DELFT), Proseu Project, ***‘Prosumers for the Energy Union: mainstreaming active participation of citizens in the energy transition’***, Report on local, national and EU Scenarios, Horizon 2020
- [29]
https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%95%CE%BD%CE%B5%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%AD%CF%82_%CE%9A%CE%BF%CE%B9%CE

%BD%CF%8C%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B5%CF%82_%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BD_%CE%95%CE%BB%CE%BB%CE%AC%CE%B4%CE%B1

[30] REScoop.eu, Greenpeace, WWF Ελλάς, Electra Energy, ‘Αναπτυξη Των Ενεργειακών Κοινοτήτων Στην Ελλάδα: Προκλήσεις Και Προτάσεις’, Φεβρουάριος 2021

[31] <https://sifnosenergy.gr/>

[32] <http://electraenergy.coop/>

[33] Ν. 4513/2018, Άρθρο 1, 2,

[34] Ν. 4759/2020 Άρθρο 160

[35] <https://ypen.gov.gr/energeia/ape/eidika-themata/energeiakes-koinotites/>

[36] <https://www.ktiriatriki.gr/el/news/138-to-pto-oikologiko-sxoleio-sto-palio-falio.html>

[37] <https://kede.gr/tilos-to-nisi-pou-anatrepei-ta-dedomena-stin-paragoge-energeias/>

[38] <https://ecopress.gr/proti-i-tilos-sta-deka-nisia-energiak/>

[39] <https://ecopress.gr/eunice-aftonomia-se-katoikies-kai-epicheiriseis-me-tin-technologia-s4s-tis-tilou/>

[40] Georg Lettner, Hans Auer, Andreas Fleischhacker, Daniel Schwabeneder, Bettina Dallinger & Fabian Moisl, ‘Existing And Future P_v Prosumer Concepts’, PVP4Grid, Vienna, May 2018

[41] ΣΕΦ, ‘Αυτοπαραγωγή με ενεργειακό συμψηφισμό και εικονικό ενεργειακό συμψηφισμό για ιδιώτες, επιχειρήσεις και ενεργειακές κοινότητες με ή χωρίς αποθήκευση’, Απριλίου 2022