



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

«Αυτοπαραγωγή με ενεργειακό συμψηφισμό»

«Self-production with energy compensation»

Υπό

ΚΑΤΣΙΚΑΡΗ ΣΤΥΛΙΑΝΗ ΜΑΡΙΝΑ

Υπεβλήθη για την εκπλήρωση μέρους των απαιτήσεων για
την απόκτηση του Πτυχίου του Τμήματος Συστημάτων Ενέργειας

Πτυχιακή Εργασία

Λάρισα, 2025

Εγκρίθηκε από τα Μέλη της Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής:

Πρώτος Εξεταστής Δρ. Νταφόπουλος Βασίλειος
(Επιβλέπων) Καθηγητής, Τμήμα Συστημάτων
Ενέργειας,
Σχολή Τεχνολογίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Δεύτερος Εξεταστής Δρ. Βαγρόπουλος Στυλιανός, Καθηγητής,
Τμήμα Συστημάτων Ενέργειας, Σχολή
Τεχνολογίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Τρίτος Εξεταστής Δρ. Στέφανος Ζαούτσος, Καθηγητής, Τμήμα Συστημάτων
Ενέργειας. Σχολή Τεχνολογίας, Πανεπιστήμιο
Θεσσαλίας

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ

Με το παρόν κείμενο βεβαιώνω ότι ο κάτωθι υπογράφων είμαι συγγραφέας της παρούσης πτυχιακής εργασίας, η οποία εκπονήθηκε στο πλαίσιο των απαιτήσεων του προγράμματος σπουδών του Τμήματος Συστημάτων Ενέργειας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και η οποία παραδόθηκε, μετά από έγκριση του επιβλέποντας καθηγητή μου, σε έντυπη και ψηφιακή μορφή στη Γραμματεία του Τμήματος. Επίσης δηλώνω πως κάθε πηγή που χρησιμοποίησα (βιβλιογραφία , αρθρογραφία , δικτυογραφία), για την υποστήριξη των υποθέσεων της μελέτης και της ερευνάς μου, είναι πλήρως συμβατή με τα ακολουθούμενα επιστημονικά πρότυπα και, επιπλέον, αναφέρεται ρητά, υπό μορφή αναφοράς-παραπομπής, σε όλο το φάσμα κειμένων της παρούσης εργασίας. Το αυτό ισχύει για τη χρήση δευτερογενών δεδομένων (πινάκων, διαγραμμάτων και εικόνων), ιδεών και λέξεων , τα οποία και αναφέρονται είτε ακριβώς όπως υπάρχουν στις πηγές είτε μεθερμηνεύονται από εμένα. [33]

ΕΠΩΝΥΜΟ	ΚΑΤΣΙΚΑΡΗ
ΟΝΟΜΑ	ΣΤΥΛΙΑΝΗ ΜΑΡΙΝΑ
ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΗΤΡΩΟΥ	2919127
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	30/6/24
ΥΠΟΓΡΑΦΗ	

© 2025. ΚΑΤΣΙΚΑΡΗ ΣΤΥΛΙΑΝΗ ΜΑΡΙΝΑ

Η έγκριση της πτυχιακής εργασίας από το Τμήμα Συστημάτων Ενέργειας της Σχολής Τεχνολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα (Ν. 5343/32 αρ. 202 παρ. 2) [33]

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα της πτυχιακής εργασίας μου, κ. Νταφόπουλο Βασίλειο, για την πολύτιμη βοήθεια, την άμεση ανταπόκριση και καθοδήγησή του κατά τη διάρκεια της πραγματοποίησης της εργασίας μου. Επίσης, τις θερμότερες ευχές μου στους γονείς μου, Μαρία και Κωνσταντίνο για την ολόψυχη αγάπη και υποστήριξή τους όλα αυτά τα χρόνια και την αγαπημένη μου φίλη Μάρα για την υποστήριξη και το κίνητρο.

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εξετάζει το μοντέλο του ενεργειακού συμψηφισμού και την υλοποίηση αυτού στη χώρα μας. Παρουσιάζεται μια εισαγωγή στη διεσπαρμένη παραγωγή, η οποία αναφέρεται στην τοποθέτηση μονάδων παραγωγής κοντά στους πελάτες. Αναλύονται τα οφέλη και οι αδυναμίες της, όπως επίσης και η σχέση της με το ηλεκτρικό δίκτυο και οι πιθανές συνέπειες. Επιπλέον παρατίθεται η πρόοδος της αγοράς φωτοβολταϊκών στην χώρα μας, ωστόσο η συγκεκριμένη εργασία εστιάζει στη ιδέα του ενεργειακού ισοζυγίου και στα ποικίλα γνωρίσματα του. Διενεργείται μελέτη της δραστηριότητας του, με έμφαση στα προτερήματα και τις αδυναμίες που ενδέχεται να δημιουργηθούν κατά τη λειτουργία του. Παρακάτω παρατίθεται μια περιληπτική ανασκόπηση του συστήματος ενεργειακού συμψηφισμού που χρησιμοποιείται σε διάφορα ευρωπαϊκά κράτη. Περιλαμβάνεται το νομοθετικό πλαίσιο για τον ενεργειακό συμψηφισμό και όσον αφορά την εφαρμογή στην Ελλάδα, όπως επίσης οι ιδιότητες και οι ποικίλοι περιορισμοί της, όπως και η διαδικασία με την οποία γίνονται οι επιβαρύνσεις.

Λέξεις κλειδιά: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας , ηλιακοί συλλέκτες, ισοτιμία του δικτύου, ενεργειακός συμψηφισμός, χρηματοδότηση, Feed-in-Tariff

Abstract

This thesis examines the energy netting model and its implementation in our country. An introduction to distributed generation is presented, which refers to the placement of production units close to customers. Its benefits and weaknesses are analyzed, as well as its relationship with the electricity grid and its possible consequences. In addition, the progress of the photovoltaic market in our country is presented, however, this specific work focuses on the idea of energy balance and its various characteristics. A study of its activity is carried out, with emphasis on the advantages and weaknesses that may arise during its operation. Below is a brief review of the energy netting system used in various European countries. The legislative framework for energy netting and its application in Greece is included, as well as its properties and various limitations, as well as the procedure by which charges are made.

Key words: Renewable Energy Sources, solar panels, grid parity, net metering, investment, Feed-in-Tariff

Περιεχόμενα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	10
Το σύστημα ενεργειακού συμψηφισμού	10
1.1 Η ιδέα του ενεργειακού συμψηφισμού	10
1.2 Η πολιτική του ενεργειακού συμψηφισμού	3
1.3 Στρατηγικές του ενεργειακού συμψηφισμού.....	5
1.3.1 Εισαγωγή.....	6
1.3.2 Επιτρεπτές τεχνολογίες παραγωγής.....	6
1.3.3 Τεχνικές διαστάσεις ποιότητας ατομικής παραγόμενης ενέργειας.....	6
1.3.4 Τεχνικές διαστάσεις ποιότητας συνολικής παραγόμενης ενέργειας.....	7
1.3.5 Εξασφάλιση αποζημίωσης και ισοζυγίου	8
Κυκλική Προσέγγιση.....	8
Συνεχής Μετακύλιση.....	9
1.3.6 Κανόνες σύνδεσης.....	11
1.4 Ορισμός Διεσπαρμένης.....	13
1.5 Καινοτομίες της διεσπαρμένης παραγωγής	13
1.6 Οφέλη και αδυναμίες της διεσπαρμένης παραγωγής.....	14
1.7 Τεχνικά θέματα της σύνδεσης κατανεμημένης παραγωγής στο δίκτυο.....	16
1.7.1 Γενικά	16
1.7.2 Ποιότητα τάσης του δικτύου.....	17
1.7.3 Μέσα ζεύξης/απόζευξης.....	17
1.7.4 Καταμέτρηση Ενέργειας	17
1.7.5 Ασφάλεια	18
1.7.6 Σταθερότητα Δικτύου.....	18
1.8 Καθεστώς υποστήριξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην χώρα μας.....	20
1.8.1 Γενικά	20
1.8.2 Κοστολόγηση ηλεκτρικής ενέργειας	22
1.9 Κατηγορίες επιλεξιμότητας καταναλωτών	27
1.10 Επέκταση του ενεργειακού συμψηφισμού	27
1.10.1 Κατανόηση της εφαρμογής του ενεργειακού συμψηφισμού.....	30
1.10.2 Οι τρεις κατηγορίες ενός ιδιοκτήτη φωτοβολταϊκού.....	30
1.11 Ανάλυση κόστους - οφέλους του ενεργειακού συμψηφισμού.....	32
1.12 Κέρδη του ενεργειακού συμψηφισμού.....	35
1.13 Αντίκτυποι του ενεργειακού συμψηφισμού.....	37
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	39
Υλοποίηση ενεργειακού συμψηφισμού στη χώρα μας	39
2.1 Εισαγωγή	39
2.2 Κατάλληλο μέγεθος ηλιακού συλλέκτη.....	40
2.3 Υποψήφιοι εφαρμογής net metering.....	42
2.3 Βασικοί όροι εγκατάστασης φωτοβολταϊκού συστήματος με net metering	43
2.5 Βασική παράμετρος διαστασιολόγησης ενός φωτοβολταϊκού.....	44
2.6 Διαδικασία σύνδεσης στο δίκτυο χαμηλής τάσης (Χαμηλή Τάση).....	44
2.7 Τιμή σύνδεσης φωτοβολταϊκών συστημάτων αυτοπαραγωγής με το δίκτυο Χαμηλής Τάσης.....	45
2.8 Χρονική περίοδος της Σύμβασης Σύνδεσης	46
2.9 Προδιαγραφές συνδέσεως φωτοβολταϊκού στο δίκτυο και τοποθέτηση μετρητή.....	46
2.10 Καταμέτρηση. Εφαρμογή net metering και επιβάρυνση.....	48
2.11 Οι διαδικασίες έγκρισης και τοποθέτησης με στάδια.....	50
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	51

Χρήση του ενεργειακού συμψηφισμού στην Ευρώπη	51
3.1 Εισαγωγή	51
3.2 Κύπρος	53
3.2.1 Γενικά	53
3.2.2 Κατάλληλες τεχνολογίες	54
3.2.3 Εφαρμογή του ενεργειακού συμψηφισμού	55
3.2.4 Υπεύθυνη Αρχή.....	57
3.2.5 Παραδείγματα εφαρμογής του ενεργειακού συμψηφισμού	57
3.3 Ολλανδία	59
3.3.1 Γενικά	59
3.3.2 Ενεργό σύστημα ενεργειακού συμψηφισμού	60
3.3.3 Κατάλληλες Τεχνολογίες	61
3.3.4 Παράδειγμα εφαρμογής ενεργειακού συμψηφισμού.....	61
3.4 ΙΤΑΛΙΑ	62
3.4.1 Γενικά	62
3.4.2 Ενεργό σύστημα ενεργειακού συμψηφισμού «Scambio Sul Posto»	63
3.4.3 Αρμόδια Αρχή	64
Κύκλος Συμψηφισμού.....	64
3.4.4 Επιλέξιμες τεχνολογίες	67
3.4.5 Παράδειγμα εφαρμογής του ενεργειακού συμψηφισμού.....	67
3.5 LCOE για φωτοβολταϊκά στην Ευρωπαϊκή Ένωση	69
3.6 Συμπεράσματα – Παρατηρήσεις.....	72
BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	73

Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 1.1 Σύστημα ενεργειακού συμψηφισμού.....	2
Εικόνα 1.2 Αυτοπαραγωγός με ενεργειακό συμψηφισμό και φωτοβολταϊκά συστήματα, συνδεδεμένος στο δίκτυο Χαμηλής Τάσης.....	12
Εικόνα 1.3 Σύστημα Feed-in-Tariff.....	21
Εικόνα 1.4 Εγκατάσταση με αρκετούς ανθρώπους και ηλιακά συστήματα υπό τον ενεργειακό συμψηφισμό και τον εικονικό ενεργειακό συμψηφισμό αντίστοιχα.....	27
Εικόνα 1.5 Σύστημα ενεργειακού συμψηφισμού στην χώρα μας.....	46
Εικόνα 1.6 Συστήματα ενεργειακού συμψηφισμού στην Ευρωπαϊκή Ένωση.....	50
Εικόνα 1.7 Σταθμισμένο Κόστος φωτοβολταϊκής ενέργειας στην Ευρώπη.....	67
Εικόνα 1.8 Χάρτης LCOE: Οι διαφορές μεταξύ του LCOE και των τιμών πώλησης ηλεκτρικού ρεύματος.....	68

Κατάλογος Σχεδιαγραμμάτων

Διάγραμμα 1.1 Θεσμικά μέσα φωτοβολταϊκών.....	5
Διάγραμμα 1.2 Κανονική δημιουργία και χρήση ηλεκτρικής ενέργειας για ένα μικρό καταναλωτή με ηλιακού συλλέκτες.....	29
Διάγραμμα 1.3 Ολική τοποθετημένη ισχύς και αξιών των ηλιακών συλλεκτών στην Ολλανδία τις χρονιές 2007 έως 2012.....	57

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1.1 Χώρες εφαρμογής του ενεργειακού συμψηφισμού.....	4
Πίνακας 1.2 Κοστολόγηση ηλιακής ενέργειας σύμφωνα με το Ν.3468/2006.....	22
Πίνακας 1.3 Κοστολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας που δημιουργείται από φωτοβολταϊκά, με βάση τον Ν.3851.2010.....	22
Πίνακας 1.4 Κοστολόγηση ηλεκτρικού ρεύματος που δημιουργείται από ηλιακά συστήματα σε στέγες.....	23
Πίνακας 1.5 Κοστολόγηση (€/MWh) ηλεκτρικού ρεύματος που δημιουργείται από ηλιακά συστήματα (εκτός στεγών και κτιριακών εγκαταστάσεων), βάσει την απόφαση ΦΕΚ Β'2317	23
Πίνακας 1.6 Κοστολόγηση (€/MWh) ηλεκτρικού ρεύματος που δημιουργείται από ηλιακούς σταθμούς, βάση τον Ν.4254/2014.....	24
Πίνακας 1.7 Κοστολόγηση (€/MWh) ηλεκτρικού ρεύματος που δημιουργείται από φωτοβολταϊκούς σταθμούς, με βάση τον Ν.4254/2014.....	25

Πίνακας 1.8 Ανώτατη επιτρεπτή ισχύς ηλιακών συστημάτων Διασυνδεδεμένων Νήσων.....	39
Πίνακας 1.9 Ανώτατη επιτρεπτή ισχύς φωτοβολταϊκών συστημάτων απομακρυσμένων Νήσων.....	40
Πίνακας 1.10 Υπολογισμός χρεώσεων ενεργειακού συμψηφισμού.....	48
Πίνακας 1.11 Εξοικονόμηση πόρων υπό το σύστημα ενεργειακού συμψηφισμού πελάτες κατοικιών.....	51
Πίνακας 1.12 Αναλυτικές πιστώσεις που προτείνουν το τέλος κατανάλωσης του δικτύου για ενεργειακό συμψηφισμό το χρόνο.....	54
Πίνακας 1.13 Προφίλ χρήσης και παραγωγής μιας οικογένειας.....	55

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Το σύστημα ενεργειακού συμψηφισμού

1.1 Η ιδέα του ενεργειακού συμψηφισμού

Ο ενεργειακός συμψηφισμός αποτελεί μια στρατηγική που προάγει τις ανανεώσιμες καινοτομίες και αποσκοπεί στην ενθάρρυνση των αγοραστών ηλεκτρικού ρεύματος να τοποθετήσουν και να συνδέσουν βιώσιμες πηγές ενέργειας στο δίκτυο, προκειμένου να επιτύχουν αυτοπαραγωγή και ιδιοκατανάλωση. Η πολιτική αυτή, επιτρέπει στους καταναλωτές να καλύπτουν τις απαιτήσεις τους σε ηλεκτρικό ρεύμα αμέσως μέσω της δημιουργίας ανανεώσιμης ενέργειας (όταν παράγεται ηλεκτρική ενέργεια) και να αντισταθμίζουν τμήμα ή την ολική ενέργεια που προέρχεται από το δίκτυο (εισροές)

με μέρος ή το ολικό ενεργειακό ποσό που δημιουργείται από βιώσιμες πηγές ενέργειας και καταχωρείται στο δίκτυο (εκροές) εφόσον δεν δαπανάται αμέσως. Ως εκ τούτου, έχουν την ικανότητα πρόσβασης στο δίκτυο για την παθητική αποθήκευση πράσινης ενέργειας. Σε ένα ηλεκτρικό δίκτυο, η ενεργειακή παραγωγή δεν χρειάζεται να συγχρονίζεται με την ενέργεια που καταναλώνεται. Η λέξη «net» προέρχεται από τη συνθήκη ότι το κόστος και η χρηματοδότηση ενός πελάτη σχετίζεται με τη διάκριση ανάμεσα της ενέργειας που χρησιμοποιείται και της ενέργειας που δημιουργήθηκε (ουσιαστική εισροή μείον ενέργεια έξοδου) για ένα καθορισμένο χρονικό διάστημα (κύκλος συμψηφισμού). Αυτό το διάστημα είναι κατά κανόνα ο κύκλος μέτρησης και χρέωσης για την ενέργεια που καταναλώνεται. Ο ενεργειακός συμψηφισμός δεν καταβάλει άμεσα για την πλεονάζουσα δημιουργία που παραδίδεται στο σύστημα, αλλά μάλλον τη φυσική αντιστάθμιση της δημιουργίας ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, σχετικά με την χρήση εντός της περιόδου ενός συγκεκριμένου χρονικού διαστήματος (έτος/μήνα/ημέρα/ώρα). Τα παράγωγα που λαμβάνουν συνήθως οι χρεώσεις για την επιπλέον ενέργεια που απελευθερώνουν στο δίκτυο, τα οποία μπορούν να εφαρμοστούν για την μείωση των λογαριασμών. Αυτές οι πιστώσεις είναι διαθέσιμες μόνο για τους λογαριασμούς ενεργειακού τμήματος των πελατών του. Συχνά ο συμψηφισμός συμβαίνει για κάθε μέρος της αξίας πώλησης του ηλεκτρικού ρεύματος και αυτό που κάνει τη συμμετροποίηση καλή είναι ότι το οικονομικό κέρδος μεγαλώνει κατά τη διάρκεια που το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας (τιμή λιανικής) αυξάνεται. Συνήθως, ο συμψηφισμός ενέργειας εκτελεί με τη βοήθεια ενός διπλής κατεύθυνσης μετρητή (εικόνα 1.1), συγκεκριμένα μια συσκευή μέτρησης που μπορεί να περιστρέφεται και να καταχωρεί την κίνηση της ενέργειας ως προς και τις δυο πορείες. Ο μετρητής γυρίζει μπροστά, όποτε ένας καταναλωτής καταναλώνει, στιγμιαία πιο πολύ ηλεκτρική ενέργεια σε αντίθεση με αυτή που παράγει και αντίθετα περιστρέφεται πίσω, όταν ο καταναλωτής παράγει λιγότερη ενέργεια από ότι καταναλώνει [1]. Η δεύτερη εκδοχή, παριστάνει την κάθε ροή να υπολογίζεται χωριστά το ένα σε αντιδιαστολή με το άλλο, αλλά και στις δυο εκδοχές, μετά το πέρας μιας περιόδου χρέωσης, ο αγοραστής επιβαρύνεται αποκλειστικά για την συμψηφισμένη ηλεκτρική ενέργεια που απασχόλει. Είναι γνωστό ότι οι συσκευές μέτρησης που εγκαθίστανται είναι διπλής κατεύθυνσης, έτσι δεν χρειάζεται η εγκατάσταση δεύτερου μετρητή με τον πελάτη να μην επιβαρύνεται με σημαντικά έξοδα.



Εικόνα 1.1 Σύστημα ενεργειακού συμψηφισμού [2]

Σε σύγκριση με την τιμολόγηση για κατοικίες, οι αγοραίες (βιοτεχνίες, μεγάλες εταιρείες) τιμές συνήθως έχουν χαμηλότερο ενεργειακό κόστος, καθώς οι χρεώσεις ζήτησης συνδέονται με το μέγιστο φορτίο του πελάτη. Λόγω της τάσης τους να μειώνουν την κατανάλωση ενέργειας των συστημάτων net metering κατά μεγαλύτερο ποσοστό από ό,τι μειώνουν την ζήτηση αιχμής ηλεκτρικής ενέργειας, οι οικιακοί πελάτες είναι πιο πιθανό να εξοικονομήσουν τους λογαριασμούς τους από τους επιχειρηματικούς καταναλωτές. Επιπρόσθετα η οικονομία λόγω της δικτυακής μέτρησης, έχει περισσότερη σημασία για τους πελάτες μέγιστης κατανάλωσης σε σύγκριση με τους πελάτες λιγότερης κατανάλωσης. Με την αύξηση της παραγωγής ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, ο πελάτης βιώνει μια σταδιακή μείωση της οριακής τιμής για την καθαρή κατανάλωση του, με αποτέλεσμα να έχει την κατώτερη οριακή συγκέντρωση πόρων στην καταγραφή του. Ο χρήστης οφείλει να διαλέξει τη σωστή διάσταση ηλιακού συλλέκτη που θα τοποθετηθεί, ανάλογα την χρήση του. Συνήθως στην πλειοψηφία των περιπτώσεων net metering η κατανάλωση και η παραγωγή χρειάζεται να είναι παρόμοιες.

1.2 Η πολιτική του ενεργειακού συμψηφισμού

Η μέθοδος του ενεργειακού συμψηφισμού καθιερώθηκε το 1983 στην Αμερική όταν οι πελάτες σύνδεσαν μικρές ανεμογεννήτριες και ηλιακούς συλλέκτες με σκοπό να εκμεταλλευτούν την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνεται σε άλλη

χρονική στιγμή από αυτήν της παραγωγής της. Από τότε, πολλές χώρες έχουν υιοθετήσει το σύστημα του ενεργειακού συμψηφισμού με σκοπό την προώθηση και την εξέλιξη της παραγωγής ενέργειας, όπως δείχνει στην παρακάτω εικόνα. Μέχρι το 2013, απλώς τέσσερις χώρες στην Ευρώπη (Ολλανδία, Βέλγιο, Δανία, Ιταλία) εφαρμόζουν το σύστημα ενεργειακού συμψηφισμού σε βασική έκδοση, εκεί όπου η ενέργεια που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ισορροπείται με την ενέργεια που χρησιμοποιείται από τον δημιουργό. Αυτό μπορεί να οδηγήσει είτε σε μειωμένο λογαριασμό ηλεκτρικής ενέργειας ή αλλιώς σε απαλλαγή από φόρους ενέργειας. Κατόπιν, η Κύπρος ενσωματώθηκε σε αυτή την πολιτική, επιτρέποντας στην ευρωπαϊκή αγορά ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, να αναπτυχθεί με γρήγορους ρυθμούς.

High income	Upper middle income	Lower middle income
Barbados	Brazil	Cape Verde
Belgium	Chile	Egypt
Canada	Costa Rica	Guatemala
Cyprus	Dominican Republic	India
Denmark	Grenada	Lesotho
Italy	Jamaica	Micronesia
Japan	Jordan	Pakistan
Malta	Lebanon	Philippines
Netherlands	Mexico	Sri Lanka
New Zealand	Morocco	Syria
Portugal	Panama	Tunisia
Singapore	South Africa	
South Korea	St. Lucia	
Spain	Uruguay	
United States of America	Thailand	

Πίνακας 1.1 Χώρες εφαρμογής του ενεργειακού συμψηφισμού [3]

Η Ουκρανία και η Λετονία εισήγαγαν το σύστημα του ενεργειακού συμψηφισμού το 2014, ενώ η Ονδούρα στην Κεντρική Αμερική επικύρωσε τον ενεργειακό συμψηφισμό για συστήματα κλίμακας κάτω από 250 KW. Το 2013 - 2014, παρατηρήθηκαν σημαντικές εξελίξεις σε πολιτειακό επίπεδο σχετικά με τα προγράμματα ενεργειακού συμψηφισμού ηλιακά πάνελ σε οροφές, σε διάφορες πολιτείες της Ινδίας. Στην Αμερική, ο ενεργειακός συμψηφισμός εξακολουθεί να ισχύει σε 43 περιοχές. Επιπλέον η πρωτογενής κοινότητα στην Αμερική που υιοθετεί τον ενεργειακό συμψηφισμό σε στέγες για μικρής κλίμακας τοπικά βιώσιμα συστήματα ήταν το Port Elizabeth. Παρόλα αυτά, οι περισσότερες χώρες επιλέγουν διαφορετικά μέσα για την προώθηση

των βιώσιμων πηγών ενέργειας, κυρίως μέσω των δομών Feed-in-Tariffs, όπως φαίνεται στα γραφήματα που ακολουθούν. Ο ενεργειακός συμψηφισμός κάλυπτε αποκλειστικά το 2% των εγκατεστημένων ηλιακών πάνελ το 2012 παγκοσμίως, ενώ αντιστοιχούσε αποκλειστικά στο 0,6% του συνολικού αριθμού των εγκατεστημένων δομών φωτοβολταϊκών μέχρι εκείνη τη χρονιά. Η κατάσταση παρέμεινε σχεδόν αμετάβλητη το 2013, με τα συστήματα ενεργειακού συμψηφισμού να παραμένουν χαμηλότερα από 3%. Η περιορισμένη συνεισφορά προκύπτει από το γεγονός ότι σε πολλά κράτη, η κοστολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας αποτελεί τις περισσότερες φορές πιο χαμηλή από τα έξοδα παραγωγής της ηλιακής ενέργειας ανά κιλοβατώρα, με αποτέλεσμα ο πελάτης να μην έχει κίνητρο για να επενδύσει σε αυτήν. Ο ενεργειακός συμψηφισμός έχει αναπτυχθεί σε περιοχές που είτε παρέχουν χρηματοδότηση για την εγκατάσταση βιώσιμων συστημάτων (όπως στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής) ή η εκτίμηση της ηλεκτρικής ενέργειας να είναι μεγάλη (όπως στη Δανία και την Ολλανδία)



Διάγραμμα 1.1 Θεσμικά μέσα φωτοβολταϊκών [2]

Ο μέσος όρος του ηλεκτρικού ρεύματος για οικιακούς χρήστες, στην Ευρώπη ήταν 0,2178/kwh το πρώτο εξάμηνο του 2014, υπερβαίνοντας την τιμή της ηλεκτρικού ρεύματος που δημιουργείται από ηλιακά πάνελ. Παραδείγματα χωρών με υψηλότερες τιμές από τη μέση, περιλαμβάνουν τη Δανία, την Κύπρο και τη Γερμανία, με τιμές ανά kwh που ανέρχονται σε 0,3042 kwh, 0,2981 kwh και 0,2291 kwh ανάλογα [4]. Σημειώνεται ότι το LCOE της Κύπρου είναι περίπου 20% χαμηλότερο από τα άλλα κράτη εξαιτίας της πιο υψηλής ηλιακής ενέργειας (το κόστος παραγωγής ηλιακής ενέργειας στην Κύπρο το 2014 ήταν περίπου 0,14 € kWh , χαμηλότερο από τη τιμή πώλησης της ηλεκτρικής ισχύς [5]. Σήμερα, όπου η τεχνολογία της ηλιακής ενέργειας έχει γίνει πιο προσιτή εξαιτίας της ελάττωσης του κόστους παραγωγής και ταυτόχρονα τα κόστη της ηλεκτρικής ενέργειας έχουν ανεβεί, ο ενεργειακός συμψηφισμός ξεκινά να ενδιαφέρει και άλλα κράτη, καθώς και την Ελλάδα.

1.3 Στρατηγικές του ενεργειακού συμψηφισμού

1.3.1 Εισαγωγή

Ο ενεργειακός συμψηφισμός είναι ένας τρόπος κοστολόγησης που απαιτεί τα ηλιακά συστήματα να συνδέονται σε ένα δίκτυο ρεύματος και να συμμορφώνονται με τα πρότυπα διασύνδεσης. Η ένταξη του net metering πρέπει να αντιμετωπιστεί από δυο πλευρές, τις πολιτικές και τεχνικές εκτιμήσεις. Πρέπει να αντιμετωπιστούν αποτελεσματικά αυτά τα θέματα, ώστε ο αγοραστής να αναγνωρίσει την συνολική αξία της χρηματοδότησης του και να ενσωματωθεί χωρίς κίνδυνο στο σύστημα διανομής. Τα διάφορα συστήματα ενεργειακού συμψηφισμού ποικίλουν σχετικά με τις συνθήκες ενέργειας, οικονομίας και πολιτικές που υπερτερούν σε κάθε κράτος, όπως οι Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής. Όλες οι χώρες ορίζουν τις καταλληλότερες τεχνολογίες ανάλογα την ποσότητα που επιτρέπεται, τον τύπο πελάτη, το μέγεθος, τα όρια ισχύος κι πρόσθετες πληροφορίες. Τα στοιχεία αυτά χρειάζεται να οργανωθούν ορθολογικά και να ευθυγραμμιστούν. Μια ορθή στρατηγική θα διασφαλίζει τον καθορισμό δίκαιων και ισότιμων τιμών που θα παράγουν οικονομικά αποδοτική διασπορά της παραγωγής, ενώ ταυτόχρονα θα εξασφαλίζει ότι όλοι οι αγοραστές ωφελούνται από τη κατανομή του δικτύου, θα συνδράμουν στην κάλυψη για τα συναφή έξοδα.

1.3.2 Επιτρεπτές τεχνολογίες παραγωγής

Στην αρχή, όταν αναπτύσσονται τα συστήματα net metering, υπάρχουν περιορισμοί σχετικά με τις τεχνολογίες που θα μπορέσουν να συνδεθούν στο δίκτυο μέσω αυτού του συστήματος. Οι τρέχουσες πρακτικές net metering έχουν αλλάξει, επιτρέποντας την επιλεξιμότητα της ανανεώσιμης παραγωγής ενέργειας από διάφορους τύπους, υπό τον όρο της υπακοής με όλες τις προϋποθέσεις, ειδικά τεχνικά: ηλιακή, αιολική, βιομάζα, γεωθερμική, υδροηλεκτρική, βιοαέριο, υδρογόνο ή των ωκεανών. Η τεχνολογία της φωτοβολταϊκής έχει εμφανιστεί ως τον πιο φημισμένο τρόπο για τον ενεργειακό συμψηφισμό, εξαιτίας της εύκολης εγκατάστασης, αφθονία πηγών και της εμπιστοσύνης, καθώς και το μειωμένο κόστος των ηλιακών συλλεκτών.

1.3.3 Τεχνικές διαστάσεις ποιότητας ατομικής παραγόμενης ενέργειας

Οι πολιτικές όσο και οι τεχνικές παράμετροι που εφαρμόζονται επηρεάζουν την ατομική παραγωγή ισχύς για τοποθετήσεις ενεργειακού συμψηφισμού. Τα τεχνικά προβλήματα εμφανίζονται όταν οι συνθήκες ποιότητας ενέργειας ξεπερνούν τα επιτρεπτά πλαίσια και ξεκινούν να ασκούν επιρροή στην σταθερότητα των δικτύων κατανομής. Οι στρατηγικές ανησυχίες προκύπτουν από τη μείωση των εσόδων των

εταιριών ηλεκτρικής ενέργειας, όταν επιτρέπεται η διασπορά της παραγωγής στα δίκτυα διανομής. Η μείωση της κερδοφορίας των εταιριών ηλεκτρικής ενέργειας, λόγω αυτού μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένα τιμολόγια για τους μη καταναλωτές του ενεργού συμψηφισμού. Ο βασικός παράγοντας που εφαρμόζεται για τον περιορισμό του μεγέθους των εφαρμοζόμενων συστημάτων είναι η παροχή εισαγωγής ενέργειας. Η παροχή πρόσβασης ενέργειας καθορίζεται από τον βασικό κοπτήρα του αγοραστή, ο οποίος περιορίζει την ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας που μπορεί να ρέει στον καταναλωτή και το δίκτυο. Η ροή ηλεκτρικής ενέργειας χρειάζεται να περιορίζεται από τον κύριο διακόπτη και σε καμία περίπτωση από τον εξοπλισμό διασύνδεσης, καθώς αυτό είναι δυνατό να καταλήξει σε επικίνδυνη επιβάρυνση των συσκευών [6]. Μια άλλη αιτία για τη θέσπιση ενός μέγιστου επιπέδου στην παραγωγή ισχύος σημαίνει ότι το δίκτυο ηλεκτρικού ρεύματος δεν έχει σχεδιαστεί για να υποστηρίξει αυτή την πρόσθετη ισχύ. Για να αποτραπεί η υπερφόρτωση των μετατροπέων και οι καταστάσεις πίεσης, σε μερικές εταιρείες ηλεκτρικής ενέργειας υπάρχουν επιπλέον αναστολές στο ατομικό πλαίσιο ισχύος, όταν όλες οι συνδεδεμένες πηγές λειτουργούν στο μέγιστο των ικανοτήτων τους, όπως οι ηλιακές γεννήτριες το μεσημέρι. Στις ΗΠΑ, υπάρχει μια αυξημένη τάση για την ύπαρξη μιας μη καθορισμένης μεγέθυνσης των εγκαταστάσεων. Αυτό το γεγονός προκαλείται διότι οι περιορισμοί που ισχύουν για την επέκταση των επιλέξιμων μπορεί να προκαλέσουν παρεξήγηση στους αγοραστές όσον αφορά με το μέγεθος που πρέπει να έχει το σύστημα τους, αποθαρρύνοντας τους έτσι από το να συμμετέχουν στο net metering. Ο σχεδιασμός του συστήματος πρέπει να εξαρτάται από το βάρος και τις απαιτήσεις του αγοραστή. Η επέκταση των ορίων μπορεί να προωθήσει την εκτεταμένη εξέλιξη των συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, ενώ είναι σε θέση να ωθήσουν μεγάλους επενδυτές να συμμετάσχουν στα προγράμματα του ενεργειακού συμψηφισμού. Το συγκεκριμένο, στηρίζεται στην υπόθεση ότι οι βιώσιμες πηγές ενέργειας δεν διεισδύουν επαρκώς τα δίκτυα κατανομή ώστε να δημιουργήσουν δύσκολες καταστάσεις στην σταθερότητα τους.

1.3.4 Τεχνικές διαστάσεις ποιότητας συνολικής παραγόμενης ενέργειας

Η ύπαρξη ενός συνολικού ανώτατου ορίου στο net metering στηρίζεται στην αβεβαιότητα για το εάν θα οδηγήσει σε μεγαλύτερες τιμές για τους χρήστες της εταιρείας που δεν χρησιμοποιούν net metering, εξαιτίας της μείωσης των εσόδων για την εταιρία, καθώς επίσης φόβοι για την σταθερότητα του δικτύου. Κατά κανόνα τα

γενικά όρια αποδίδονται ως αναλογία της κορυφαίας ζήτησης των εταιριών ηλεκτρισμού κατά κύριο λόγο το σύνολο της παραγόμενης ονομαστικής ενέργειας των μηχανισμών ενέργειας. Στην περίπτωση αυτή, υπάρχει η άποψη ότι οι συνολικές ανώτατες τιμές καταστέλλουν τις ατομικές χρηματοδοτήσεις στην δημιουργία ενέργειας από ΑΠΕ και ανακόπτουν τα πλεονεκτήματα για τον καταναλωτή. Ακόμη οι συνολικοί περιορισμοί δεν λαμβάνουν υπόψη το συμβάν ότι πολλές δομές παράγουν ενέργεια σε υψηλά επίπεδα, με αποτέλεσμα να περιορίζεται ο αριθμός των μικρότερων συστημάτων που μπορούν να επωφεληθούν.

1.3.5 Εξασφάλιση αποζημίωσης και ισοζυγίου

Για την προστασία του προγράμματος του ενεργειακού συμψηφισμού, είναι αναγκαίο οι χρήστες να λαμβάνουν αποζημίωση οι πηγές για τον ηλεκτρισμό που παράγουν και παρέχουν στο δίκτυο. Συνήθως ο καταναλωτής αποζημιώνεται με τη λιανική τιμή που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές και δεν χρησιμοποιεί αμέσως, μέσω πιστώσεων και συμψηφίζοντας την με το ρεύμα όπου παίρνει από το δίκτυο. Για να διαχειριστεί η υπερπαραγωγή ενέργειας από τα ανανεώσιμα ενεργειακά συστήματα, υπάρχουν διάφοροι μηχανισμοί που εφαρμόζονται. Οι δυο κύριες μέθοδοι είναι η κυκλική και η συνεχής μετακύλιση με σκοπό την διατήρηση του ισοζυγίου και την αποζημίωση του πελάτη [6]. Σε κάθε περίπτωση, ο καταναλωτής ενδέχεται να επιβαρυνθεί επιπρόσθετα για την χρησιμοποίηση του δικτύου, μεταφοράς και διανομής. Επιπλέον, ο διαχειριστής του δικτύου παρέχει υπηρεσίες έμμεσης αποθήκευσης και επιπλέον παροχές που διατίθενται από το δίκτυο.

Κυκλική Προσέγγιση

Ο ενεργειακός συμψηφισμός είναι η διαδικασία με την οποία οι πελάτες που παράγουν πιο πολύ ηλεκτρική ενέργεια από ότι χρειάζονται, αποζημιώνονται από την εταιρία ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτή η αποζημίωση συνήθως γίνεται μετά από ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, όπως μηνιαία, ετήσια ή ωριαία, ανάλογα με το σύστημα net metering που εφαρμόζεται. Κατά τη διάρκεια ενός κύκλου συμψηφισμού,

αν η παραγόμενη ενέργεια ηλεκτρισμού από ανανεώσιμες πηγές αποτελεί λιγότερη από την καταναλωθείσα ενέργεια, ο πελάτης-παραγωγός καταλογίζεται αποκλείστηκε για την καθαρή ενέργεια που χρησιμοποιεί στη τιμή πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας, σε μια καλύτερη κατάσταση που καθορίζεται ως 'πλήρης συμψηφισμός'. Σε περίπτωση πλεονάσματος, ο παραγωγός δεν πληρώνει για την ενέργεια που παράγει αλλά αντιμετωπίζεται με αποζημίωση για τις περίσσιες κιλοβατώρες που προκύπτουν στο αποτέλεσμα του κύκλου συμψηφισμού. Συνήθως η συγκεκριμένη αποζημίωση γίνεται στο χονδρικό κόστος της ενέργειας ηλεκτρισμού, αντί για την λιανική. Παρ' όλα αυτά, σε κάποια έθνη και ορισμένες πολιτείες, όπως οι Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής, δεν υπάρχουν αποζημιώσεις για το καθαρό κέρδος παραγωγής, το οποίο σε κάθε τέλος κυκλικού συμψηφισμού, αυτό χάνεται. Αυτή η προσέγγιση έχει λάβει κριτική, καθώς απαιτεί από τους αγοραστές να θέσουν τη διάσταση των εγκαταστάσεων σε ποσότητα που είναι λιγότερη από την χρονολογική κατανάλωση τους. Η κριτική, η οποία έχει ασκηθεί στο κυκλικό ισοζύγιο αναφέρεται στο γεγονός ότι αυξάνει τα επίπεδα διοικητικής επιβάρυνσης, καθώς αυξάνει τόσο το οικονομικό κόστος, όσο και την πολυπλοκότητα στο ισοζύγιο των εταιρειών ηλεκτρισμού. Παραδείγματος χάριν, οι ετήσιες καταβολές έχουν την δυνατότητα να αποτελέσουν κίνητρο για τους πελάτες, να εγκαταστήσουν μεγάλα συστήματα. Επιπλέον, εάν μειώσουμε τη μεταφορά της ενέργειας σε ένα μόνο μήνα, ο πελάτης επιβαρύνεται περισσότερο σε σχέση με τη συνεχή μετακύλιση. Στην ουσία, τα διαχειρίστηκα έξοδα που υπάρχει πιθανότητα να προκύψουν σε μια επιχείρηση ηλεκτρισμού λόγω των πληρωμών για αμελητέες ποσότητες μηνιαίας παραγωγής ενδέχεται να υπερβαίνουν τυχόν απώλειες κερδών που σχετίζονται με τις μεταφερόμενες χρηματοδοτήσεις.

Συνεχής Μετακύλιση

Η τάση η οποία αυξάνεται στα προγράμματα του ενεργειακού συμψηφισμού παγκοσμίως είναι η μεταφορά της καθαρής πλεονάζουσας παραγωγής για αόριστο χρονικό διάστημα. Το σύστημα αποζημίωσης υποστηρίζεται για δυο κύριες αιτίες. Καταρχάς δεν υφίσταται λόγος για τους χρήστες να έχουν μεγάλες τοποθετήσεις. Κατά δεύτερον, κατά κανόνα υφίσταται μηδενισμός της ποσότητας που διατηρείται στο

τέλος της χρονιάς , επιτρέποντας στις εταιρίες ηλεκτρισμού, για να αποφύγουν την πληρωμή φυσικής αποζημίωσης για την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, μπορούν να επιλέξουν να πληρώσουν ανά κιλοβατώρα. Με αυτόν το τρόπο, το ενδεχόμενο υπερπληθώρας που προέρχεται στο τέλος του χρόνου αντιστάθμισης της ενέργειας, έχει τη δυνατότητα να μεταβιβαστεί στην ακόλουθη χρονική περίοδο ισοστάθμισης. Η συνεχή μετακύλιση της υπερβολικής δημιουργίας έχει ενθαρρύνει, μέσω της ικανότητας της να προσαρμόζεται σε διάφορες (καλοκαιρινές/χειμερινές) επιρροές των βιώσιμων καινοτομιών. Παραδείγματος χάριν, κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, μια ηλιακή εγκατάσταση κατά τη διάρκεια της ημέρας θα παράγει μεγαλύτερη ποσότητα ηλεκτρισμού, με αποτέλεσμα αν ο πελάτης-παραγωγός δαπανά λιγότερη ενέργεια σε σχέση με αυτή που παράγει, μπορεί να αποθηκεύει για τους υπόλοιπους μήνες την περίσσεια ενέργειας. Το ζήτημα είναι πότε πρέπει να οριστεί η έναρξη και λήξη της ετήσιας περιόδου. Αν οι ρυθμίσεις για τα φωτοβολταϊκά γίνονται καλοκαιρινούς μήνες, αυτό δίνει τη δυνατότητα μείωσης ελκυστικότητας των μικρότερων κατασκευών αιολικής ενέργειας, όπου σε περίοδο χειμώνα παράγουν περισσότερη ενέργεια. Αντίθετα η ετήσια περίοδος γίνεται τον χειμώνα, τότε η ρύθμιση κατά την περίοδο του καλοκαιριού τα ηλιακά πάνελ θα έχουν τη δυνατότητα να επηρεάσει αρνητικά την ανάπτυξη αιολικών κατασκευών . Για να μπορεί να είναι αποτελεσματικό το πρόγραμμα του ενεργειακού συμψηφισμού είναι αναγκαία η εύκολη μεταφορά πιστώσεων επιτρέποντας στον πελάτη-παραγωγό να δέχεται πίστωση για την ενέργεια που περισσεύει και που δημιουργείται κατά τις περιόδους με υψηλή παραγωγή ανανεώσιμων πηγών ενέργεια. Οι πελάτες μπορούν να χρησιμοποιήσουν την ενέργεια αυτή χωρίς κόστος, ενώ κατά τις περιόδους με χαμηλή παραγωγή μπορούν να καλύψουν τις ανάγκες τους από το δίκτυο. Με τη μέθοδο αυτή κατορθώνεται η καθαρή κατανάλωση ρεύματος από το σύστημα. Η συνεχή μετακύλιση προσφέρει την ιδανική μέθοδος για τις ποικίλες καινοτομίες συστημάτων και θέσεις, με τους παραγωγούς να αντιλαμβάνονται ότι έχουν σημαντικά οφέλη από τον ενεργειακό συμψηφισμό. Συνήθως στην Ευρώπη, χρησιμοποιείται το κυκλικός ενεργειακός συμψηφισμός με τη μορφή net metering πλήρους συμψηφισμού του ρεύματος που εξέρχεται από το δίκτυο με την ενέργεια που εισέρχεται σε αυτό :

- Ένα ποσό του ηλεκτρισμού που δημιουργείται από ανανεώσιμες πηγές δαπανάται αμέσως από τον καταναλωτή , σε αντίθεση με την παραγωγή που δεν χρησιμοποιείται, αποθηκεύεται από το δίκτυο ως εξερχόμενη ενέργεια. Για να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις του, ο καταναλωτής θα πρέπει να πάρει

ηλεκτρική ενέργεια από το δίκτυο, η οποία υπολογίζεται ανά περίοδο χρέωσης.

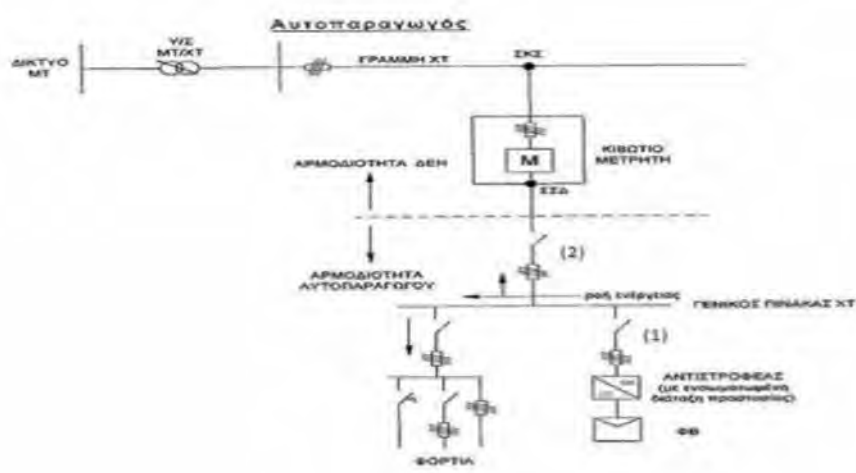
- Αν η ενέργεια που λαμβάνει ο παραγωγός από το δίκτυο είναι περισσότερη από αυτή που παράγει, τότε πρέπει να πληρώσει τη διαφορά στη τιμή πώλησης του ηλεκτρισμού σε κάθε κύκλο χρέωσης.
- Αν η παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος είναι πιο μεγάλη σε σχέση με την κατανάλωση, ο χρήστης δεν καταβάλλει για το ρεύμα και η ενέργεια που περισσεύει μεταβιβάζεται ως ανανεώσιμες πιστώσεις ενέργειας (Renewable Energy Credits) στον διαδοχικό κύκλο χρέωσης.
- Κάθε χρόνο, στη λήξη του έτους, καθίσταται ο χρονολογικός συμψηφισμός όπου το ενδεχόμενο πλεόνασμα ενέργειας ισοσκελίζεται με την οφειλαία ενέργεια από προηγούμενες περιόδους, με σκοπό την εξόφληση των οφειλών. Αν υπάρχει πλεόνασμα, ο πελάτης έχει την ευχέρεια να επιλέξει ανάμεσα σε τρεις επιλογές [7].
 - a) Να πληρωθεί για το άθροισμα των REC στη λιανική ή χονδρική τιμή
 - b) Να μεταφέρει τα συνολικά REC που συλλέχθηκαν, και να τα χρησιμοποιήσει ως αποζημίωση για ενδεχόμενο αρνητικό υπόλοιπο για το επόμενο διάστημα ή
 - c) Τα συνολικά REC που συγκεντρώνονται παρέχονται χωρίς κόστος πίσω στην εταιρία ηλεκτρικής ενέργειας.

1.3.6 Κανόνες σύνδεσης

Η σύνδεση της διασκορπισμένης παραγωγής αποτελεί ένα καθοριστικό θέμα ρύθμισης εξαιτίας των φόβων που υφίστανται σχετικά με την προστασία και την αξιοπιστία της σύνδεσης της στο δίκτυο ηλεκτρικού ρεύματος. Οι προδιαγραφές σύνδεσης ορίζουν τις απαιτήσεις που πρέπει να τηρούνται από πελάτες, τοποθετήσεις και εταιρίες ηλεκτρικού ρεύματος, όποτε θέλουν να ενσωματώσουν μια καταναμετημένη πηγή ενέργειας εντός ενός δίκτυο, λαμβάνοντας υπόψη τις νομικές, τεχνικές και τυπικές προϋποθέσεις. Η πρόοδος ενός ολοκληρωμένου προτύπου είναι αναγκαία για να αναπτυχθεί η διασπορά παραγωγής. Η ανεπαρκής διασύνδεση μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένες τιμές για τους καταναλωτές και σε αναβολές λόγω περίπλοκων διαδικασιών

σύνδεσης και διαχείρισης. Τόσο ο ενεργειακός συμψηφισμός όσο και η διασύνδεση είναι δυο διαφορετικά στοιχεία που πρέπει να συνταχθούν έτσι ώστε να δρουν αρμονικά μαζί και να ευνοούν την εξέλιξη συστημάτων διανεμημένης παραγωγής. Η εταιρία ηλεκτρικού ρεύματος οφείλει να κατέχει το δικαίωμα, να πραγματοποιεί αυτοτελείς εξετάσεις με αρχή των προτύπων σύνδεσης ή εικόνων, προκειμένου να αντιμετωπίσει τις επιπτώσεις που μπορεί να προκύψουν από την διάσπαρτη σύνδεση παραγωγής στο δίκτυο.

Στην εικόνα 1.2 παρουσιάζεται μια συνηθισμένη σύνδεση αυτοπαραγωγού με ενεργειακό συμψηφισμό και φωτοβολταϊκού συστήματος στο δίκτυο ΧΤ (χαμηλής τάσης). Για λόγους προστασίας, είναι απαραίτητη η παρουσία μέσω διακόπτη με την ικανότητα διακοπής φορτίου και αντιληπτής ανάπτυξης που είναι προσιτά, καθώς ο διανομέας ηλεκτρικής ενέργειας πρέπει να διασφαλίζει την πρόσβαση του προσωπικού του στον παραγωγό, ώστε να είναι δυνατή η αποκοπή του από το δίκτυο όταν είναι αναγκαίο. Η ανάγκη για ορατή αποσύνδεση ικανοποιείται μέσω του κιβωτίου σύνδεσης και την ασφαλειών παροχής. Ο αυτόματος διακόπτης διασύνδεσης (ΑΔΔ) είναι το μέσο διακοπής που μπορεί να εγκατασταθεί καινοτόμα σε δυο σημεία (1 και 2 της εικόνας 1.2), σύμφωνα τις προτιμήσεις του παραγωγού. Αν επιλέγει η θέση 2, εκείνη τη στιγμή θα υπάρχει απομάκρυνση της συνολικής τοποθέτησης, περιλαμβανόμενης της εγκατάστασης παραγωγής και των φορτίων [9].



Εικόνα 1.2 Αυτοπαραγωγός με ενεργειακό συμψηφισμό και φωτοβολταϊκό σύστημα, διασυνδεδεμένος στο δίκτυο Χαμηλής Τάσης ([12])

1.4 Ορισμός Διεσπαρμένης

Κατά κανόνα, όποτε μιλάμε για δύναμή, σκοπός είναι οι μονάδες παραγωγής ενέργειας τοποθετούνται πλησίον στη θέση κατανάλωσης (φορτίο). Κάποιοι προσδιορίζουν τη διασπορά παραγωγής ενέργειας ως την πηγή δημιουργίας ενέργειας όπου παρίσταται άμεση διασυνδεδεμένη στο σύστημα διανομής, είτε στη σύνδεση των πελατών. Η διασκορπισμένη δημιουργία ενέργειας αναφέρεται στη μικρή κλίμακα παραγωγής ενέργειας, με ισχύ από 1kW έως 50-100 MW. Αποτελεί μια σχετικά νέα τάση στην αγορά ηλεκτρικού ρεύματος. Το ενδιαφέρον για τη κατανεμημένη παραγωγή διαθέτει αυξήσεις την παρούσα δεκαετία κυρίως εξαιτίας της ανάπτυξης των καινοτομιών διεσπαρμένης παραγωγής, των περιορισμών στην κατασκευή καινούργιων γραμμών μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, των αυξημένων αναγκών των πελατών για αμετάβλητη ενέργεια και της ελευθερίας της αγοράς ηλεκτρικού ρεύματος. Η ελευθερία της αγοράς ηλεκτρικού ρεύματος επιτρέπει σταδιακά όλο και πιο πολλές διασκορπισμένες γεννήτριες να συνδεθούν στα δίκτυα διανομής. Τα τελευταία είκοσι χρόνια πολλές εφαρμογές διανομής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές εντάχθηκαν στο ελληνικό δίκτυο, ως επί το πλείστον στα δίκτυα με μέση τάση 230/400V. Η κυρίαρχη ομάδα των ενεργειακών τοποθετήσεων αποτελείται από πάρκα αιολικής ενέργειας ή αυτοδύναμες ανεμογεννήτριες, καθώς επίσης μικρούς υδροηλεκτρικούς σταθμούς. Επιπλέον, υπάρχουν τοποθετήσεις δημιουργίας ενέργειας από βιοενέργεια και ηλιακές τοποθετήσεις σε δίκτυο χαμηλής τάσης

1.5 Καινοτομίες της διεσπαρμένης παραγωγής

Οι καινοτομίες της διεσπαρμένης παραγωγής περιλαμβάνουν τις ακόλουθες :

- **Μονάδες με συμβατικά καύσιμα** (κινητήρες εσωτερικής καύσης, συστήματα αδιάλειπτης τροφοδοσίας, κυψέλες καυσίμου, μηχανές Stirling)
- **Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας** (αέρας, γεωθερμικές πηγές, ήλιος, βιομάζα κ.α.). Η πρωτογενή μορφή ενέργειας που έκανε χρήση ο άνθρωπος προτού από την ανάπτυξη της χρήσης άνθρακα και υδρογονάνθρακα ήταν η ανανεώσιμη ενέργεια. Η ενέργεια προέρχεται από ανανεώσιμους φυσικούς πόρους που δεν τελειώνουν ή υποκαθίστανται. Συνήθως, οι ΑΠΕ είναι συστήματα παραγωγής που διανέμονται .

1.6 Οφέλη και αδυναμίες της διεσπαρμένης παραγωγής

Η υποστήριξη του δικτύου περιλαμβάνει συμπληρωματικές υπηρεσίες, με τον ίδιο τρόπο η υπηρεσία έργου ισχύος και Η τοποθέτηση διεσπαρμένης παραγωγής σε ποικίλους τομείς παρέχει πολλά οφέλη, όπως :

Οικονομικά :

- Τα μεγάλα ποσά ισχύς που παράγονται από τις δομές διανεμημένης δημιουργίας και εισέρχονται στο δίκτυο έχουν τη δυνατότητα να ισορροπήσουν τη ζήτηση ενέργειας από την αγορά ή την δημιουργία ενέργειας από την εταιρία ηλεκτρικής ενέργειας.
- Η δημιουργία ενέργειας στην θέση χρήσης της μειώνει τις απώλειες και τη δαπάνη μετακίνησης, τα οποία αντιπροσωπεύουν πάνω από το 30% του ολικού κόστους ηλεκτρικού ρεύματος. Στη συγκεκριμένη αυτή κατάσταση, η απόσταση είναι μικρή σε σχέση με την εφαρμογή ηλεκτρικού ρεύματος από τον πελάτη, η οποία παράγεται από εταιρίες ηλεκτρισμού και μεταφέρεται με μεγάλες γραμμές υψηλής τάσης.
- Η αυτοκατανάλωση κατευθύνει σε ελάττωση των δαπανών με τον τρόπο ότι μειώνει την αυξημένη ζήτηση σε μια εγκατάσταση, με αποτέλεσμα να μειώνεται το κόστος ζήτησης.

Λειτουργικά :

- υποστήριξης τάσης, καθώς και η προφύλαξη γενικής διακοπής ηλεκτρικού ρεύματος ή πτώση της τάσης.
- Η διασπορά της παραγωγής συνεισφέρει στην απαλλαγή των υπάρχοντων δικτύων.
- Η αυξανόμενη ζήτηση για παραπάνω και υψηλότερη ποιότητα ηλεκτρικής ενέργειας οδηγεί στην ανάγκη για εναλλακτικές λύσεις παραγωγής που θα παρέχουν έμπιστη και οικονομική ενέργεια σε σπίτια και εταιρίες. Παρέχει αμεταβλητότητα, εξασφαλίζει τη λειτουργία κατά τα απρόοπτα και διαθέτει δυνατότητα 'Blackstar', δηλαδή τη δυνατότητα μιας μονάδας παραγωγής ενέργειας να επανέλθει σε λειτουργία και να παράγει ενέργεια χωρίς τη βοήθεια του ηλεκτρικού συστήματος κατά την αποκατάσταση του.
- Η μείωση της υπερφόρτωσης των γραμμών διανομής μπορεί να οδηγήσει στην αποσυμφόρηση των ηλεκτρικών γραμμών διανομής και μετακίνησης των μετασχηματιστών.

Κατεύθυνση παραγωγής :

- Υπάρχει πιο εύκολος τρόπος να εντοπιστούν θέσεις για κατακερματισμένη δημιουργία παρά για μια μεγάλη βιομηχανία παραγωγής ισχύος. Επιπλέον οι

συγκεκριμένες μονάδες είναι πιο απλό και ταχύ να ενταχθούν στο δίκτυο, με αποτέλεσμα ο κίνδυνος του κεφαλαίου να ελαττώνεται και να απέχουν από περίσσια έξοδα.

- Αντιδρά ταχύτερα σε καινούργιες απαιτήσεις ενέργειας.
- Η διακριτική χαρακτηριστικότητα της διεσπαρμένης παραγωγής είναι η δυνατότητα να προσαρμόζεται η εγκαταστημένη ισχύ σύμφωνα με την ζήτηση, με μικρές προσαυξήσεις, αντίθετη με τη δημιουργία μεγάλων βασικών βιομηχανιών ενέργειας που κατασκευάζονται για να καλύψουν βασικές προτιμήσεις και καθόλου της παρούσας.

Κατεύθυνση βιώσιμης ανάπτυξης :

- Παρέχει μια περισσότερο ήσυχη και καθαρή λειτουργία, μειώνοντας τις εκπομπές ρύπανσης μέσω της μείωσης της κατανάλωσης ορυκτών καυσίμων.
- Οι επενδύσεις σε μεταφορά και διανομή ενέργειας, καθώς και σε κεντρικούς σταθμούς παραγωγής και υποσταθμούς, μειώνονται.
- Παρέχει τη δυνατότητα για αποτελεσματική διαχείριση της ενέργειας και του φορτίου με οικονομικό τρόπο.

Ταυτόχρονα η διεσπαρμένη παραγωγή μπορεί να παρουσιάσει και ορισμένα μειονεκτήματα :

- Η διακοπή της παραγωγής μπορεί να έχει αρνητικές επιπτώσεις στην αξιοπιστία του συστήματος, όπως η δημιουργία νησιδωτών δικτύων, οι καταρρεύσεις τάσεων και επιπλέον προβλήματα.
- Ένα από τα βασικά θέματα είναι η υψηλή τιμή του κεφαλαίου ανά kW εγκατεστημένης ισχύος στη διανεμημένη παραγωγή ενέργειας σε σχέση με τις μεγάλες βιομηχανίες παραγωγής. Επιπλέον, υπάρχει η γνώμη ότι τα έξοδα για την πρωτογενή τροφοδοσία καυσίμου στη διασκορπισμένη παραγωγή θα παραμείνει υψηλότερη σε σχέση την κύρια παραγωγή.
- Η αυξημένη συμβολή της αποκεντρωμένης παραγωγής στην υφιστάμενη δημιουργία θα οδηγήσει σε μειωμένη προτίμηση στα βασικά καύσιμα, με αποτέλεσμα τη μείωση της διαφοροποίησης των πρωταρχικών ενεργειακών αποθεμάτων.
- Η προσθήκη διεσπαρμένης ενέργειας στο δίκτυο μπορεί να οδηγήσει σε λειτουργικές και τεχνικές δαπάνες για την εταιρία ηλεκτρικής ενέργειας. Καθώς η ανάπτυξη της διεσπαρμένης παραγωγής στην αγορά μεγαλώνει, οι εταιρίες οφείλουν να ετοιμάσουν το δίκτυο τους για να ανταποκριθεί σε αυτή την αλλαγή στη παραγωγή. Έτσι, το δίκτυο θα μπορεί να διαχειρίζεται αποτελεσματικά την διπλή ροή ηλεκτρικής ισχύς.

1.7 Τεχνικά θέματα της σύνδεσης κατανεμημένης παραγωγής στο δίκτυο

1.7.1 Γενικά

Οι δομές διανομής έχουν δημιουργηθεί λαμβάνοντας υπόψη τα διαφορετικά μεγέθη της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας και τις καθυστερήσεις στο μεγαλύτερο βαθμό ζήτησης κάθε πελάτη. Η συνολική μέγιστη ζήτηση σε μια δομή διανομής δεν έχει τη δυνατότητα να υπολογιστεί απλά αθροίζοντας τις ατομικές μέγιστες ζητήσεις των καταναλωτών. Για το λόγο αυτό, λαμβάνονται ποικιλίες μεθόδων για τον καθορισμό διαστάσεων των μετασχηματιστών, των εναέριων αγωγών και των καλωδίων που παρέχουν ηλεκτρικό ρεύμα στους καταναλωτές σε καθορισμένες γεωγραφικές ζώνες. Με την αύξηση της παραγωγής, η ζήτηση για καταναλώσεις καλύπτεται κι από την περιφερειακή δημιουργία που συνδέεται στη δομή διανομής, ή σε μέση τάση, ή σε χαμηλή αναλόγως την ισχύ και τη διάσταση της. Είναι αναγκαία η βελτίωση των ηλεκτρονικών δικτύων με κατάλληλο εξοπλισμό και διατάξεις προκειμένου να είναι δυνατή η παρακολούθηση της. Η σύνδεση των μονάδων διεσπαρμένης παραγωγής σε χαμηλότερα επίπεδα τάσης συνεχώς μειώνεται, με αποτέλεσμα να εγκαθίστανται όλο και περισσότερες μονάδες σε αυτά τα επίπεδα. Η ανάγκη για μείωση της τάσης ενισχύεται λόγω της ανάγκης για ενίσχυση της αξιοπιστίας, ιδίως σε πελάτες χαμηλής τάσης που χρησιμοποιούν ευάλωτα μηχανήματα ή λειτουργίες. Για την ασφάλεια και την αποδοτική λειτουργικότητα ενός ηλεκτρικού δικτύου, χρησιμοποιούνται μηχανήματα ρύθμισης και προστασίας. Αυτές οι συσκευές ελέγχουν την ροή της ηλεκτρικής ενέργειας προς τον καταναλωτή, με στόχο την υψηλή ποιότητα ενέργειας, ελαχιστοποιώντας τα σφάλματα και εξασφαλίζοντας την ασφάλεια του συστήματος. Τα τρέχοντα δίκτυα διανομής δημιουργούνται με σκοπό η απόδοση [8] δικτύων χαμηλής τάσης (XT) και μέσης τάσης (MT) να επηρεάζει την ποιότητα παροχής ηλεκτρικού ρεύματος στους πελάτες, καθώς και πιθανές παραλήψεις στα δίκτυα υψηλής τάσης (YT) δεν θα καθορίζουν τους πελάτες που συνδέονται στα XT και MT. Η σύνδεση των μονάδων κατανεμημένης παραγωγής στο δίκτυο είναι αναγκαίο να συμμορφώνεται με βασικές αρχές προκειμένου να μη δημιουργούνται προβλήματα στους άλλους πελάτες και να είναι συμβατές με το δίκτυο διανομής και τις εγκαταστάσεις παραγωγής. Απαιτείται να αλλάξουν οι μέθοδοι προστασίας του δικτύου, καθώς σε πολλά δίκτυα διανομής χρησιμοποιείται μονόδρομη παροχή ισχύος. Για να συνδεθούν εγκαταστάσεις παραγωγής στο δίκτυο, η βασική προϋπόθεση είναι η επαρκής υποδομή του δικτύου, όπως γραμμών, υποσταθμών και μετασχηματιστών. Σε περίπτωση που οι υπάρχουσες γραμμές δεν είναι επαρκείς ή υπάρχουν διαταραχές στην τάση του δικτύου, τότε αναλύονται διάφορες λύσεις με σειρά προτεραιότητας. Αυτές περιλαμβάνουν την άμεση σύνδεση στους μετασχηματιστές μέσης τάσης του σταθμού XT/MT μέσα από συγκεκριμένη γραμμή σύνδεσης, την ενσωμάτωση καινούργιου μετατροπέα XT/MT την βελτίωση του υπάρχοντος δικτύου μέσης τάσης και τη δημιουργία ενός συγκεκριμένου υποσταθμού XT/MT, όπου η σύνδεση γίνεται κατευθείαν στο δίκτυο XT.

1.7.2 Ποιότητα τάσης του δικτύου

Η ανάλυση των επιπτώσεων της διασποράς παραγωγής στην ποιότητα τάσης του δικτύου εκτελείται στη θέση κοινής σύνδεσης, το οποίο είναι το κοντινότερο σημείο στις υποδομές του πελάτη-παραγωγού όπου έχει τη δυνατότητα να συνδεθεί ή συνδέεται διαφορετικός καταναλωτής ή παραγωγός. Αυτό το σημείο δεν είναι απαραίτητο να βρίσκεται στο τέλος των υποδομών, αυτό συμβαίνει στη θέση του δικτύου ΧΤ είτε ΜΤ που οι υποδομές του δημιουργού είναι δυνατόν να μην ικανοποιούνται οι προϋποθέσεις ποιότητας τάσης σε σημεία του δικτύου που βρίσκονται πιο κοντά στις εγκαταστάσεις παραγωγής. Είναι σημαντικό να τηρούνται οι κανονισμοί ακόμα και στη θέση διασύνδεσης στο δίκτυο, ώστε να διασφαλίζεται η ορθή εφαρμογή των υποδομών του πελάτη, με τα έξοδα των κατασκευών σύνδεσης να έχει επιπτώσεις. Επιπλέον πρέπει να διασφαλίζεται ότι οι εγκαταστάσεις που πρόκειται να συνδεθούν δεν επηρεάζουν τη δραστηριότητα των συστημάτων Τηλεχειρισμού Αστικής Συχνότητας ή παρόμοιων συστημάτων στο δίκτυο [9]

1.7.3 Μέσα ζεύξης/απόζευξης

Η σημασία των μέσων ζεύξης/απόζευξης και ασφάλειας στη διασύνδεση παράγωγου δικτύου είναι κρίσιμη για τη συμμόρφωση με τις ρυθμίσεις ασφαλείας του δικτύου και αποτροπή επικίνδυνων συνθηκών. Οι προστατευτικές διατάξεις οφείλουν να εγγυάται ότι σε περίπτωση σφάλματος, οι γεννήτριες θα αποσυνδεθούν άμεσα, προκειμένου να αποφευχθεί ο κίνδυνος μονωμένης λειτουργίας των τοποθετήσεων (ίσως με μέρος του δικτύου). Για να προστατευθούν οι εγκαταστάσεις από μηχανικές καταπονήσεις και υψηλές υπερεντάσεις, όταν εφαρμόζονται ρυθμίσεις αυτόματης ανασυγκρότησης στο δίκτυο, η απόζευξη χρειάζεται να γίνεται πριν από την επαναφορά των διακοπών του δικτύου. Επιπλέον, απαιτείται η σύνδεση να έχει ενσωματωμένη μέθοδο αποσύνδεσης, το οποίο να μπορεί να διακόπτει την τροφοδοσία φορτίου και να είναι προσβάσιμο σε οποιαδήποτε στιγμή από το προσωπικό διαχείρισης του δικτύου.

1.7.4 Καταμέτρηση Ενέργειας

Συνήθως, η καταμέτρηση της ενέργειας που αποδίδεται στο δίκτυο εκτελείται στη θέση σύνδεσης, σε εκείνο το μέρος επίσης συμβαίνει και η αξιολόγηση των συνεπειών από τη δραστηριότητα των τοποθετήσεων. Η ενέργεια που καταναλώνουν τα φορτία των υποδομών του παραγωγού μετριέται από τη θέση διασύνδεσης στο δίκτυο. Αν η συγκεκριμένη γραμμή είναι αρκετά μικρή, οι δυο μετρητές μπορεί να τοποθετηθούν στην ίδια θέση, στο τέλος των τοποθετήσεων του δημιουργού. Στην κατάσταση για την κατάργηση της απορροφημένης και αποδιδόμενης ενέργειας, πρέπει να χρησιμοποιούνται διαφορετικοί μετρητές, έστω και για τις διασυνδέσεις στο δίκτυο χαμηλής τάσης. Αν και για την τελευταία περίπτωση παρουσιάζεται η επιλογή της χρήσης ενός κοινού μετρητή (ενεργειακός συμψηφισμός). Η ισχύς που παράγει ο

δημιουργός, συν την ισχύ που καταναλώνει ως πελάτης διαβιβάζονται μέσω της ίδιας πηγής, σύμφωνα με την πηγή [9].

1.7.5 Ασφάλεια

Η εκτέλεση οποιασδήποτε δραστηριότητας πλησίον σε ενεργό ηλεκτρικό εξοπλισμό ενδέχεται να είναι επικίνδυνη σε περίπτωση που δεν χρησιμοποιείται ασφαλή σχεδιασμός και εξοπλισμός. Η διάχυτη παραγωγή ενός ηλεκτρικού συστήματος μπορεί να αποτελέσει απειλή για την προστασία των ανθρώπων και την περιουσία τους. Υπάρχουν φόβοι σχετικά με το ενδεχόμενο οι διανεμημένες πηγές παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας να συνεχίζουν να προμηθεύουν ηλεκτρικό ρεύμα στο δίκτυο ακόμα και όταν υπάρχει πρόβλημα σε κάποιο τμήμα του δικτύου. Η νησιδοποίηση αποτελεί ένα φαινόμενο που μπορεί να προκαλέσει φοβίες σχετικά με την προστασία, όποτε ένα σύστημα δεν έχει σχεδιαστεί για την ανίχνευση της απώλειας ενέργειας και εξακολουθεί να τροφοδοτεί ισχύ σε ένα μέρος του δικτύου που είναι απομονωμένο. Η νησιδοποίηση ενδέχεται να προκαλέσει είτε μικρή είτε μεγάλη τάση, συχνές και μεγάλες, καθώς και προβλήματα στην ποιότητά της ηλεκτρικής ενέργειας. Η επίλυση των προβλημάτων μπορεί να επιτευχθεί μέσα από τρόπους ανίχνευσης και εργαλείων που περιλαμβάνει ρυθμίσεις ώστε να αποσυνδέει την πηγή του καταναλωτή, όποτε το δίκτυο δεν μπορεί να είναι διασυνδεδεμένο. Η ανάγκη για έναν κουμπί αποκοπής όπου θα έχει πρόσβαση η επιχείρηση ηλεκτρικής ενέργειας, δεν είναι απαραίτητη αν τα εργαλεία της διεσπαρμένης παραγωγής είναι σχεδιασμένοι ,είτε για να κλείνει είτε για να αποκόπτεται αυτομάτως και δεν μπορεί να παραβληθεί από τον πελάτη με το χέρι. Με την ταχεία ανάπτυξη των συστημάτων διανεμημένης παραγωγής που σχετίζονται στο δίκτυο, η χειρωνακτική αποκοπή των περισσότερων συστημάτων δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί.

1.7.6 Σταθερότητα Δικτύου

Η σταθερότητα του ηλεκτρικού δικτύου είναι η δυνατότητά του να συναντά αποτελεσματικά τις τροποποιήσεις στις καταστάσεις εφαρμογής όπως σφάλματα, συνεχόμενη υψηλή πίεση, κλείσιμο και διαστολή μεγάλων φορτίων/γεννητριών και κεραυνών. Η ευστάθεια του δικτύου μπορεί να προκαλέσει ολοκληρωτική απώλεια ηλεκτρικής ενέργειας σε συγκεκριμένα τμήματα ή σε ολόκληρο το ηλεκτρικό δίκτυο, γνωστή ως «black out». Ακολουθούν τα πιο κρίσιμα ζητήματα σταθερότητα του δικτύου που σχετίζονται με τη κατανεμημένη παραγωγή [6].

A. Καταστάσεις υπέρτασης του δικτύου :

Οι καταστάσεις υψηλής πίεσης προκύπτουν από την ενσωμάτωσή διασκορπισμένης παραγωγής στα παλαιά ακτινικά δίκτυα. Οι στάθμες πίεσης διαφέρουν ανάμεσα στα ηλεκτρικά δίκτυα. Οι ηλεκτρικές συσκευές του δικτύου (όπως εναέριες γραμμές,

μετασχηματιστές, καλώδια κλπ.), έχουν δημιουργηθεί ώστε να αντέχει σε μια ποικιλία επιπέδων τάσης, πχ $\pm 10\%$ της ονομαστικής τάσης. Αυτό διευκολύνει την διαχείριση των μεταβολών της τάσης και συμβάλλει στη μείωση του κόστους κατασκευής του εξοπλισμού. Η υπέρβαση των επιτρεπόμενων ορίων τάσης, τόσο σε υψηλές όσο και σε χαμηλές οδηγεί σε αστάθεια του δικτύου και μπορεί να προκαλέσει ζημιές σε ηλεκτρικό εξοπλισμό. Με τη σύνδεση διασκορπισμένης παραγωγής στο δίκτυο μπορεί να προκύψουν υπερτάσεις και υποτάσεις κατά τη διαδικασία σύνδεσης και αποσύνδεσης των μονάδων. Για να διατηρηθεί η τάση εντός επιθυμητών ορίων, ελέγχεται πρωτίστως ο λόγος μέσης προς χαμηλή τάση του μετασχηματιστή του υποσταθμού. Σε πλήθος δικτύων εφαρμόζονται προηγμένες τεχνικές ελέγχου της τάσης, οι οποίες περιλαμβάνουν τη ρύθμιση των λήψεων του αυτομετασχηματιστή, βασισμένες στην αξιολόγηση της μείωσης τάσης που προκύπτει από εκτιμήσεις της ενέργειας. Οι ηλεκτρικές δομές ασφάλειας έχουν δημιουργηθεί ώστε να εντοπίζουν τις καταστάσεις εκτενής υψηλής πίεσης στις ηλεκτρικές δομές και να απομακρύνουν ορισμένα μέρη του δικτύου, με σκοπό την ασφάλεια του εξοπλισμού από πιθανές βλάβες. Η ασταθής κατάσταση στο δίκτυο είναι δυνατόν να προκύψει όταν αρκετά μέρη του δικτύου διανομής αποκοπούν σε γρήγορο χρονικό περίοδο εξαιτίας υψηλής πίεσης. Η απειλή εντείνεται όποτε παρατηρείται συγκέντρωση καινοτομιών διασκορπισμένης γεωγραφικής περιοχής, για παράδειγμα αρκετοί ηλιακοί συλλέκτες θα λειτουργούν στο ανώτατο όριο τους κατά το διάστημα των μεσημεριανών ωρών. Η ηλεκτρική σταθερότητα του δικτύου παρίσταται κρίσιμο να περιοριστούν οι μεταβολές της τάσης με τη χρήση μιας διαδικασίας που ορίζεται ρύθμιση της τάσης. Οι παρακάτω μέθοδοι έχουν την δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν σχετικά με την καταπολέμηση των καταστάσεων υψηλής πίεσης.

1) Ρύθμιση μη ενεργής ισχύος :

Μια μέθοδος για τη προσαρμογή του επιπέδου της τάσης που εφαρμόζεται σε μεγάλα βαθμό στα ηλεκτρικά δίκτυα είναι η άντληση άεργης ισχύος, ενώ ταυτόχρονα παρέχεται ενεργός ισχύς, διαδικασία που είναι γνωστή ως διόρθωση του συντελεστή ισχύος. Αυτή η προσέγγιση αφορά κυρίως τους ηλιακούς αντιστροφείς, ενώ η συγκεκριμένη μονάδα εξέτασης θα πρέπει να εφαρμόζεται αυτοματοποιημένα. Η ικανότητα των αντιστρωφικών ηλιακών συλλεκτών να δημιουργούν ενέργεια με συντελεστή ισχύος διαφορετικό από τη μονάδα, έχει τη δυνατότητα να προσαρμόζει την τάση στη θέση όπου συνδέονται οι διάφορες γραμμές. Ο αντιστροφέας έχει τη δυνατότητα να απορροφήσει άεργό ισχύ, δραστηριοποιώντας επαγωγικά και βοηθώντας στη ελάττωση της αύξησης της τάσης. Παρομοίως, με τη χωρητικότητα παρέχει άεργη ενέργεια στο δίκτυο όταν υπάρχει πτώση τάσης.

2) Έλεγχος εξερχόμενης στο δίκτυο ενέργειας – Περικοπή ενεργού ισχύος :

Τα συστήματα διασκορπισμένης παραγωγής έχουν την δυνατότητα να διαθέτουν εργαλεία για τον απομακρυσμένο έλεγχο της ενέργειας που εκδίδεται στο δίκτυο. Σε περιπτώσεις υπερφόρτωσης (σε συνθήκες χαμηλού φορτίου) των γραμμών διανομής και του εξοπλισμού, οι εταιρίες [10] ηλεκτρισμού έχουν την δυνατότητα να

ελαττώσουν την πραγματική ενέργεια του συστήματος από απόσταση. Αυτή η μέθοδος θα είναι εφικτό να επιτρέψει την επίτευξη υψηλότερης ισχύος σε σύγκριση με το όριο που θα μπορούσε να γίνει ανεκτό με τις διατάξεις για την επίτευξη της τάσης.

B. Βραχυκυκλώματα στο σύστημα διανομής :

Η συμβολή των διεσπαρμένων γεννητριών στο ρεύμα βραχυκύκλωσης μπορεί να οδηγήσει στην αποσύνδεση υγιών γραμμών που συνδέονται με αυτές, εξαιτίας της ταχείας αντίστασης των ανυψωμένων γραμμών μέσης τάσης σε λάθη των δομών. Σε ορισμένες συνθήκες, όταν οι διασκορπισμένες μηχανές παραγωγής ενέργειας μένουν διασυνδεδεμένες σε μια μη λειτουργική γραμμή, είναι δυνατόν να συντηρήσουν τη γραμμή σε κατάσταση διέγερσης και να αποφύγουν την εκδήλωση με το σχήμα τόξου. Στα εντός πόλης κέντρα όπου υπάρχει υπόγεια καλωδίωση, τα ρεύματα που προέρχονται από συστήματα διασκορπισμένης παραγωγής είναι περιορισμένα σε σχέση με το μεγάλο ρεύμα βραχυκύκλωσης του δικτύου. Κατά συνέπεια, δεν προβλέπεται ούτε μια μη θετική επίπτωση στην διόρθωση των λαθών. Παρ' όλα αυτά, με την αυξημένη είσοδο της διασκορπισμένης παραγωγής και σε περίπτωση που προκύψουν ζημιές στο τέλος της γραμμής με μεγάλη αντίσταση, τα ρεύματα από τους ηλιακούς συλλέκτες καθώς και επιπλέον συστήματα ενδέχεται να επηρεάσουν τον εντοπισμό και την ανασυγκρότηση των σφαλμάτων. Για να διασφαλιστεί η ευστάθεια, τα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας και να αποφευχθεί η αρνητική επίδραση από τη μαζική αποσύνδεση της παραγωγής ισχύος είναι απαραίτητο τα μικρά σφάλματα που συμβάλουν στην πτώση της τάσης, χωρίς να προκαλούν την απομάκρυνση των συστημάτων διασκορπισμένης δημιουργίας από το δίκτυο. Οι συνθήκες ασφαλείας δεν θα αναγκάσει να είναι υπερβολικά ευάλωτες, με σκοπό να μην προκαλούν ταυτόχρονη απομάκρυνση μεγάλου όγκου διεσπαρμένης παραγωγής κατά το χρονικό διάστημα ηλεκτρικών διαταραχών στο σύστημα, διότι κάτι τέτοιο θα οδηγούσε στη μη σταθερότητα του συστήματος.

1.8 Καθεστώς υποστήριξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην χώρα μας

1.8.1 Γενικά

Οι κυριότερες μέθοδοι που έχουν υλοποιηθεί στη χώρα μας έως τώρα για την εξέλιξη των ΑΠΕ είναι :

- Από το 1994, η Ελλάδα υιοθετεί ένα σύστημα FiT για την παραγόμενη ενέργεια, το οποίο καθορίζει μια σταθερή τιμή που αντιστοιχεί σε ποσοστό της τρέχουσας τιμής του Γενικού τιμολογίου μέσης τιμής. Οι τιμές διαφέρουν μεταξύ του διασυνδεδεμένου συστήματος και των μη διασυνδεδεμένων νησιών. Η διαφορά στο κόστος συμπληρώνεται διαμέσου ενός ειδικού τέλους

που πληρώνουν οι πελάτες. Αυτό το τέλος μετριέται για το σύστημα με βάση την απόκλιση από την οριακή τιμή συστήματος, αντίθετα για τα νησιά υπολογίζεται με βάση τη μέση μεταβλητή δαπάνη παραγωγής, το οποίο κυρίως περιλαμβάνει το κόστος καυσίμου. Σε κάποια νησιά, η απόκλιση αυτή μπορεί να είναι αμελητέα ή ακόμα και αρνητική.

- Επιδοτήσεις για κατασκευές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, περιλαμβανομένων χρηματοδοτήσεων για τα δίκτυα σύνδεσης.
- Πέρα από την σημασία που δίνεται στην ένταξη των σταθμών ΑΠΕ στο δίκτυο και στο σύστημα, ένα σημαντικό κίνητρο για την ανάπτυξη τους ενός είναι η αποδέσμευση από την ευθύνη καταβολής κόστους κατανάλωσης.

Συγκεκριμένα για τους ηλιακούς συλλέκτες υφίστανται δυο μέθοδοι που επιτρέπουν στους καταναλωτές-παραγωγούς να εκμεταλλεύονται έξυπνα, οικολογικά και οικονομικά την ηλιακή ενέργεια.

1. Το Feed-in-Tariff είναι ένα σύστημα (εικόνα 1.3) το οποίο αναφέρεται στην εγκατάσταση ενός φωτοβολταϊκού συστήματος που είναι συνδεδεμένο με το δίκτυο της Δημόσιας Επιχείρησης Ηλεκτρισμού, κατά κανόνα στο δίκτυο διανομής χαμηλής τάσης ή σε υψηλότερες μονάδες που λειτουργούν στη μέση τάση. Σε αυτή την κατάσταση ο καταναλωτής της ΔΕΗ εξακολουθεί να προμηθεύεται ηλεκτρικό ρεύμα από τη ΔΕΗ, ενώ παράλληλα εμπορεύεται την ηλεκτρική ενέργεια που δημιουργείται από το ηλιακούς συλλέκτες του συστήματος στη Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού, σε τιμή που καθορίζεται από τον νόμο. Εκτός από τον μετρητή χρήσης που καταγράφει το ηλεκτρικό ρεύμα που χρησιμοποιεί ο χρήστης, εγκαθίσταται καινούργιος μετρητής από τη Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού που επιστρέφεται στο δίκτυο (που εξέρχεται προς το δίκτυο της ΔΕΗ). Σε αυτό το σημείο, πραγματοποιείται «λογιστικός» συμψηφισμός της ισχύς, όπου οι δείκτες των 2 μετρητών μεταβάλλονται σε χρηματική αξία και μειώνονται η μια από την άλλη, με τη διαφορά να καταχωρείται στον πελάτη.
2. Το 2015 και έπειτα, οι καταναλωτές έχουν τη δυνατότητα να γίνουν αυτοπαραγωγοί και ιδιοκαταναλωτές μέσω του συστήματος net metering, επιτρέποντας τους να χρησιμοποιούν το ηλεκτρικό ρεύμα που παράγουν από τους ηλιακούς συλλέκτες τους, καθώς παραμένουν συνδεδεμένοι με τη δημόσια επιχείρηση ηλεκτρισμού. Στη συγκεκριμένη κατάσταση, παρατηρούμε την «ενεργειακή» αντιστάθμιση του εισερχόμενου και του εξερχόμενου ηλεκτρικού ρεύματος. Συμπεριληπτικά με τη βοήθεια δυο μετρητών, υπολογίζεται η διαφοροποίηση ανάμεσα της ενέργειας που δημιουργείται από τα φωτοβολταϊκά και της ενέργειας που χρησιμοποιεί ο πελάτης από τη δημόσια επιχείρηση ηλεκτρισμού.



Εικόνα 1.3 Feed-in-Tariff ([11])

1.8.2 Κοστολόγηση ηλεκτρικής ενέργειας

Η κοστολόγηση των διαφορετικών καινοτόμων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι σχεδιασμένη ώστε να διασφαλίζεται η αειφόρα των χρηματοδοτήσεων και να παρέχεται ικανοποιητική παρότρυνση στους επενδυτές. Ο ενδιαφερόμενος που επιθυμεί να συνδέσει τον σταθμό ηλεκτρικού ρεύματος από ΑΠΕ στο δίκτυο, υπογράφει συμβόλαιο πώλησης ηλεκτρικού ρεύματος με τον υπεύθυνο του συστήματος. Ο τύπος, το περιεχόμενο και η διαδικασία σύνταξης των συμβάσεων πώλησης ηλεκτρικού ρεύματος καθορίζονται με εντολή του Υπουργείου Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, ύστερα από πρόταση του υπεύθυνου διαχειριστή Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας. Κατά την τελευταία δεκαετία, οι περισσότερες φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις στη χώρα μας είναι συνδεδεμένες με το σύστημα Fit, κάτι που προκύπτει στις ιδιαίτερα ευνοϊκές χορηγήσεις που έχουν παρασχεθεί από τη χώρα και την Ευρωπαϊκή Ένωση. Στις 6 Ιουνίου 2006, εγκρίθηκε ο νόμος 3468, ο οποίος ορίζει ότι καθεμία kwh που δημιουργείται από ηλιακή ενέργεια και διοχετεύεται στο δίκτυο της ΔΕΗ θα επιδοτείται με το κόστος που αναγράφεται στον πίνακα που ακολουθεί :

Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από:	Διασυνδεδεμένο Σύστημα	Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά
Ηλιακή ενέργεια που αξιοποιείται από φωτοβολταϊκές μονάδες, με εγκατεστημένη ισχύ $\leq 100\text{kWp}$, οι οποίες εγκαθίστανται σε ακίνητο ιδιοκτησίας ή νόμιμης κατοχής, ή όμορα ακίνητα του ίδιου ιδιοκτήτη ή νομίμου κατόχου	450 €/MWh	500 €/MWh
Ηλιακή ενέργεια που αξιοποιείται από φωτοβολταϊκές μονάδες, με εγκατεστημένη ισχύ $> 100\text{kWp}$	400 €/MWh	450 €/MWh

Πίνακας 1.2 Κοστολόγηση ηλιακής ενέργειας σύμφωνα με το Ν. 3468/2006 ([19])

Το συμβόλαιο πώλησης ηλεκτρικού ρεύματος έχει διάρκεια δέκα ετών και έχει τη δυνατότητα να επεκταθεί για περισσότερα από δέκα χρόνια, με μονομερή εντολή του παραγωγού, ο οποίος οφείλει να υποβάλει έγγραφη δήλωση τουλάχιστον τρεις μήνες από το τέλος της αρχικής σύμβασης. Με την νέα αυτή νομοθεσία απλοποιείται η διαδικασία αδειοδότησης των φωτοβολταϊκών συστημάτων, καθώς για τα συστήματα ισχύος έως 150 kwh δεν είναι πλέον απαραίτητες οι πιστοποιήσεις παραγωγής λειτουργίας και εγκατάστασης. Με τον νόμο 3851, εισήχθησαν νέες διατάξεις για τα ηλιακά συστήματα, οι οποίες προσαρμόζουν τα κόστη μεσοπρόθεσμα και τις συνδέουν άμεσα με τη μέση οριακή τιμή του συστήματος (μοΤΣ) μακροχρόνια. Το συμβόλαιο πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας που προέρχεται από σταθμούς ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έχει διάρκεια είκοσι ετών και μπορεί να παραταθεί με έγγραφη συμφωνία των συμβαλλόμενων, δεδομένου ότι η συναφή άδεια παραγωγής παραμένει σε ισχύ. Η κοστολόγηση του ηλεκτρικού ρεύματος που δημιουργείται από ηλιακούς συλλέκτες βασίζεται στα δεδομένα του παρακάτω πίνακα:

Έτος / Μήνας	Τιμή Ενέργειας (€/MWh)		
	Διασυνδεδεμένο Σύστημα		Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά
	A >100 kW	B ≤100 kW	Γ >100 kW
2009 Φεβρουάριος	400,00	450,00	450,00
2009 Αύγουστος	400,00	450,00	450,00
2010 Φεβρουάριος	400,00	450,00	450,00
2010 Αύγουστος	392,04	441,05	441,05
2011 Φεβρουάριος	372,83	419,43	419,43
2011 Αύγουστος	351,01	394,89	394,89
2012 Φεβρουάριος	333,81	375,54	375,54
2012 Αύγουστος	314,27	353,55	353,55
2013 Φεβρουάριος	298,87	336,23	336,23
2013 Αύγουστος	281,38	316,55	316,55
2014 Φεβρουάριος	268,94	302,56	302,56
2014 Αύγουστος	260,97	293,59	293,59
Για κάθε έτος ν από το 2015 και μετά	1,3 $\chi\mu\text{OT}\Sigma_{\nu,j}$	1,4 $\chi\mu\text{OT}\Sigma_{\nu,j}$	1,4 $\chi\mu\text{OT}\Sigma_{\nu,j}$

Πίνακας 1.3 Κοστολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας που δημιουργείται από ηλιακούς συλλέκτες, με βάση τον Ν.3851/2010([19]).

Οι αξίες ενδέχεται να αλλάξουν, καθώς εξετάζεται η συμμετοχή ηλιακών σταθμών στην ενεργειακή ισορροπία της χώρας, η κατηγορία εκπλήρωσης των εθνικών προτεραιοτήτων για την διείσδυση των ηλιακών συλλεκτών, καθώς και οι συνέπειες για του καταναλωτές από το αντίστοιχο φορτίο που προκύπτει από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Όπως δείχνουν οι διάφοροι πίνακες , τα σταθερά κόστη πώλησης της δημιουργημένης ισχύος εμφανίζουν μια συνεχώς χαμηλή τάση, που σε πολλές καταστάσεις παρίσταται ιδιαίτερα έντονη. Με τις επόμενες υπουργικές διατάξεις, η κοστολόγηση της φωτοβολταϊκής ηλεκτρικής ενέργειας υπήρξε αλλαγή στα χρόνια που ακολούθησαν, έπειτα το νόμο 3851/2010. Με υπουργική διάταξη που δημοσιεύθηκε στο ΦΕΚ Β' 2317 το 2012 καθορίστηκε η τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος που δημιουργείται από τους ηλιακούς συλλέκτες και παρέχεται στο δίκτυο, βάσει τους αντίστοιχους πίνακες :

Μήνας / Έτος	Τιμή (€/MWh)
Αύγουστος 2012	250,00
Φεβρουάριος 2013	238,75
Αύγουστος 2013	228,01
Φεβρουάριος 2014	217,75
Αύγουστος 2014	207,95
Φεβρουάριος 2015	198,59
Αύγουστος 2015	189,65
Φεβρουάριος 2016	181,12
Αύγουστος 2016	172,97
Φεβρουάριος 2017	165,18
Αύγουστος 2017	157,75
Φεβρουάριος 2018	150,65
Αύγουστος 2018	143,87

Πίνακας 1.4 Κοστολόγηση ηλεκτρικού ρεύματος που δημιουργείται από ηλιακά συστήματα σε στέγες και κτιριακές εγκαταστάσεις, βάσει το ΦΕΚ Β'2317 ([19]).

	Διασυνδεδεμένο		Μη Διασυνδεδεμένο (ανεξαρτήτως ισχύος)
	> 100kW	≤ 100kW	
Αύγουστος 2012	180,00	225,00	225,00
Φεβρουάριος 2013	171,90	214,88	214,88
Αύγουστος 2013	164,16	205,21	206,21
Φεβρουάριος 2014	156,78	195,97	195,97
Αύγουστος 2014	149,72	187,15	187,15
Για κάθε ν έτος από το 2015 και μετά	$1,3 \times \mu ΟΤΣ_{ν-1}$	$1,4 \times \mu ΟΤΣ_{ν-1}$	$1,4 \times \mu ΟΤΣ_{ν-1}$

Πίνακας 1.5 Κοστολόγηση (€/MWh) ηλεκτρικού ρεύματος που δημιουργείται από ηλιακά συστήματα (εκτός στεγών και κτιριακών εγκαταστάσεων), βάσει το ΦΕΚ Β'2317 ([19]).

Μια ακόμη αξιοσημείωτη εξέλιξη είναι η επέκταση των συμβολαίων πώλησης ρεύματος στα δίκτυα για όλους τους ηλιακούς συλλέκτες, η οποία παρατείνεται κατά επτά έτη. Η πώληση της παραγόμενης ενέργειας κατά την εν λόγω περίοδο θα πραγματοποιείται με τιμή 90 €/MWh. Επίσης, η ελάττωση των τιμών αποζημίωσης του μη συνδεδεμένου συστήματος ήταν μικρότερη από αυτή που είχε προβλεφθεί. Οι τελικές τιμές αποζημίωσης για τους φωτοβολταϊκούς σταθμούς, κατά είδος, σχηματίζονται ως :

ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ															
Ποσό Διατίθεσης	ΦΒ Σταθίων (€/MWh)	ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ										ΜΗ ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ			
		P≤100kW		100kW<P ≤500kW		500kW<P ≤1MW		1MW<P ≤5MW		P>5MW		P≤100kW		100kW<P	
		XE	ME	XE	ME	XE	ME	XE	ME	XE	ME	XE	ME	XE	ME
Πριν το 2009	-	-	445	-	390	-	385	-	385	-	385	-	400	-	440
Α Τριμ. 2009	-	-	440	-	375	-	365	-	365	-	355	-	480	-	380
Β Τριμ. 2009	-	-	435	-	370	-	345	-	345	-	325	-	460	-	370
Γ Τριμ. 2009	-	-	430	-	365	-	325	-	325	-	315	-	430	415	360
Δ Τριμ. 2009	-	-	425	-	350	-	315	-	300	400	300	-	410	415	350
Α Τριμ. 2010	-	-	400	-	335	-	315	-	290	390	280	-	385	415	330
Β Τριμ. 2010	-	-	380	-	315	-	315	400	285	390	270	500	370	410	310
Γ Τριμ. 2010	-	-	365	-	295	400	295	380	260	375	255	490	355	405	275
Δ Τριμ. 2010	-	-	345	395	280	395	280	355	245	360	240	470	335	400	275
Α Τριμ. 2011	-	-	335	390	270	375	260	340	235	335	225	455	330	360	245
Β Τριμ. 2011	-	-	320	375	260	365	250	330	225	320	220	440	315	360	245
Γ Τριμ. 2011	470	430	305	360	250	360	245	310	215	300	205	415	295	335	230
Δ Τριμ. 2011	470	405	285	330	230	325	225	290	200	280	190	390	280	305	210
Α Τριμ. 2012	415	375	265	305	215	295	205	260	180	260	180	365	265	280	195
Β Τριμ. 2012	385	360	240	280	195	265	185	235	165	230	155	330	240	270	190
Γ Τριμ. 2012	340	360	225	265	185	250	175	215	150	210	145	305	220	260	180
Δ Τριμ. 2012	295	340	215	255	180	240	165	205	145	195	135	290	215	240	170
Α Τριμ. 2013	295	285	205	240	170	240	145	195	140	190	130	280	205	220	155
Β Τριμ. 2013	270	270	195	185	160	185	145	185	140	180	130	270	195	185	150
Γ Τριμ. 2013	220	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Δ Τριμ. 2013	175	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Πίνακας 1.6 Κοστολόγηση (€/MWh) ηλεκτρικού ρεύματος που δημιουργείται από ηλιακούς σταθμούς, βάση τον Ν.4254/2014 ([19])

Οι παρακάτω τιμές ισχύουν για τα φωτοβολταϊκά που συνδέθηκαν στο δίκτυο κατά το δεύτερο εξάμηνο του 2013.

	ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ													
	ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ										ΜΗ ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ			
Περίοδος Διασύνδεσης	P≤100kW		100kW<P≤ 500Kw		500kW<P≤ 1MW		1MW<P ≤5MW		P>5MW		P≤100Kw		100kW<P	
	ΧΕ	ΜΕ	ΧΕ	ΜΕ	ΧΕ	ΜΕ	ΧΕ	ΜΕ	ΧΕ	ΜΕ	ΧΕ	ΜΕ	ΧΕ	ΜΕ
Γ Τριμ. 2013	300	215	205	175	205	160	205	155	205	150	285	205	205	165
Δ Τριμ. 2013	290	210	200	170	200	155	200	150	200	145	280	200	200	160

Πίνακας 1.7 Κοστολόγηση (€/MWh) ηλεκτρικού ρεύματος που δημιουργείται από ηλιακούς σταθμούς, με βάση το Ν.4254/2014 ([19]).

Ακόμη και με τη αδιάκοπη πτώση της τιμής FiT, τα ηλιακά συστήματα εξακολουθούσαν να επεκτείνονται στη χώρα μας μέχρι το 2013, καθώς έχουμε επισημάνει προηγουμένως. Ωστόσο, το 2014 η συνθήκη έμεινε αμετάβλητη, κυρίως επειδή το προκαθορισμένο κόστος για τα φωτοβολταϊκά συστήματα είχε μειωθεί σημαντικά, φτάνοντας το φθινόπωρο του 2014 τα 90€/MWh για τα μεγαλύτερα συστήματα. Έτσι, οι καταναλωτές απέκτησαν επιφυλακτικότητα και δεν εμπιστεύονταν πια το σύστημα FiT. Η νέα κατάσταση, όπου οι διασφαλισμένες τιμές αγοράς της ενέργειας που παράγεται από ηλιακούς συλλέκτες είναι πιο μικρές από τη λιανική τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος, ιδιαίτερα στη μικρή τάση, υπό ορισμένες προϋποθέσεις, δημιουργεί την προοπτική ότι ο ενεργειακός συμψηφισμός από πελάτες που τοποθετούν φωτοβολταϊκά έχει την δυνατότητα να αναζωογονήσει την αγορά ηλιακών συλλεκτών και να εστιάσει το ενδιαφέρον των πελατών. Το 2013, έχει θεσπιστεί νόμος στο ελληνικό κράτος που επιτρέπει την ιδιοκατανάλωση ενέργειας που δημιουργείται από φωτοβολταϊκά, καθώς και τον συμψηφισμό της παραγόμενης ενέργειας με την κατανάλωση από το κοινό δίκτυο. Ωστόσο, η Κυβερνητική ρύθμιση που καθορίζει επιμέρους στοιχεία του προγράμματος ορίστηκε το 2015.

1.9 Κατηγορίες επιλεξιμότητας καταναλωτών

Οι πελάτες ηλεκτρικού ρεύματος είναι σε θέση να ταξινομηθούν στις παρακάτω βασικές ομάδες :

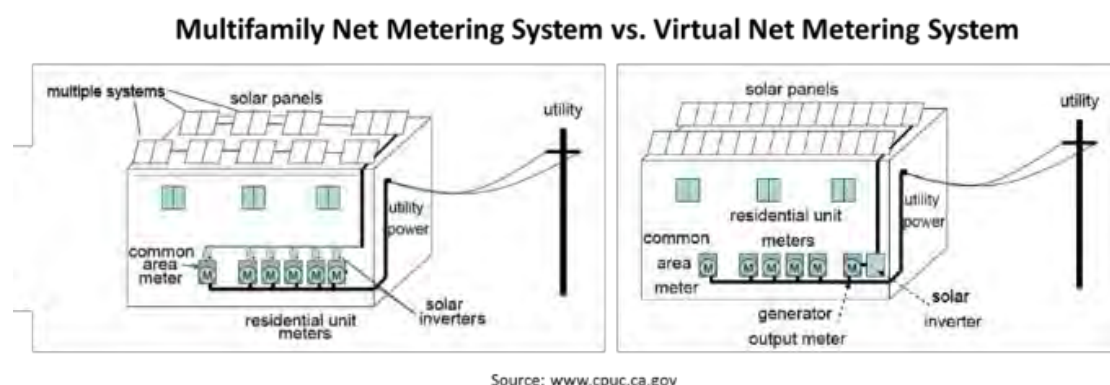
- Οικιακοί
- Επιχειρηματικοί
- Βιοτεχνικοί

Σε κάποια κράτη και πολιτείες των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής , το σύστημα του ενεργειακού συμψηφισμού χρησιμοποιείται κυρίως από οικιακούς πελάτες, αλλά μπορεί επίσης να εφαρμοστεί σε συνδυασμό με εμπορικούς πελάτες. Σε περιπτώσεις, η συμμετοχή, σε αυτά τα συστήματα επιτρέπεται για όλες τις κατηγορίες πελατών. Η απαγόρευση πρόσβασης σε συγκεκριμένες κατηγορίες μπορεί να έχει ως στόχο την προστασία των εσόδων των εταιριών ηλεκτρικής ενέργειας. Ένα από τα αρνητικά αποτελεί ότι η τοποθέτηση μεγάλης διάστασης σταθμών ΑΠΕ ελαττώνεται, με αποτέλεσμα η ενίσχυση της παραγωγής από αποκεντρωμένες πηγές να είναι περιορισμένη.

1.10 Επέκταση του ενεργειακού συμψηφισμού

Στις Ηνωμένες Πολιτείες, υπάρχουν δυο διαφορετικές μορφές του ενεργειακού συμψηφισμού : Το κοινοτικό (community) και ο εικονικός (virtual) ενεργειακός συμψηφισμός [20]. Ο ενεργειακός συμψηφισμός της κοινότητας, γνωστό και ως «neighborhood net metering», δίνει την δυνατότητα στους περισσότερους καταναλωτές της εταιρίας ηλεκτρικής ενέργειας που διαμένουν στην γειτονική ή ίδια ιδιοκτησία να αξιοποιούν από κοινού τα πλεονεκτήματα ενός φωτοβολταϊκού συστήματος. Συγκεκριμένα δίνει την δυνατότητα στους ένοικους μιας πολυκατοικίας, να μοιράζονται τις πιστώσεις του ενεργειακού συμψηφισμού από κοινού. Το ηλεκτρικό ρεύμα ενέργεια παράγεται έχει την δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί σε κάποιο βαθμό στον ίδιο χώρο ή να διοχετευθεί πλήρως πίσω στο δίκτυο μέσα από το σύστημα του ενεργειακού συμψηφισμού. Μια ειδική διάταξη αποτελεί και ο εικονικός ενεργειακός συμψηφισμός. Δίνει την δυνατότητα στους καταναλωτές να αποκτούν πιστώσεις στους

λογαριασμούς τους για την ηλεκτρικό ρεύμα που δημιουργείται από μια διασκορπισμένη τοποθέτηση, η οποία δεν παρίσταται φυσικά διασυνδεδεμένη με τον μετρητή τους, είτε με την ιδιοκτησία. Συνήθως, η εγκατάσταση θα πρέπει να βρίσκεται εντός της ίδιας γειτονίας ή σε ένα καθορισμένο διάστημα. Στο εικονικό ενεργειακό συμψηφισμό, το ηλεκτρικό ρεύμα που παράγεται επιστρέφει πλήρως στο βασικό δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας, χωρίς να χρησιμοποιηθεί είτε ένα μέρος είτε ολόκληρη η ηλεκτρική ενέργεια. Για το λόγο αυτό, ορισμένοι το αποκαλούν «μηχανισμό πίστωσης λογαριασμού» αντί για ενεργειακό συμψηφισμό. Οι καταναλωτές του εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού που χρησιμοποιούν από κοινού μια πηγή παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος, δεν είναι υποχρεωμένοι να σχετίζονται στην ίδια ομάδα χρέωσης. Οι χρηματοδοτήσεις παρέχονται στους παρευρισκόμενους με βάση ένα καθορισμένη αναλογία. Στα περισσότερα κτίρια, κάθε ένοικος διαθέτει τον δικό του μετρητή. Η ατομική μέτρηση υποδηλώνει ότι κάθε μισθωτής καταβάλλει το συγκεκριμένο ποσό για την ηλεκτρικό ρεύμα που έχει καταναλώσει και πως ο ατομικός μετρητής κατανάλωσης κάθε ενοικιαστή συμβάλλει θετικά στην ενεργειακή απόδοση. Με βάση τις τρέχοντες ρυθμίσεις του ενεργειακού συμψηφισμού, η εγκατάσταση ενός φωτοβολταϊκού συστήματος πρέπει να γίνεται πίσω από κάθε μέτρηση (εικόνα 1.4). Η ύπαρξη ξεχωριστού φωτοβολταϊκού συστήματος και αντιστροφέα από την πίσω πλευρά του μετρητή μπορεί να καθιστά το συνολική αξία της χρηματοδότησης του έργου ένα σημαντικό φράγμα.



Εικόνα 1.4 Εγκατάσταση με αρκετούς μισθωτούς και ηλιακά συστήματα υπό τον ενεργειακό συμψηφισμό και ο εικονικός ενεργειακό συμψηφισμό αντίστοιχα ([13]).

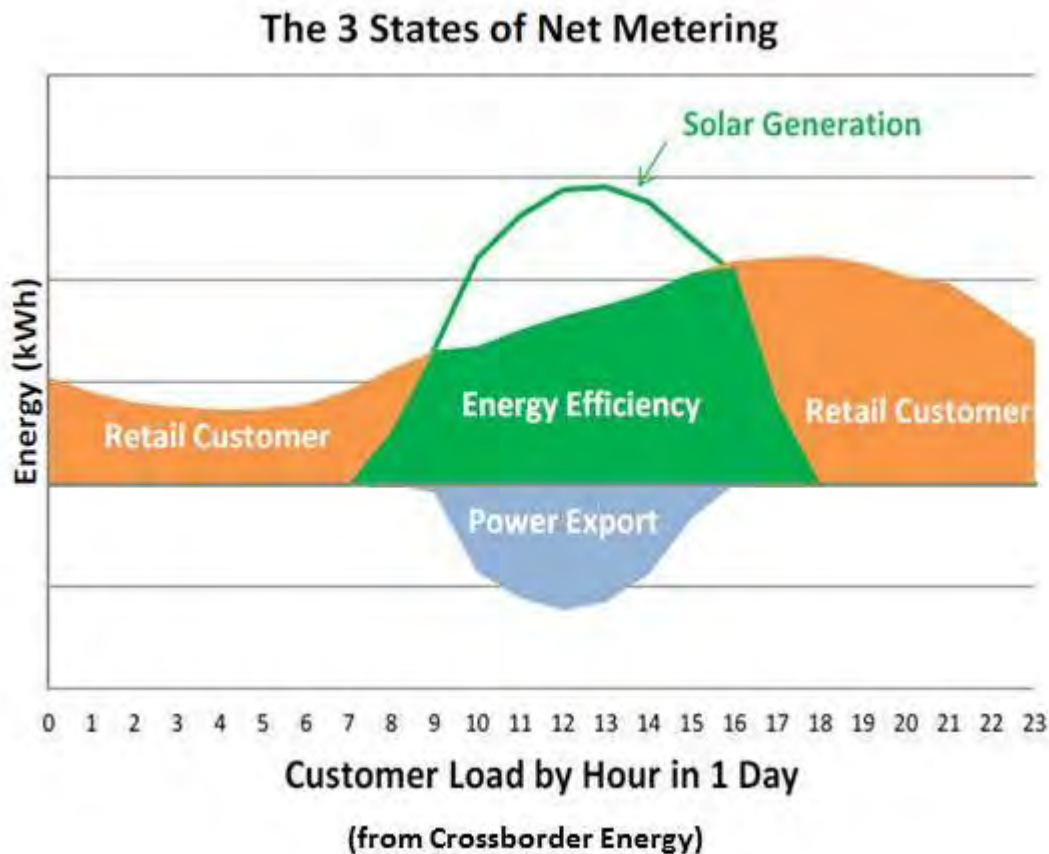
Ο κοινωνικός και ο εικονικός ενεργειακός συμψηφισμός θεωρούνται κρίσιμα, καθώς προσφέρουν την ευχέρεια να αντιμετωπιστούν μερικά εμπόδια που εμποδίζουν αρκετές επιχειρήσεις και οικιακούς πελάτες να έχουν τη διασκορπισμένη παραγωγή και να συμμετάσχουν στον ενεργειακό συμψηφισμό. Αρχικά, ο community ενεργειακός συμψηφισμός συμβάλλει στη μείωση των μεγάλων αρχικών κεφαλαιακών εξόδων που σχετίζονται με την τοποθέτηση του διασκορπισμένου συστήματος παραγωγής, επιτρέποντας τα κόστη ανάμεσα σε πολλούς πελάτες. Επιπλέον το κόστος τοποθέτησης πιο μεγάλων συστημάτων είναι χαμηλότερη ανά watt, γεγονός όπου επιτρέπει σε μονάδες καταναλωτών να εκμεταλλευτούν την οικονομική κλίμακα και να αποκτήσουν τη διασκορπισμένη παραγωγή με το πιο οικονομικό τρόπο. Στη συνέχεια, ο εικονικός ενεργειακός συμψηφισμός αντιμετωπίζει το ζήτημα της κατοχής δίνοντας τη δυνατότητα στον καταναλωτή να αποκτήσει χρηματοδότηση για την παραγωγή ενέργειας από μια εγκατάσταση που βρίσκεται σε διαφορετική ιδιοκτησία. Αυτό, υπερβαίνει τα εμπόδια, όπως οι κάτοχοι που δεν επιτρέπουν την τοποθέτηση μιας διασκορπισμένης πηγής στην περιουσία του, καθώς και η αβεβαιότητα σχετικά με τη διάρκεια παράνομής του ενοικιαστή σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία. Ο μισθωτής έχει τη δυνατότητα να χρηματοδοτήσει στη διασκορπισμένη παραγωγή, έχοντας υπόψη ότι όσο παραμένει εντός των γεωγραφικών αποδεκτών ορίων του virtual ενεργειακού συμψηφισμού και οι χρηματοδοτήσεις από το προηγούμενο ηλεκτρικό ρεύμα οφείλει να πιστώνονται στο λογαριασμό του. Έπειτα, ο κοινοτικός και εικονικός ενεργειακός συμψηφισμός δίνουν την δυνατότητα καταναλωτές που δεν διαθέτουν αρμόδια κατοχή για αποκεντρωμένη παραγωγή να συμμετάσχουν στον ενεργειακό συμψηφισμό. Υπάρχουν διάφοροι λόγοι για τους οποίους μια στέγη πιθανότητα να μην είναι αρμόδια για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων. Η στέγη θα πρέπει να έχει νότια κατεύθυνση για να μεγιστοποιεί την παραγωγή ενέργειας, χωρίς εμπόδια ή σκιάσεις. Επιπλέον η επιφάνεια της οροφής θα πρέπει επαρκής, καθώς η κανονική οροφή κατοικίας μπορεί να υποστηρίξει σχεδόν 5 kW ηλιακού συστήματος. Για εγκαταστάσεις που φιλοξενούν αρκετούς μισθωτές, η διαθέσιμη περιοχή στην οροφή αποτελεί ένα σημαντικό περιοριστικό παράγοντα. Ακόμη, η ικανότητα και η εικονική μέτρηση ενέργειας καθιστούν τον ενεργειακό συμψηφισμό πιο ορθό. Με τη ελάττωση της αξίας κεφαλαίου της διασκορπισμένης παραγωγής και την παροχή δυνατότητας συμμετοχής στους κατοίκους κτιρίων με πολλούς μισθωτές, οι έννοιες community και του virtual ενεργειακού συμψηφισμού καταστούν εφικτή τη διασκορπισμένη παραγωγή ενέργειας και τον ενεργειακό συμψηφισμό για οικογένειες με χαμηλό και

μεσαίο εισόδημα. Δεδομένου ότι το σύστημα του ενεργειακού συμψηφισμού είναι προσβάσιμο σε ένα ευρύτερο τμήμα του κοινωνικού συνόλου, ο virtual ενεργειακός συμψηφισμός και το community καταργούν απόδειξη ότι ο ενεργειακός συμψηφισμός επιβαρύνει χωρίς λόγο τους καταναλωτές που δεν παίρνουν μέρος ή σε καταστάσεις που δεν έχουν την δυνατότητα να παίρνουν μέρος. Επιπλέον, υπάρχει και ο αθροιστικός (aggregate) ενεργειακός συμψηφισμός. Σύμφωνα με αυτό, ένας καταναλωτής της εταιρίας ηλεκτρικού ρεύματος διαθέτει αρκετά κτίρια κοντά το ένα στο άλλο, καθώς και ένα βιώσιμο ενεργειακό σύστημα στην ιδιοκτησία του. Παραδείγματος χάριν, μια κοινότητα που διαθέτει περισσότερα κτίρια σε μια συγκεκριμένη μίσθωση και έχει εγκατεστημένο ένα φωτοβολταϊκό σύστημα, θα επιθυμούσε να συγκεντρώσει το ηλεκτρικό φορτίο με τις χρηματοδοτήσεις παραγωγής που προέρχονται από το ηλιακό σύστημα [13].

1.10.1 Κατανόηση της εφαρμογής του ενεργειακού συμψηφισμού

1.10.2 Οι τρεις κατηγορίες ενός ιδιοκτήτη φωτοβολταϊκού

Για να κατανοήσουμε τον ενεργειακό συμψηφισμό, είναι απαραίτητο να αντιληφθούμε τη λειτουργία ενός συστήματος διασκορπισμένης παραγωγής που ανήκει στον καταναλωτή. Έτσι, εξετάζουμε την εκδοχή ενός οικιακού πελάτη όπου έχει τοποθετήσει ένα φωτοβολταϊκό σύστημα. Σε όλο το διάστημα της ημέρας, μια φωτοβολταϊκή συσκευή θα δραστηριοποιείται με το σύστημα του ενεργειακού συμψηφισμού, θα βρίσκεται σε μια από τις τρεις διαφορετικές συνθήκες. Αυτές οι καταστάσεις απεικονίζονται στο διάγραμμα που δείχνει ωριαίο μονάδα παραγωγής και χρήσης ηλεκτρικού ρεύματος ενός πελάτη με κατοικία. Η πορτοκαλί σκιαγράφιση απεικονίζει ισχύ που χρησιμοποιεί ο πελάτης, αντίθετα η πράσινη σκιαγράφιση αναπαριστά την ισχύ που δημιουργείται από τα φωτοβολταϊκά.



Διάγραμμα 1.2 Κανονική δημιουργία και χρήση ενέργειας για έναν μικρό πελάτη με ηλιακούς συλλέκτες ([14]).

Οι τρεις εναλλακτικές συνθήκες :

- Το «στάδιο του πελάτη λιανικής τιμής»: Όταν ο ήλιος έχει δύσει και δεν παράγεται ενέργεια από το ηλιακό σύστημα. Όλο το ηλεκτρικό ρεύμα που χρησιμοποιείται στην οικία προέρχεται από το σύστημα. Ο κάτοχος χαρακτηρίζεται ως ένας τυπικός καταναλωτής της εταιρίας ηλεκτρικής ενέργειας
- Το «στάδιο της ενεργειακής αποδοτικότητας»: Όταν ο ήλιος λάμπει και το φωτοβολταϊκό σύστημα παράγει ενέργεια, ωστόσο η ποσότητα αυτή δεν είναι επαρκής για να καλύψει πλήρως το άμεσο φορτίο του ιδιοκτήτη σπιτιού. Ο πελάτης εξυπηρετείται από την ισχύ που προέρχεται από το σύστημα. Σε αυτήν την περίπτωση, η ηλιακή διασκορπισμένη παραγωγή λειτουργεί ως εργαλείο για την ελάττωση της ενεργειακής κατανάλωσης του καταναλωτή από το δίκτυο, παρόμοια με το πως ένα περισσότερο αποδοτικό σύστημα ψύξης ή

άλλες λύσεις ενεργειακής αποδοτικότητας μπορεί να συμβάλλει στη μείωση της κατανάλωσης. Καμία ποσότητα ηλιακής ενέργειας δεν διοχετεύεται στο δίκτυο της ηλεκτρικής εταιρίας.

- Το «στάδιο της εξαγωγής ενέργειας»: Ο ήλιος βρίσκεται σε υψηλή θέση και η παραγωγή από τα φωτοβολταϊκά συστήματα ξεπερνά την άμεση κατανάλωση του χρήστη. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, το ηλεκτρικό ρεύμα εισέρχεται στην οικία για να εξυπηρετήσει πλήρως τις προτιμήσεις του πελάτη, ενώ η επιπλέον ενέργεια επιστρέφει στο δίκτυο. Η συγκεκριμένη ενέργεια θα παρέχει 100% ανανεώσιμη ενέργεια σε γειτονικά φορτία, αντικαθιστώντας την ισχύ που η εταιρία θα χρειαζόταν να δημιουργεί σε ένα απομακρυσμένο εργοστάσιο παραγωγής και να κατανέμει στην περιοχή δια του συστήματος μετακίνησης και διανομής. Σημαντικό να αντιληφθούμε ότι η δημιουργία του καταναλωτή επιδρά στο σύστημα μόνο υπό αυτές τις συνθήκες. Σύμφωνα με το δίκτυο ενεργειακού συμψηφισμού, όταν η ισχύ διοχετεύεται στο σύστημα, η εταιρία χορηγεί στον καταναλωτή χρηματοδοτήσεις στον λογαριασμό του, οι οποίες έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν για να ισοσκελιστούν με τις εισαγωγικές. Έτσι, ο καταναλωτής λαμβάνει αποζημίωση για τις εξαγωγές ενέργειας μέσω πιστώσεων, οι οποίες συνήθως αντιστοιχούν στη κανονική τιμή πώλησης. Η εταιρία διαθέτει την εξερχόμενη σε γειτονικές μονάδες, παρακάμπτοντας με αυτόν τον τρόπο η αξία της ηλεκτρικού ρεύματος που δημιουργείται και κατανέμεται από διαφορετική παροχή.

1.11 Ανάλυση κόστους - οφέλους του ενεργειακού συμψηφισμού

A. Εξαγωγές στο δίκτυο

Εάν ο καταναλωτής δεν είχε εξάγει ενέργεια στο σύστημα και ολόκληρη η παραγωγή από τα φωτοβολταϊκά χρησιμοποιηθεί εκείνη την στιγμή, τότε δεν θα χρειαζόταν η διαδικασία του net metering. Σε αυτή την περίπτωση, ο πελάτης θα αξιοποιήσει άμεσα την παραγωγή του, προκειμένου να ελαχιστοποιήσει το φορτίο του. Ο κανονικός υπολογισμός του καταναλωτή ενδέχεται να είναι πιο οικονομικός και η μείωση

δαπανών ενδέχεται να καλύψει το κόστος του συστήματος διασκορπισμένης παραγωγής σταδιακά. Επίσης, οι πιθανές συνέπειες στην προστασία ή τη λειτουργία του δικτύου προκύπτουν αποκλειστικά όποτε ο καταναλωτής παράγει ηλιακή ενέργεια στο σύστημα. Για τους παραπάνω λόγους, δεν είναι απαραίτητο το net metering κατά της φάσης της ενεργειακής αποδοτικότητας. Το σύστημα ενεργειακού συμψηφισμού επηρεάζει αποκλειστικά την αποζημίωση που παίρνει ο πελάτης για την ισχύ όπου εξάγει στο σύστημα. Οι εξαγωγές του ενεργειακού συμψηφισμού έχουν αντίκτυπο στα έξοδα των εταιριών ηλεκτρισμού για τις ΑΠΕ με δυο διαφορετικές μεθόδους. Αρχικά, οι παραγωγές του χρήστη συμβάλλουν στη μείωση των λιανικών τιμών των εταιριών ηλεκτρικού ρεύματος, καθώς ο καταναλωτής λειτουργεί τον διπλής κατεύθυνσης μετρητή προς τα πίσω και τη διαδικασία εξαγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Η μείωση των πωλήσεων επηρεάζει αρνητικά το χαρτοφυλάκιο βιώσιμων πηγών της εταιρίας και την ποσότητα ΑΠΕ που απαιτείται να προμηθευτεί για την ικανοποίηση των αναγκών της σε ηλεκτρική ενέργεια. Έπειτα οι εξαγωγές που αφορούν παρόμοια φορτία προέρχονται αποκλειστικά από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αντικαθιστώντας την ισχύ που δημιουργείται από την εταιρία, η οποία περιλαμβάνει χαμηλότερη αναλογία ανανεώσιμων πηγών. Ως αποτέλεσμα, το ποσοστό αγοράς των ΑΠΕ στο δίκτυο της εταιρίας αυξάνεται. Οι 2 συγκεκριμένοι συντελεστές προσφέρουν πλεονεκτήματα στους χρήστες που δεν διαθέτουν ενεργειακό συμψηφισμό και είναι πελάτες της εταιρίας. Η επίδραση των εξαγωγών μπορεί να είναι είτε καθαρή δαπάνη είτε κέρδος για τους άλλους καταναλωτές που δεν διαθέτουν κατανεμημένη παραγωγή. Το συγκεκριμένο, ανάλογα τον σχεδιασμό της τιμής για τον καταναλωτή, τη διαδικασία της καθαρής μέτρησης και την αποφυγή οικονομικών επιβαρύνσεων για την εταιρία. Παρ' όλα αυτά, οι φόβοι των εταιριών ηλεκτρικής ενέργειας σχετικά με τις συνέπειες του ενεργειακού συμψηφισμού για τους πελάτες που δεν το εφαρμόζουν είναι αδικαιολόγητες. Η οικιακή μέθοδος net metering, κατά μέσο όρο δεν επιφέρει μεταφορά κόστους στους οικιακούς καταναλωτές που δεν συμμετέχουν σε αυτήν και είναι οικονομικά βιώσιμη. Τα πλεονεκτήματα του ενεργειακού συμψηφισμού έχουν τη δυνατότητα να ενισχύσουν ακόμα περισσότερο με τροποποιήσεις στον σχεδιασμό των τιμών, οι οποίες θα ευθυγραμμίσουν τις τιμές λιανικής με τις δαπάνες των υπηρεσιών της εταιρίας ηλεκτρικού ρεύματος.

B. Πλεονεκτήματα και δαπάνες του ενεργειακού συμψηφισμού για τους πελάτες του ενεργειακού συμψηφισμού

Στο «στάδιο της εξαγωγής της ενέργειας», του ενεργειακού συμψηφισμού έχει τόσο κόστος όσο και πλεονεκτήματα για τους καταναλωτές της εταιρίας ηλεκτρικού ρεύματος όπου δεν διαθέτουν φωτοβολταϊκά συστήματα. Έτσι:

- Η εξοικονόμηση που απολαμβάνουν οι πελάτες που χρησιμοποιούν ενεργειακό συμψηφισμό αποτελεί τις δαπάνες για τους πελάτες που δεν το χρησιμοποιούν. Οι πελάτες-παραγωγοί απολαμβάνουν πλεονεκτήματα μέσω της μείωσης των λογαριασμών τους. Οποιοδήποτε χρηματικό ποσό που εξοικονομείται στον υπολογισμό τους συνιστά ελάττωση των εσόδων της εταιρίας ηλεκτρισμού. Καθώς οι τιμοκατάλογοι προσαρτιούνται σταδιακά για να συμπληρώσουν τις απαιτήσεις των επιχειρήσεων ηλεκτρικής ενέργειας όσον αφορά τα κέρδη τους, η ελάττωση αυτών των κερδών θα επηρεάσει αμέσως τους πελάτες που δεν χρησιμοποιούν τον ενεργειακό συμψηφισμό. Έτσι, αν η ελάττωση του λογαριασμού του καταναλωτή μέσω του ενεργειακού συμψηφισμού είναι πιο μεγάλη από την οικονομία πόρων για την εταιρία, τότε ο ενεργειακός συμψηφισμός θα οδηγήσει σε μεταφορά κόστους από τους πελάτες που χρησιμοποιούν αυτή τη μέθοδο σε άλλους πελάτες. Αυτό συμβαίνει διότι οι εταιρίες ηλεκτρικού ρεύματος θα προσάψουν τις τιμές τους προκειμένου να καλύψουν το έλλειμα.
- Η ενίσχυση της λειτουργικής δαπάνης επιβαρύνει τους πελάτες όπου δεν χρησιμοποιούν ενεργειακό συμψηφισμό. Κάθε επιπλέον λειτουργικό κόστος, καθώς και το ενδεχόμενο οριακό κόστος που σχετίζεται με τη μέτρηση και την εκτίμηση του λογαριασμού που εμφανίζεται από τον ενεργειακό συμψηφισμό, είναι απαραίτητο να συμπεριλαμβάνεται από την εταιρία ηλεκτρικού ρεύματος, και κατά συνέπεια από τους πελάτες.
- Οι δαπάνες που αποφεύγει η εταιρία ηλεκτρικής ενέργειας αποτελούν πλεονεκτήματα για τους καταναλωτές που δεν χρησιμοποιούν ενεργειακό συμψηφισμό. Η ισχύς που προσφέρεται από τους δημιουργούς μέσω ενεργειακού συμψηφισμού καλύπτει την προμήθεια ή την δημιουργία ενέργεια,

καθώς και τη μετακίνηση τους στο δίκτυο κατανομής, συμπεριλαμβανομένων και άλλων εξόδων όπου αποκλείονται.

1.12 Κέρδη του ενεργειακού συμψηφισμού

Η μέθοδος του ενεργειακού συμψηφισμού λειτουργεί ως χρηματική παρότρυνση για τις βιώσιμες πηγές ενέργειας. Πρόκειται για μια εύκολη στρατηγική ενίσχυσης του ηλεκτρικού ρεύματος από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, η οποία δεν απαιτεί επιδοτήσεις ή χορηγίες. Επίσης, είναι διαθέσιμα πλεονεκτήματα που ανακύπτουν για την εταιρία ηλεκτρικού ρεύματος, τους πελάτες και την κοινωνία. Συνήθως επικρατούν τα οφέλη της κατανεμημένης παραγωγής που καταγράψαμε στην αρχή κεφάλαιο. Για την εταιρία ηλεκτρικής ενέργειας μια προσεκτικά σχεδιασμένη πολιτική ενεργειακού συμψηφισμού προσφέρει έναν εύκολο, οικονομικά αποδοτικό και απλό στην εφαρμογή τρόπο για να διαχειριστεί τα ανανεώσιμα συστήματα των καταναλωτών. Οι εταιρίες ηλεκτρικού ρεύματος αποκτούν ηλεκτρική ενέργεια και ισχύ, από μικρότερες, διασκορπισμένες τοποθετήσεις που βασίζονται αποκλειστικά σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η συγκεκριμένη ηλεκτρική ενέργεια δεν είναι απαραίτητο να την δημιουργούν είτε παρόμοιες είτε να την προμηθευτούν από την αγορά. Για τους ηλιακούς συλλέκτες, η παραγωγή τους πραγματοποιείται κάθε μέρα για όλη τη διάρκεια του έτους, με ισχυρή συσχέτιση με τις αιχμές των φορτίων της εταιρίας. Τα συστήματα κατανεμημένης παραγωγής τακτικά αντικατοπτρίζουν τα στάδια ενέργειας στα δίκτυα μετακίνησης και κατανομής. Αυτό συμβαίνει ή με την μείωση των απαιτήσεων ισχύος κατά τις περιόδους όπου η παραγόμενη ενέργεια χρησιμοποιείται τοπικά, ή με την επέκταση ισχύος στις γραμμές όποτε το υπερβάλλον ηλεκτρικό ρεύμα διοχετεύεται στο σύστημα. Με την αύξηση της διείσδυσης της κατανεμημένης παραγωγής, είναι πιθανό να προκύψουν γραμμές κατανομής όπου η εταιρία μπορεί να καθυστερήσει ή να ακυρώσει τα επενδυτικά κεφάλαια, καθώς η κατακερματισμένη παραγωγή συγκλίνει με την κορύφωση της ανάγκης στο συγκεκριμένο δίκτυο. Η εναλλακτική επιρροή όπου επιτρέπεται να παρατηρηθεί είναι ότι η μείωση των φορτίων στη γραμμή συμβάλλει στη μείωση της φθοράς του δικτύου, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει στην καθυστέρηση της αλλαγής του. Η ελάττωση χρήση ενέργειας από το σύστημα της εταιρίας, σε συνδυασμένο με την τοποθέτηση του κατανεμημένου συστήματος στην περιοχή χρήσης, συμβάλλει στη μείωση των ενεργειακών

απαιτήσεων του δικτύου. Ως αποτέλεσμα, διαπιστώνεται ελάττωση των απωλειών σύνδεσης στις τοπικές δικτυώσεις κατανομής και στις γραμμές μετακίνησης. Τα ανανεώσιμα συστήματα είναι σε θέση να βελτιώσουν το σύστημα κατανομής, κυρίως σε αγροτικές ζώνες. Το οποίο, εκτυλίσσεται διότι η τάση έχει την τάση να ελαττώνεται στο τέλος τεράστιων γραμμών κατανομής όποτε τα φορτία είναι μεγάλα. Εάν η τάση υποχωρήσει υπό από ένα συγκεκριμένο περιορισμό, οι χειριστές θα ενεργοποιηθούν και θα προκληθεί μια παροδική παύση ροής. Έτσι, τα συνδεδεμένα συστήματα που συνάπτονται με το σύστημα κατανομής αυξάνουν την τάση και αναβαθμίζουν την ολική ποιότητα εξυπηρέτησης. Οι καταναλωτές ωφελούνται από τον ενεργειακό συμψηφισμό, καθώς εξασφαλίζουν μια μακροχρόνια διασφάλιση για χαμηλούς λογαριασμούς και έχουν την δυνατότητα να ρυθμίζουν την κατανάλωση τους ανάλογα με την παραγωγή τους. Οι πελάτες έχουν την δυνατότητα να δημιουργούν μόνοι τους οικονομικά προσιτό ηλεκτρικό ρεύμα, ενώ παράλληλα ασφαλίζονται από τις συνεχείς ανατιμήσεις [18], των οφειλών ,εφόσον καταθέσει ένα οικονομικό άθροισμα για την χρέωση και για την τοποθέτηση ηλιακών συλλεκτών ή άλλων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Οι ομάδες ωφελούνται από τη χρηματοδότηση στην περιφερειακή παραγωγή, καθώς η συγκεκριμένη χρηματοδότηση δεν συμβάλλει μόνο στην αύξηση των αξιών της περιουσίας στην περιοχή, αλλά ακόμη ενισχύει τις εταιρικές επιλογές σε τοπικό επίπεδο. Επίσης ο ενεργειακός συμψηφισμός σχετίζεται και με τα παρακάτω οφέλη :

- Εξοικονόμηση σε συμβατική ενέργεια που είναι ακριβή και ρυπογόνο
- Ενίσχυση των μικρών επενδύσεων, προσθήκη αξίας και βελτίωση της αγοράς
- Δεν υπάρχει δέσμευση άμεσης πληρωμής από το φορέα διοίκησης του δικτύου. Δεν πραγματοποιείται οικονομική συναλλαγή με την πολιτεία καθώς η ενέργεια που δημιουργήθηκε δεν προσφέρεται αντί οικονομικής ανταμοιβής. Ως εκ τούτου, δεν υφίστανται κέρδη που να υπόκεινται σε φορολογία , ούτε μια τιμή που θα μπορούσε να μειωθεί
- Μείωση των εξόδων στη διαχείριση της ενεργειακής προμήθειας
- Υποστήριξη προστασίας και σταθερότητας της ηλεκτρικής εγκατάστασης
- Ενίσχυση ενεργειακής αυτονομίας

1.13 Αντίκτυποι του ενεργειακού συμψηφισμού

Υφίστανται ορισμένες παρερμηνείες σε σχέση με τον ενεργειακό συμψηφισμό, καθώς η αντίληψη ότι αυτό οδηγεί σε μείωση των εσόδων των εταιριών ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτό θα συνέβαινε εάν όλες οι οικογένειες προμηθεύονταν ένα ηλεκτρικό σύστημα και το εγκαθιστούσαν στη στέγη τους. Ωστόσο, οποιαδήποτε στρατηγική ενεργειακού συμψηφισμού, θα οφείλει να υπόκειται σε τακτική εξέταση προκειμένου να παρακολουθείται η πρόοδος της τεχνολογίας και η εξέλιξή της αγοράς. Μια ακόμη παρανόηση είναι ότι ο ενεργειακός συμψηφισμός είναι εξαιρετικά εύκολο στη διοίκηση και δεν χρειάζεται εξειδικευμένο εξοπλισμό. Απαιτείται αποκλειστικά η προσθήκη μιας γραμμής στο καθολικό δίκτυο από την επιχείρηση για οποιαδήποτε κατανάλωση του ενεργειακού συμψηφισμού, προκειμένου να μεταφερθούν οι πιστώσεις ως το τέλος του χρόνου.

Οι εταιρίες ηλεκτρικού ρεύματος εκφράζουν τις εξής ανησυχίες σχετικά με τον ενεργειακό συμψηφισμό :

- Οι πολιτικές του ενεργειακού συμψηφισμού επιβάλλουν στις επιχειρήσεις ηλεκτρικού ρεύματος να αποζημιώνουν τους πελάτες με πιστώσεις, ισοδύναμες με τη λιανική τιμή της χονδρικής πώλησης ενέργειας . Η τιμή λιανικής της εταιρίας συμπεριλαμβάνει , όχι αποκλειστικά τα οριακά έξοδα αλλά και το κόστος που σχετίζονται με την μεταφορά, τη διανομή, τη παραγωγή ισχύος και επιπλέον παροχές που δεν προσφέρονται από τον καταναλωτή-παραγωγό[18].
- Οι επιχειρήσεις ηλεκτρικού ρεύματος αναγκάζονται να καταβάλλουν σημαντικές δαπάνες για ενέργεια με χαμηλή αξία. Η ενέργεια που παράγεται από ηλιακά και ηλιακούς συλλέκτες είναι διαλείπουσα, γεγονός που καθιστά αδύνατο τον προγραμματισμό ή την αξιόπιστη αποστολή της για να εξασφαλίσει τις απαιτήσεις του δικτύου της εταιρίας.
- Δίνει την δυνατότητα στους καταναλωτές με ενεργειακό συμψηφισμό να καταβάλλουν λιγότερο από το σταθερό κόστος. Μια εταιρία ηλεκτρικής ενέργειας οφείλει να διαθέτει ικανοποιητικές υποδομές ώστε να καλύπτει τις

ανάγκες της αιχμής της κατανάλωσης και να ανακτάται η αξία των υποδομών διαμέσου της οφειλής των kwh. Όποτε ο διπλής κατεύθυνσης μετρητής κινείται οπισθοδρομικά ,αυτό οδηγεί σε πτώση της ολικής ενέργειας που καταναλώνει ο χρήστης, επηρεάζοντας έτσι αρνητικά κα τις επιπτώσεις που σχετίζονται με τη σταθερή δαπάνη του συστήματος για τους καταναλωτές. Επίσης το συγκεκριμένο μειώνει το ολικό ποσοστό των άλλων σταθερών επιβαρύνουν τους καταναλωτές και αφορούν όλους τους πελάτες , για παράδειγμα οι φόροι, η δαπάνη μετακίνησης και το κόστος για δημόσιες υπηρεσίες.

- Οι πελάτες έχουν την δυνατότητα να αντλούν ενέργεια από το δίκτυο τις ώρες κορυφαίας ζήτησης, όταν το κόστος για τις εταιρίες ηλεκτρικής ενέργειας είναι υψηλότερο. Στη συνέχεια, οι αμφίδρομοι μετρητές τους καταγράφουν την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος τις ώρες κορύφωσης , όταν η ζήτηση από την εταιρία είναι περιορισμένη

Τα αρνητικά σημεία του ενεργειακού συμψηφισμού που σχετίζονται με την εταιρία ηλεκτρικού ρεύματος:

- Καταθέσεις στους λογαριασμούς των πελατών
- Έξοδα για τη οργάνωση του σχεδίου : Αυτά μπορεί να περιλαμβάνουν τις δαπάνες του προσωπικού της εταιρίας , τη διενέργεια μηχανικών αξιολογήσεων για τις συνδέσεις ,την επεξεργασία κινήτρων ,τον έλεγχο των συστημάτων των καταναλωτών , καθώς και επιπλέον σχετικά έξοδα του προγράμματος, συμπεριλαμβανομένων για τους λογαριασμούς του ενεργειακού συμψηφισμού
- Συνέπειες από τις διασταυρούμενες επιδοτήσεις
- Τιμολόγια που δεν καλύπτουν σταθερά κόστη . Η απώλεια κερδών για τις εταιρίες ηλεκτρισμού ενδέχεται να τις αναγκάσει να αυξήσουν τις τιμές. Από την άλλη πλευρά , οι πελάτες-παραγωγοί αντιμετωπίζουν τα προβλήματα:
- Η αποκατάσταση κατατάσσεται εξαιρετικά μικρή για τους ηλιακούς συλλέκτες και άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, χωρίς πρόσθετες ενθαρρύνσεις
- Είναι επικερδές για τους δημιουργούς, αποκλειστικά όταν η χρήση τους δεν είναι καθοριστικά πιο χαμηλή από την παραγωγή, ειδικά αν το πλεονάζον που ανακύπτει στο καταληκτικό του κύκλου ισοστάθμισης, δεν αντισταθμίζεται.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Υλοποίηση ενεργειακού συμψηφισμού στη χώρα μας

2.1 Εισαγωγή

Ο ενεργειακός συμψηφισμός υλοποιήθηκε στη χώρα μας πρώτη φορά τον Νοέμβριο του 2013, βάσει του νόμου 4203. Με βάση αυτό το σύστημα, οι αυτοπαραγωγοί είχαν την δυνατότητα να εγκαταστήσουν φωτοβολταϊκά συστήματα από το δίκτυο. Ωστόσο, οποιαδήποτε περίσσεια ενέργειας προκύπτει κατά τη διάρκεια της περιόδου χρέωσης, δεν μεταφέρεται στην ακόλουθη περίοδο, ούτε αποζημιώνεται. Οι συγκεκριμένες αλλαγές έγιναν σύμφωνα με το Νόμο 4254/2014. Η Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΕΑ) προχώρησε σε διαβούλευση με το κοινό σχετικά με ένα καθορισμένο πρόγραμμα του ΔΕΔΔΗΕ, η οποία θα ισχύει ως η βασική στρατηγική έως το πέρας του Αυγούστου 2014. Καταληκτικά, η πρώτη νομοθετική ρύθμιση μεταβλήθηκε σχετικά με το ενδεχόμενο πλεονάσματος ενέργειας. Σύμφωνα με το νέο νόμο, εάν προκύψει πλεόνασμα ενέργειας κατά τη διάρκεια μιας περιόδου πληρωμής, ο καταναλωτής, δεν θα αποζημιωθεί για το πλεόνασμα. Ωστόσο, αυτό θα μεταφερθεί στη διαδοχική περίοδο πληρωμής. Όμως, η εν λόγω νομοθεσία διατηρήθηκε ανενεργή από το 2014, ενώ ήταν αναγκαίες οι κυβερνητικές ρυθμίσεις για τις λεπτομέρειες του ενεργειακού συμψηφισμού, οι οποίες δεν είχαν εκδοθεί μέχρι τότε. Στις 30 Δεκεμβρίου του 2014, επικυρώθηκε νέα κυβερνητική διάταξη (ΑΠΕΗΛ/Α/Φ1/οικ.24461 ΦΕΚ Β' 3583), με αποτέλεσμα ο ενεργειακός συμψηφισμός να είναι διαθέσιμο στη χώρα μας από το 2015. Επιπλέον τον Μάιο του 2015, ξεκίνησαν οι υποβολές στον ΔΕΔΔΗΕ για πελάτες χαμηλής τάσης. Η εισαγωγή αυτής της ρύθμισης έγινε με σκοπό να επαναφέρει το κίνητρο των πελατών στα ηλιακά συστήματα και να αναζωογονήσει την αγορά, η οποία είχε μείνει στατική από το 2014. Με αυτόν τον τρόπο, δημιουργείται ένα συγκεκριμένο σχέδιο για την τοποθέτηση ηλιακών συλλεκτών από αυτοπαραγωγούς, προκειμένου να καλύψουν τις δικές τους ανάγκες με τη εφαρμογή του ενεργειακού συμψηφισμού που πραγματοποιείται κατ' έτος. Οποιοδήποτε περίσσειμα ενέργειας που παραμένει στο τέλος του χρόνου δεν ανταμείβεται και δεν μετακινείται στον επόμενο χρόνο. Η χρήση της ενέργειας που παράγεται στις εγκαταστάσεις των αυτοπαραγωγών για την εξυπηρέτηση των δικών τους απαιτήσεις χρήσης προϋποθέτει την διασύνδεση ηλεκτρικής ενέργειας μεταξύ των εγκαταστάσεων δημιουργίας και χρήσης και συγκεκριμένα σε ένα μέρος μέσα στην εσωτερική ηλεκτρική εγκατάσταση. Η ταυτόχρονη εφαρμογή των συστημάτων αυτοπαραγωγής σε συνδυασμό με το σύστημα επιτυγχάνεται μέσω της υφιστάμενης σύνδεσης με το σύστημα, μέσω της υφιστάμενης πηγής. Στο παρόν κεφάλαιο θα εξεταστούν οι διαφορετικές ιδιότητες του ελληνικού net metering, τα περιοριστικά μέτρα που τίθενται, οι διαδικασίες χρέωσης και η νομοθεσία που θα εφαρμοστεί συνολικά.

2.2 Κατάλληλο μέγεθος ηλιακού συλλέκτη

Η ενεργειακή εξισορρόπηση χρησιμοποιείται σε ολόκληρη την χώρα με τον εξής τρόπο:

Στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα:

- a) Η ισχύς για οποιοδήποτε ηλιακό συλλέκτη έχει τη δυνατότητα να φτάσει έως και 20kWp ή έως το μισό της προκαθορισμένης ισχύος της εγκατάστασης χρήσης, αφού αυτή η ισχύς ξεπερνά τα 20kW. Αδιαμφισβήτητα, το ανώτατο επιτρεπτό διασύνδεσης ισχύος παραγωγής στο σύστημα χαμηλής τάσης ανέρχεται σε 100Wp. Η μέγιστη επιτρεπόμενη ισχύς για μονοφασικά συστήματα παραγωγής είναι 5kWp. Ως εκ τούτου, οι εγκαταστάσεις που λειτουργούν με μονοφασική διασύνδεση, χρήζουν περιορισμού της τάξεως των 5kWp.
- b) Για τα νομικά πρόσωπα, είτε δημόσια, είτε ιδιωτικού δικαίου, που επιδιώκουν σε κοινωφελείς ή διαφορετικούς σκοπούς δημοσίου συμφέροντος, η ισχύς κάθε ηλιακού συλλέκτη έχει τη δυνατότητα να αγγίζει έως και το όλο της προκαθορισμένης ισχύος χρήσης. Σε αυτή την περίπτωση, το συνολικό όριο σύνδεσης για το δίκτυο χαμηλής τάσης δεν υπερβαίνει τα 100kWp.
- c) Η ανώτατη ισχύς ενός ηλιακού συλλέκτη που θα τοποθετηθεί δεν ξεπερνά τα 500kWp. Ειδικά στην Πελοπόννησο και πιο συγκεκριμένα νότια του Αλιβερίου, όπως και σε ορισμένα νησιά των Κυκλάδων, το ανώτατο όριο ισχύος δεν υπερβαίνει τα 20kWp

Στα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά :

- a) Στα απομακρυσμένα Νησιά, η ισχύς των ηλιακών συλλεκτών έχει την δυνατότητα να φτάνει έως τα 10kWp, σε αντίθεση με την Κρήτη όπου έχει τη δυνατότητα να φτάσει μέχρι 20kWp. Επίσης η ισχύς μπορεί να φτάσει έως το μισό της προκαθορισμένης ισχύος που αφορά την προαναφερθείσα εγκατάσταση, αφού αυτή η τιμή δεν ξεπερνά 10kWp ή την τιμή των 20kWp στην περίπτωση της Κρήτης.
- b) Για νομικά πρόσωπα, ανεξαρτήτως αν ανήκουν στο δημόσιο ή ιδιωτικό τομέα, που στοχεύουν σε κοινωφελείς ή άλλου δημοσίου συμφέροντος σκοπούς, η ισχύς οιοδήποτε ηλιακού συλλέκτη δύναται να φτάσει μέχρι και 100% της προκαθορισμένης χρήσης ενέργειας.

- ς) Η ανώτατη ισχύς ενός ηλιακού συλλέκτη που θα τοποθετηθεί στα απομακρυσμένα νησιά δεν επιτρέπεται να ξεπερνά τα 500kWp για την Κρήτη και το 20kWp για τα υπόλοιπα μη συνδεδεμένα νησιά.

Διασυνδεδεμένο Σύστημα				
Επίπεδο τάσης	Τυποποιημένο μέγεθος παροχής	Συμφωνημένη Ισχύς (ΣΙ) παροχής (kVA)	Μέγιστη επιτρεπτή ισχύς φωτοβολταϊκού συστήματος αυτοπαραγωγής (kWp)	
			Φυσικά ή νομικά πρόσωπα	ΝΠΙΔ ή ΝΠΔΔ, κοινωφελούς ή άλλου δημοσίου συμφέροντος σκοπού
Χαμηλή τάση	03	8	5	5
	05	12	5	5
	1	15	15	15
	2	25	20	25
	3	35	20	35
	4	55	27,5	55
	5	85	42,5	85
	6	135	67,5	100
	7	250	100	100
Μέση τάση	-	-	50%*ΣΙ και μέχρι 500 kWp	100%*ΣΙ και μέχρι 500 kWp
Ειδικώς στην Πελοπόννησο (συμπεριλαμβανομένου του τμήματος κατάντη του ΚΥΤ Κουμουνδούρου προς Πελοπόννησο) και στο τμήμα της Εύβοιας νοτίως του Αλιβερίου, καθώς και στα νησιά Άνδρο και Τήνο, η μέγιστη ισχύς φωτοβολταϊκού συστήματος περιορίζεται επί του παρόντος στα 20 kWp.				

 Μονοφασική παροχή

Πίνακας 1.8 Ανώτατη επιτρεπτή ισχύς ηλιακών συστημάτων Διασυνδεδεμένων Νήσων ([16])

Διασυνδεδεμένο Σύστημα				
Επίπεδο τάσης	Τυποποιημένο μέγεθος παροχής	Συμφωνημένη Ισχύς (ΣΙ) παροχής (kVA)	Μέγιστη επιτρεπτή ισχύς φωτοβολταϊκού συστήματος αυτοπαραγωγής (kWp)	
			Φυσικά ή νομικά πρόσωπα	ΝΠΙΔ ή ΝΠΔΔ, κοινωφελούς ή άλλου δημοσίου συμφέροντος σκοπού
Χαμηλή τάση	03	8	5	5
	05	12	5	5
	1	15	15	15
	2	25	20	25
	3	35	20	35
	4	55	27,5	55
	5	85	42,5	85
	6	135	67,5	100
	7	250	100	100
Μέση τάση	-	-	50%*ΣΙ και μέχρι 500 kWp	100%*ΣΙ και μέχρι 500 kWp
Ειδικώς στην Πελοπόννησο και στο τμήμα της Εύβοιας νοτίως του Αλιβερίου, καθώς και στα νησιά Άνδρο και Τήνο, η μέγιστη ισχύς φωτοβολταϊκού συστήματος περιορίζεται επί του παρόντος στα 20 kWp.				

 Μονοφασική παροχή

Πίνακας 1.9 Ανώτατη επιτρεπτή ισχύς φωτοβολταϊκών συστημάτων απομακρυσμένων Νήσων ([16])

2.3 Υποψήφιοι εφαρμογής net metering

Φυσικές και νομικές οντότητες, ανεξάρτητα αν ανήκουν στον δημόσιο ή στον ιδιωτικό τομέα, που είναι οι ιδιοκτήτες του χώρου που θα τοποθετηθούν οι ηλιακοί συλλέκτες ή έχουν νομική εφαρμογή του χώρου και έχουν εξασφαλίσει τη συγκατάθεση του ιδιοκτήτη, μόνο τότε έχουν την δυνατότητα να τοποθετήσουν ηλιακούς συλλέκτες.

Στην κατάσταση ενός φωτοβολταϊκού συστήματος σε κοινής χρήσης ή κοινόκτητη περιοχή κτιρίου είναι αποδεκτή η μη τοποθέτηση κάποιου ή περισσότερων φωτοβολταϊκών συστημάτων, με τον όρο ότι κάθε ένα από αυτά θα συνδεθεί με έναν μόνο μετρητή κατανάλωσης. Στην περίπτωση αυτή δικαίωμα τοποθέτησης κατέχουν οι κάτοχοι των οριζόντιων ιδιοκτησιών, είτε οι νομικοί χρήστες αυτών, εφόσον έχουν λάβει παραχώρηση χρήσης της κοινόχρηστης περιοχής ή μέρος αυτού μεταξύ των

υπόλοιπων συνιδιοκτητών. Για να γίνει η διασύνδεση στη παροχή των κοινών χρήσεων χώρων, οι ιδιοκτήτες των συγκροτημάτων κατοικιών των ο αντιπροσωπεύονται από το διαχειριστή. Απαραίτητος όρος αποτελεί η συναίνεση του συνόλου των ιδιοκτητών του κτίσματος. Η διάταξη που σχετίζεται με σταθερές φωτοβολταϊκές πηγές που τοποθετούνται στον ίδιο ή σε γειτονική περιοχή με τις εγκαταστάσεις χρήσεις που παρέχουν, και τα οποία συνδέονται στο δίκτυο. Οι ηλιακοί συλλέκτες μπορούν να τοποθετούνται σε κτιριακές κατασκευές, στο έδαφος ή σε διάφορες δομές, περιλαμβανομένων και αυτή που ανήκουν στο πρωτογενή τομέα

2.4 Βασικοί όροι εγκατάστασης φωτοβολταϊκού συστήματος με net metering

Οι κυριότεροι όροι και προϋποθέσεις για την σωστή τοποθέτηση ηλιακών συλλεκτών συστημάτων αυτοπαραγωγής με net metering, ενσωματώνουν τα παρακάτω ακόλουθα:

- Η παρουσίαση μόνιμης ενεργής παροχής ηλεκτρικού ρεύματος στο όνομα του αυτοπαραγωγού, η οποία τροφοδοτεί την τοποθέτηση κατανάλωσης.
- Οι ηλιακοί συλλέκτες συνδέονται μόνο με έναν μετρητή κατανάλωσης, κατά συνέπεια με αυτόν που εξυπηρετεί στην τοποθέτηση. Τα συστήματα που μπορούν να εγκατασταθούν από το ίδιο άτομο είναι απεριόριστα υπό την προϋπόθεση ότι τα φωτοβολταϊκά συστήματα θα συνδέονται με πολυάριθμες καταναλώσεις σε διάφορες εγκαταστάσεις, κατά συνέπεια σε ποικίλους αριθμούς σύνδεσης και μετρητές κατανάλωσης.
- Το φωτοβολταϊκό σύστημα τοποθετείται στο όμοιο ή σε γειτονική περιοχή με την τοποθέτηση της χρήσης που αντιπροσωπεύει (δεν επιτρέπεται ο συμψηφισμός με χρήσεις του ίδιου ατόμου σε διαφορετικές εγκαταστάσεις).
- Το άτομο να διαθέτει νομικό δικαίωμα χρήσης του χώρου όπου θα εγκατασταθεί το σύστημα.

- Το άτομο να έχει αποπληρώσει ολοκληρωτικά τους λογαριασμούς ηλεκτρικού ρεύματος του αντίστοιχου προμηθευτή.

2.5 Βασική παράμετρος διαστασιολόγησης ενός φωτοβολταϊκού

Για να διασφαλιστεί η οικονομική βιωσιμότητα της επένδυσης για τον αυτοπαραγωγό είναι απαραίτητο να εξετάζεται η χρήση της εγκατάστασης για διάστημα ενός χρόνου στην οποία θα διασυνδεθούν οι ηλιακοί συλλέκτες. Εφόσον ο ενεργειακός συμψηφισμός πραγματοποιείται σε ετήσια βάση και η ενέργεια που περισσεύει έπειτα από τον συμψηφισμό του χρόνου δεν πιστώνεται. Επίσης, η συνολική χρονική παραγωγή ενέργειας από τους ηλιακούς συλλέκτες δεν επιτρέπεται να ξεπερνά την χρήση του έτους. Η κατασκευή των ηλιακών συλλεκτών μεταβάλλεται ανάμεσα 1200 και 1600 kWh/kWp/χρόνο. Ως εκ τούτου, η επιλογή της ισχύος του συστήματος θα πρέπει να βασίζεται στις κατ' έτος ενεργειακές απαιτήσεις του πελάτη.

2.6 Διαδικασία σύνδεσης στο δίκτυο χαμηλής τάσης (Χαμηλή Τάση)

Αρχικά, το άτομο πρέπει να καταθέτει αίτημα σύνδεσης στην πλησιέστερη μονάδα δικτύου, υπό τον όρο ότι είναι εκ των προτέρων ιδιοκτήτης ενεργής τάσης, θεωρείται εκπρόσωπος της περιοχής όπου βρίσκεται η εγκατάσταση της κατανάλωσης καθώς και της περιοχής που θα τοποθετηθεί το φωτοβολταϊκό σύστημα και έχει διαλέξει το αίτημα, θα δοθεί απάντηση εντός τριάντα ημερών, παρέχοντας σε γραπτή μορφή την προσφορά σύνδεσης στον ενδιαφερόμενο. Η παρούσα προσφορά θα συμπεριλαμβάνει την καταγραφή του κόστους των συνδέσεων τρίμηνης ισχύος αρχής γενόμενης από την ημέρα έκδοσης. Για τα απομακρυσμένα νησιά, η παροχή σύνδεσης θα πραγματοποιείται μόνο αν διαθέτει διαθέσιμο όριο φωτοβολταϊκής ισχύος στο αντίστοιχο ηλεκτρική εγκατάσταση. Ακολούθως, το άτομο θα πρέπει να καταβάλλει αίτηση για την εκπόνηση της Σύμβασης Σύνδεσης στην περιοχή, αποδεχόμενος οφείλει να υποβάλλει βεβαίωση πληρωμής του συμφωνηθέντος ποσού. Η ολοκλήρωση της μεθόδου θα λάβει χώρα εντός δεκαπενθημέρου. Οι εργασίες ολοκληρώνονται σε

τριάντα ημέρες από όταν υπογραφεί η σύνδεση, αφού δεν είναι απαραίτητη η εκτέλεση νέων έργων δικτύου, εκτός από την τοποθέτηση των μετρητών. Παρακάτω παρατίθεται η αίτηση για την σύναψη της Σύμβασης Σύνδεσης προς τον πάροχο ηλεκτρικού ρεύματος, ο οποίος αντιπροσωπεύει τον μετρητή χρήσης που θα αξιοποιηθεί για τον ενεργειακό συμψηφισμό. Η Σύμβαση συμψηφισμού θα υπογραφεί εντός δέκα πέντε ημερών από την παραλαβή της αίτησης με ημερομηνία έναρξης ισχύος την ημέρα που θα ενεργοποιηθεί η σύνδεση του συστήματος. Επίσης, η τοποθέτηση είναι απαραίτητο να είναι πλήρως παρασκευασμένη και τα έργα σύνδεσης να έχουν τελειώσει προκειμένου να υποβληθεί αίτηση για την ενεργοποίηση της σύνδεσης στη περιοχή. Ο ΔΕΔΔΗΕ ενημερώνει το άτομο που ενδιαφέρεται σχετικά με την ημερομηνία ελέγχου της τοποθέτησής του. Μετά την επιτυχή ολοκλήρωση ελέγχου, θα προχωρήσει η ενεργοποίηση της σύνδεσης του φωτοβολταϊκού συστήματος, εφόσον ο ενδιαφερόμενος έχει υποβάλει αίτηση δηλώνοντας ότι η τοποθέτηση του έχει ολοκληρωθεί και ότι έχουν τελειώσει οι απαραίτητες ενέργειες από πλευράς του ΔΕΔΔΗΕ. Αυτές περιλαμβάνουν την αντικατάσταση του ήδη υπάρχοντος μετρητή, την ολοκλήρωση έργων σύνδεσης και την εκτέλεση των απαραίτητων δοκιμών που αφορά στην ασφάλεια σύνδεσης δικτύου.

2.7 Τιμή σύνδεσης φωτοβολταϊκών συστημάτων αυτοπαραγωγής με το δίκτυο Χαμηλής Τάσης

Τα φωτοβολταϊκά έως 55kWp, η χρέωση της σύνδεσης είναι 300€ για τον πελάτη εφόσον δεν γίνει αντικατάσταση του υπάρχοντος μετρητή κατανάλωσης. Αν απαιτείται αντικατάσταση, το κόστος σύνδεσης ανέρχεται στα 370€ για μονοφασικό και 390€ για τριφασικό πάροχο. Για φωτοβολταϊκά συστήματα με ισχύ 55kWp έως 100kWp, η χρέωση για τη σύνδεση ανέρχεται σε 450€. Στα εν λόγω κόστη περιλαμβάνεται επίσης η τιμή δοκιμής λειτουργίας του μετρητή και του μετασχηματιστή έντασης, όταν αυτό είναι απαραίτητο. Οι τιμές εφαρμόζονται με τον όρο ότι δεν θα χρειαστούν έργα υποδομής συνδέσεως.

2.8 Χρονική περίοδος της Σύμβασης Σύνδεσης

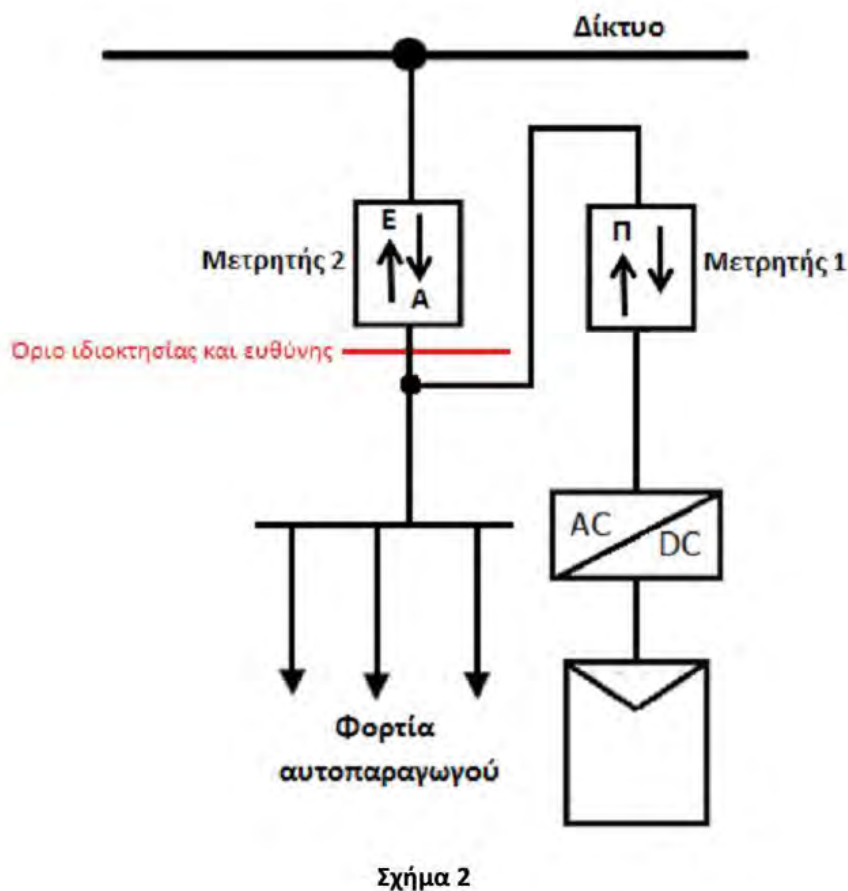
Η Σύμβαση σύνδεσης που πιστοποιεί ο πάροχος με το αυτεπαγωγός έχει διάρκεια είκοσι πέντε ετών, ξεκινώντας από την ημερομηνία που ενεργοποιείται η σύνδεση των ηλιακών συλλεκτών. Αν χρειαστεί να γίνει αλλαγή παρόχου μετά την ενεργοποίηση των ηλιακών συλλεκτών, η σύμβαση συμψηφισμού με τον προγενέστερο προμηθευτή θα τερματιστεί αυτόματα. Ακολούθως υπογράφεται μια νέα σύμβαση συμψηφισμού ανάμεσα στον αυτοπαραγωγό και τον νέο προμηθευτή για την υπόλοιπη διάρκεια των είκοσι πέντε ετών. Επιπλέον συνάπτεται νέα συμφωνία για την υπόλοιπη χρονική περίοδο αν χρειαστεί να υπάρξει αλλαγή στον συμβεβλημένο καταναλωτή του συστήματος κατανάλωσης. Η μεταφορά των λειτουργόντων συστημάτων που έχουν εγκατασταθεί στη συνθήκη του Ειδικού Προγράμματος Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις (ΦΕΚ Β'1079/2009) σε κατάσταση αυτοπαραγωγής με net metering, αυτό είναι επιτρεπτό για το απομείναν χρονικό περιθώριο των είκοσι πέντε ετών . Για να πραγματοποιηθεί η μετάβαση, είναι απαραίτητο να υποβληθεί σχετικό αίτημα , να υπογραφεί νέα σύμβαση συμψηφισμού και να καταρτιστεί νέα σύμβαση συμψηφισμού με τον πάροχο. Τα έξοδα μεταφοράς βαραίνουν το άτομο που ενδιαφέρεται. Η ταυτόχρονη παρουσία Ειδικού Προγράμματος κατοικιών που διαθέτουν net metering στον ίδιο χώρο δεν επιτρέπεται, εφόσον αναφέρονται στον ταυτόσημο μετρητή κατανάλωσης.

2.9 Προδιαγραφές συνδέσεως φωτοβολταϊκού στο δίκτυο και τοποθέτηση μετρητή

Η εφαρμογή των φωτοβολταϊκών για αυτόνομη παραγωγή ενέργειας με ενεργειακό συμψηφισμό επιτρέπει την παραγωγή και χρήση ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, μειώνονται ταυτόχρονα το κόστος ενέργειας που καταναλώνει ο χρήστης. Αν η εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών ακολουθείται από υψηλές δαπάνες που υπερβαίνουν την δεξιότητα της υπάρχουσας παροχής, είναι αναγκαία η ενίσχυση της παροχής πριν από την καταχώρηση αιτήματος για ενεργειακό συμψηφισμό. Σε υπάρχουσες μονοφασικές παροχές Χαμηλής Τάσης, η ισχύς τους ηλιακούς συλλέκτες δεν επιτρέπεται να ξεπερνά τα 5kWp. Για να εγκατασταθεί φωτοβολταϊκό σύστημα με μεγαλύτερη ισχύ, είναι απαραίτητη η προηγούμενη αναβάθμιση της παροχής σε τριφασικό. Οι προεπιλεγμένες ρυθμίσεις για τις προστασίες ορίων και συχνοτήτων

στην έξοδο των αντιστρωφών οφείλουν να ορίζονται ως εξής : για την τάση, $\pm 0,5\text{Hz}$ της ονομαστικής (50Hz) για την ηπειρωτική χώρα και τα διασυνδεδεμένα νησιά. Σε αντίθεση, για τα νησιά που δεν έχουν συνδέσεις, οι ρυθμίσεις μεταβάλλονται από $-2,5\text{Hz}$ έως και $+1,5\text{Hz}$. Σε περίπτωση που ξεπεραστούν τα παραπάνω όρια, ο αντιστροφέας θα αποσυνδέεται αυτόματα με τις ακόλουθες χρονικές διατάξεις: θα τίθεται εκτός λειτουργίας σε 0,5sec και θα επανενώνεται έπειτα από τρία λεπτά . Η Ολική Αρμονική Παραμόρφωση (THD) της ενέργειας που παράγουν οι αντιστροφείς δεν είναι επιτρεπτό να ξεπερνά το 5%. Επιπλέον σε περιπτώσεις που οι αντιστροφείς δεν είναι εξοπλισμένοι με μετασχηματιστή απομόνωσης, η έγχυσή συνεχούς ρεύματος οφείλει να συρρικνώνεται στο 0,5% της ονομαστικής τιμής. Επιπλέον, η ασφάλεια από το φαινόμενο της νησιδοτοποίησης είναι υποχρεωτική. Η μέθοδος που θα χρησιμοποιείται θα πρέπει να συμμορφώνεται με το πρότυπο VDE 0126 ή με κάποια άλλη παρόμοια σε παγκόσμιο επίπεδο αναγνωρισμένα ενεργητική ή παθητική μέθοδος ασφαλείας. Το κατάλληλο διάστημα δραστηριοποίησης της ασφαλείας κατά της νησιδοποίησης είναι πέντε δευτερόλεπτα. Σχετικά με την εκτέλεση του net metering είναι αναγκαίος ο έλεγχος της ενέργειας που μπαίνει από το δίκτυο, ενώ και του ηλεκτρικού ρεύματος που προέρχεται από το δίκτυο, καθώς και της ενέργειας που προκύπτει από αυτό. Ο μετρητής που υπάρχει ήδη, εγκατάστασης κατανάλωσης θα αντικατασταθεί με έναν καινούργιο μετρητή αμφίδρομος κατεύθυνσης και καταχώρησης ,καθώς δεν διαθέτει αυτή τη ικανότητα. Επιπλέον ο παραγωγός θα πρέπει να εγκατασταθεί και έναν επιπλέον μετρητή για να καταγράψει την ενέργεια που παράγεται από τους ηλιακούς συλλέκτες. Οι ηλιακοί συλλέκτες δεν ενώνονται απευθείας στον γενικό πίνακα XT της τοποθέτησης, παρά μόνο στο κομμάτι πριν από αυτά. Έτσι, η τροφοδοσία του γενικού πίνακα κατανάλωσης πραγματοποιείται ταυτόχρονα από το δίκτυο και από το φωτοβολταϊκό σύστημα, Στην ακόλουθη εικόνα απεικονίζονται 2 μετρητές που θα τοποθετηθούν . Ο δεύτερος μετρητής τοποθετείται στην τοποθεσία του υπάρχοντος μετρητή της τοποθέτησης χρήσης και θεωρείται μέρος των παγίων του δικτύου. Οι περιορισμοί που καθορίζουν τη διαχωριστική γραμμή μεταξύ της ιδιοκτησίας και της ευθύνης του δικτύου και της τοποθέτησης του παραγωγού είναι οι ακροδέκτες του δεύτερου μετρητή (ή των μετασχηματιστών εντάσεως σε ορισμένες καταστάσεις παροχών μέσα από μετασχηματιστές ρεύματος). Ο Αυτοπαραγωγός τοποθετεί τον πρώτο μετρητή με προσωπικές του δαπάνες και απαιτείται να επικυρωθεί από την αρμόδια αρχή πριν από την εγκατάστασή του. Ο ΔΕΔΔΗΕ κατά την ενεργοποίησή σύνδεσης , πραγματοποιεί έλεγχο και ρύθμιση και

των δυο μετρητών ,τους οποίους στη συνέχεια κλείνει. Ο πρώτος μετρητής είναι τμήμα της εσωτερικής τοποθέτησης και αποτελεί πάγιο του παραγωγού. Ο αυτοπαραγωγό φροντίζει επίσης για την εγκατάσταση ενός συστήματος ασφαλούς μόνωσης, το οποίο τοποθετείται έπειτα από την μέτρηση παραγωγής και πριν από το σημείο σύνδεσης και φωτοβολταϊκού συστήματος με την εγκατάσταση χρήσης.



Εικόνα 1.5 Σύστημα net metering στη χώρα μας ([16]).

2.10 Καταμέτρηση. Εφαρμογή net metering και επιβάρυνση

Η μέτρηση του παραγόμενου ηλεκτρικού ρεύματος από τους ηλιακούς συλλέκτες , καθώς και της ενέργειας που εισέρχεται και εξέρχεται από το δίκτυο, συμβαίνει την ίδια στιγμή από τον ΔΕΔΔΗΕ, σύμφωνα με το ισχύοντα κύκλο καταμέτρησης που

αφορά την τοποθέτηση χρήσης του αυτοπαραγωγού. Το net metering προκύπτει από τον πάροχο που αντιπροσωπεύει την τοποθέτηση κατανάλωσης, βασιζόμενο σε αληθινά στοιχεία μέτρησης που προσφέρει η οργάνωση του συστήματος. Ο προμηθευτής έχει την ευθύνη να υπολογίζει τις χρεώσεις του ηλεκτρικού ρεύματος σε κάθε εκκαθαριστικό λογαριασμό κατανάλωσης, με βάση τα εξής :

- I. Οι ανταγωνιστικές χρεώσεις επιβάλλονται στην ηλεκτρική ενέργεια που προκύπτει από τη διαφορά ανάμεσα στην ενσωματωθείσα (E) ενέργεια στο δίκτυο (ενέργεια εξόδου) και την καταναλωθείσα (A) ενέργεια από το δίκτυο (ενέργεια εισόδου). Αν η διαφορά είναι ίση με το μηδέν ή μη θετική, δεν δημιουργείται χρωστέα ενέργεια και η συγκεκριμένη διαφορά μεταφέρεται στο διαδοχικό εκκαθαριστικό λογαριασμό ως επιπλέον αναχωρούσα ενέργεια.
- II. Η ρυθμιζόμενη χρέωση εκτιμώνται με τον ακόλουθο τρόπο:
 - Οι χρεώσεις για το Ειδικό Τέλος Μείωσης Αερίων Εκπομπών μετριέται πολλαπλασιάζοντας την ενέργεια που απορροφήθηκε (A) με την σχετική χρέωση ανά μονάδα.
 - Το μεταβαλλόμενο τμήμα της Χρέωσης Χρήσης Συστήματος Χρέωσης Χρήσης Δικτύου και άλλες ρυθμιζόμενες χρεώσεις, αξιολογείται με βάση την απορροφημένη ενέργεια (A), πολλαπλασιάζόμενη με την ισοδύναμη χρέωση ανά μονάδα.
 - Οι επιβαρύνσεις για τις Υπηρεσίες Κοινής Ωφέλειας (ΥΚΩ) μετριέται με βάση την ενέργεια που καταναλώθηκε, πολλαπλασιάζοντας με την παρόμοια χρέωση ανά μονάδα.

Οι επιβαρύνσεις αξιολογούνται και επιβάλλονται συνήθως σε κάθε κύκλο καταμέτρησης, με ευθύνη του αυτοπαραγωγού να εξοφλήσει το λογαριασμό εμπρόθεσμα, μέσω ενεργειακού συμψηφισμού. Είναι τα τέλη που καταγράφονται στο τιμολόγιο του παραγωγού είναι σταδιακή , η διαδικασία του ενεργειακού συμψηφισμού θα πραγματοποιείται με τρόπο να εξασφαλίζει τη μικρότερη όσο γίνεται ολική χρέωση για τον παραγωγό. Ο συμψηφισμός αφορά αποκλειστικά τις δαπάνες ενέργειας, επομένως τα πάγια τέλη και τα έξοδα που υπολογίζονται σύμφωνα με τη συμφωνημένη

εγκατεστημένη ισχύ πρέπει να κατατίθενται ανεξάρτητα από το αποτέλεσμα του συμψηφισμού.

Κατά τη διάρκεια του έτους στη απολογιστική διαδικασία, πιθανή πλεονάζουσα ενέργεια ισοσκελίζεται με την οφειλόμενη ενέργεια από προηγούμενες , για την οποία πραγματοποιείται αντιλογισμός. Οποιοδήποτε πλεόνασμα παραμένει έπειτα απο το ετήσιο αντιλογισμό δεν θα πιστωθεί στο διαδοχικό λογαριασμό, και ο παραγωγός δεν θα αποζημιωθεί με καμία άλλη μέθοδο για αυτή τον όγκο.

Παρακάτω παρατίθεται ένα παράδειγμα για να διευκολύνει στην αντίληψη των προαναφερθέντων :

Τετράμηνο	Ποσότητες Ενέργειας (kWh)							
	Παραγόμενη (Π)	Κατανάλωση (Κ=Α+Π-Ε)	Ιδιοκατανάλωση (Ι)	Απορροφώμενη (Α=Κ-Ι)	Εγχεόμενη (Ε=Π-Ι)	Συμψηφιζόμενη (Ν=Α-Ε)	Χρεωστέα	Πίστωση
Α'	1500	2100	600	1500	900	600	600	0
Β'	2300	1400	700	700	1600	-900	0	900
Γ'	1300	1500	500	1000	800	-700	0	700
Έτος	5100	5000	1800	3200	3300	-100	0	0

Πίνακας 1.10 : Υπολογισμός χρεώσεων ενεργειακού συμψηφισμού ([16])

Η πλεονάζουσα ενέργεια των 100 kWh που διατηρείται στο κλείσιμο της χρονιάς, μετά τον ετήσιο συμψηφισμό (με ολική παραγωγή 510 kWh και ολική πραγματική κατανάλωση 5000 kWh), δεν μετακινείται στο επόμενο έτος και δεν ανταμείβεται, με συνέπεια να απολεσθεί για τον παραγωγό.

2.11 Οι διαδικασίες έγκρισης και τοποθέτησης με στάδια

Περιληπτικά , τα στάδια που οφείλει να ακολουθήσει ένας άνθρωπος που ενδιαφέρεται, είναι τα ακόλουθα :

- a. Καταχώρηση αιτήματος σύνδεσης στη Δημόσια Επιχείρηση Δικτύων Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας.
- b. Επιθεώρηση μηχανικών της Δημόσιας Επιχείρησης Δικτύων Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας
- c. Παράδοση και δέσμευση προσφορά διασύνδεσης
- d. Σχεδιασμός και υπογραφή σύνδεσης
- e. Σχεδιασμός και υπογραφή σύμβασης συμψηφισμού ανάλογα με τον πάροχο ηλεκτρικού ρεύματος
- f. Επικύρωση Μετρητή στο φορέα πιστοποίησης της Δημόσιας Επιχείρησης Δικτύων Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας
- g. Τοποθέτηση ηλιακών συλλεκτών
- h. Διασύνδεση στο δίκτυο και η έναρξη λειτουργίας της

Η έως τώρα πείρα αποδεικνύει ότι η πραγματοποίηση των πιο πάνω απαιτεί περίπου 5 με 6 μήνες. Υπολογίζεται ότι για τον εικονικό συμψηφισμό, το διάστημα αυτό θα είναι πιο μεγάλο.

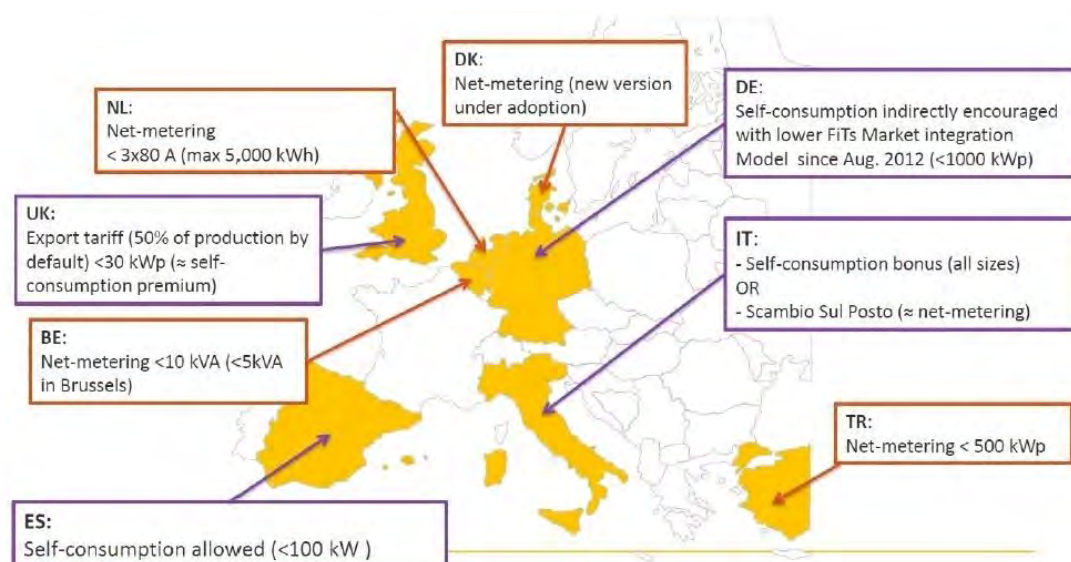
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Χρήση του ενεργειακού συμψηφισμού στην Ευρώπη

3.1 Εισαγωγή

Σε αυτό την ενότητα θα εξετάσουμε χαρακτηριστικά παραδείγματα από τρεις χώρες όπου έχει χρησιμοποιηθεί ο ενεργειακός συμψηφισμός και την επιρροή του στην εξέλιξη της αγοράς ηλιακών συλλεκτών.

Ζητήματα που ανακύπτουν από την οπτική των εταιριών ως προς ένα σύστημα ενεργειακού συμψηφισμού περιλαμβάνουν τη συχνότητα εφαρμογής του συμψηφισμού ,τη δυνατότητα μεταφοράς της πλεονάζουσας ενέργειας, την τιμή αποζημίωσης για το πλεόνασμα, την επιλογή μεταξύ συνολικού ή μερικού συμψηφισμού, καθώς και ενδεχόμενες επιπλέον χρεώσεις που μπορεί να επιβάλλουν οι εταιρίες ηλεκτρικής ενέργειας, όπως αυτές που σχετίζονται με τις παροχές του συστήματος. Οι παραγωγοί από πλευράς τους, εστιάζουν το ενδιαφέρον τους στην ιδανική διάσταση των ηλιακών συλλεκτών τοποθέτησης για ένα ειδικό σύστημα ενεργειακού συμψηφισμού , σχετικά με το επίπεδο χρήσης προκειμένου να καταστεί μια παρόμοια επένδυση ενδιαφέρουσα. Σε πόλεις ευρωπαϊκές το net metering χρησιμοποιείται κατ' έτος. Χώρες σαν το Βέλγιο ,την Ολλανδία ,την Ιταλία ,την Κύπρο ,η Ουκρανία και η Λετονία έχουν θέσει ανώτατο περιορισμό τοποθέτησης τη $11\text{kW}(\leq 3 \times 16\text{A})$. Παρ' όλα αυτά, υπάρχουν κάποιες παρεκκλίσεις, για παράδειγμα η Δανία όπου ελεύθερος συμψηφισμός και η Τουρκία όπου ισχύει καθημερινός συμψηφισμός. Αυτή τη στιγμή στην Ευρώπη δεν υπάρχει μια ενιαία πολιτική. Συνήθως πραγματοποιείται πλήρης συμψηφισμός που σημαίνει ότι όλες οι χρεώσεις για την ηλεκτρική ενέργεια, περιλαμβανομένων των ποικίλων φόρων και του Φόρου Προστιθέμενης Αξίας, ισχύουν για το ηλεκτρικό ρεύμα που συμψηφίζεται. Συστήματα ενεργειακού συμψηφισμού που χρησιμοποιούνται σε ευρωπαϊκές χώρες.



Εικόνα 1.6 Συστήματα ενεργειακού συμψηφισμού στην Ευρωπαϊκή Ένωση ([21]).

3.2 Κύπρος

3.2.1 Γενικά

Με τη ελάττωση της τιμής των ηλιακών συλλεκτών και την ενίσχυση της λιανικής τιμής του ηλεκτρικού ρεύματος (σε μία από τις πιο ακριβές χώρες του κόσμου), ο ενεργειακός συμψηφισμός για οικιακά ηλιακά συστήματα αναδείχθηκε ως μία σημαντική προοπτική για εξοικονόμηση ενέργειας. Στην Κύπρο, ο ενεργειακός συμψηφισμός έχει εξεταστεί πρόσφατα και στην αρχή εφαρμόστηκε σε δοκιμαστική φάση για κατοικίες φωτοβολταϊκών τοποθετήσεων, σε διάφορες περιοχές. Το πρόγραμμα ενεργειακού συμψηφισμού έχει ως στόχο την σταδιακή εγκατάσταση 45.000 οικιακών φωτοβολταϊκών συστημάτων με ισχύ έως και 3kW κατά το διάστημα 2014-2016. Η ολική εξοικονόμηση πόρων που αναμένεται να επιτευχθεί στο διάστημα 2014-2020 από την ολική εφαρμογή του μέτρου υπολογίζεται σε 104490 ΤΙΠ (1ΤΙΠ= 11627,9 KWh), απεικονίζεται ως εξής:

ΠΙΝΑΚΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΕ ΟΙΚΙΑΚΟΥΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΕΣ ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟ NET-METERING									
A/A	Περιγραφή Μέτρου	Αριθμός Συστημάτων	Εξοικονόμηση ενέργειας ανά Εγκαταστημένη KW (KWh)	Εξοικονόμηση ενέργειας KW/ ΤΙΠ	Δυναμικότητα Συστημάτων (KW)	Εξοικονόμηση ενέργειας / Σύστημα (KW/a)	Εξοικονόμηση ενέργειας/συστήματα (ΤΙΠ)	Διάρκεια ζωής των συστημάτων σε χρόνια	
1	Net-Metering για φωτοβολταϊκά σε οικιακούς καταναλωτές	45000	1500 ²⁸	0,125	3	4500	0,387	22 ²⁴	

Υπολογισμός Εξοικονόμησης Ενέργειας για την περίοδο 2014-2020												1 ^η Ενδράμηση Περίοδος 2014-2016 Στρατηγική Εξοικονόμηση Ενέργειας (ΤΙΠ)	2 ^η Ενδράμηση Περίοδος 2017-2020 Στρατηγική Εξοικονόμηση Ενέργειας (ΤΙΠ)
A/A	Έτος Εγκατ.	Αριθμός Συστημ.	Εξοικον. ενέργειας ΤΙΠ/συστήμα	2014 Εξοικον. ΤΙΠ	2015 Εξοικον. ΤΙΠ	2016 Εξοικον. ΤΙΠ	2017 Εξοικον. ΤΙΠ	2018 Εξοικον. ΤΙΠ	2019 Εξοικον. ΤΙΠ	2020 Εξοικον. ΤΙΠ	Σύνολο Περιόδου ΤΙΠ		
1	2014	15000	0,387	5,805	5,805	5,805	5,805	5,805	5,805	5,805	40,535		
2	2015	15000	0,387	0	5,805	5,805	5,805	5,805	5,805	5,805	34,830		
3	2016	15000	0,387	0	0	5,805	5,805	5,805	5,805	5,805	29,025		
ΣΥΝΟΛΟ				5,805	11,610	17,415	17,415	17,415	17,415	17,415	104,490	2016:34,830 2020:104,490	2020: -

Πίνακας 1.11 : Εξοικονόμηση πόρων υπό το σύστημα ενεργειακού συμψηφισμού για πελάτες κατοικιών [22]

Η μέθοδος αποσκοπεί στην τοποθέτηση 2000 οικιακών ηλιακών συστημάτων με ισχύ 3kw για τις αδύναμες και ευπαθής ομάδες οικιακών πελατών κατά τα έτη 2014 και 2015. Οι ωφελούμενοι θα λάβουν χρηματοδότηση που καλύπτει το 50% συνολικού κόστους επένδυσης για την αγορά τοποθέτηση αυτών των συστημάτων. Η επιχορήγηση φτάνει τα 900€ ανά kW με ανώτατο όριο το 2700€ ανά τοποθέτηση. Η ολική

εξοικονόμηση πόρων που αναμένεται να επιτευχθεί το διάστημα 2014 – 2020 χρήση του μέτρου εκτιμάται σε τέσσερις χιλιάδες 4838 ΤΙΠ (1ΤΙΠ = 11.627,9 kWh) [22]. Το σύστημα net metering, το οποίο εφαρμόζεται σε νοικοκυριά, τοπικά διοικητικά κτίρια και εμπορικές βιομηχανικές μονάδες εισήχθη στην Κύπρο του 2013. Έπειτα τον επιτυχημένο πρώτο έτος εγκατάστασης φωτοβολταϊκού συστήματος. Έπειτα από το επιτυχημένο πρώτο χρόνο χρήσης, συμφωνήθηκε να συνεχιστεί και το 2014. Πάρα την εκτενή βοήθεια των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, το συγκρατημένο δίκτυο της Κύπρου και η ικανότητά του να καταναλώσει το ηλεκτρικό ρεύμα, παραμένουν ζητήματα που επηρεάζουν τη προσεχή ανάπτυξη των ΑΠΕ. Οι Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας Κύπρου (ΡΑΕΚ) ανακοίνωσε ότι οι τοποθετήσεις ενεργειακού συμψηφισμού έφτασαν περίπου τη 10 MW τον Ιούνιο του 2014, αντίθετα η συνολική ισχύς των φωτοβολταϊκών στη χώρα ανέρχονταν σε 33MW [23].

3.2.2 Κατάλληλες τεχνολογίες

Η φωτοβολταϊκές τοποθετήσεις πληρούν τις προϋποθέσεις επιλεξιμότητας. Η ανώτατη ισχύς που έχει τη δυνατότητα να εγκατασταθεί για κάθε φωτοβολταϊκό σύστημα που ανέρχεται σε 3 Kw ανά ωφελούμενο και ανά κατοικία. Με την απαίτηση ότι οι ηλιακοί συλλέκτες είναι στραμμένα προς τον νότο, εκτιμάται ότι ένα σύστημα 3 k w θα μπορεί να παράγει περίπου 4.800 kWh ηλεκτρικής ενέργειας κάθε χρόνο. Το 2014, ήταν δυνατή η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων συνολικής ισχύος 15MW μέσω της μεθόδου του συμψηφισμού, ενώ το 2013 το όριο ήταν μόλις 6 MW. Για αυτό το υπουργικό συμβούλιο έκρινε να προχωρήσει στην τοποθέτηση 5000 ηλιακών συλλεκτών στις στέγες των σπιτιών μέσω του συστήματος ενεργειακού συμψηφισμού καθώς και την προσθήκη 5MW για τις κυπριακές εταιρείες και 5MW για ηλιακά πάρκα. Ο συγκεκριμένος σκοπός των 15MW σχετίζεται:

- Συστήματα στέγασης για ευάλωτους και ευπαθείς καταναλωτές (χρηματοδότηση), με ολική διαθεσιμότητα 1,2 MW ισχύς.
- Συστήματα για κατοικίες καταναλωτών που δεν είναι ευάλωτοι (χωρίς επιδότηση) με συνολική διαθέσιμη ισχύ 13,5 MW.

- Συστήματα για κατοικίες που φιλοξενούν αρχές τοπικής διοίκησης (μη χρηματοδότηση)με ολική διαθέσιμη ισχύει 0,3 MW.

3.2.3 Εφαρμογή του ενεργειακού συμψηφισμού

Η παραγωγή ανά έτος ηλεκτρικού ρεύματος από τη φωτοβολταϊκή εγκατάσταση θα χρειάζεται να μην ξεπερνά το 110% της χρήσης ανά έτος ηλεκτρικού ρεύματος του νοικοκυριού ή του δημόσιου κτιρίου [24]. Ο συμψηφισμός του ηλεκτρικού ρεύματος που εισάγεται από το δίκτυο και τις ενέργειες που δημιουργούνται από τα φωτοβολταϊκά συστήματα, γίνεται μία φορά κάθε δίμηνο, ανά έτος, είτε από την Αρχή Ηλεκτρισμού Κύπρου είτε από οποιοδήποτε πάροχο ηλεκτρικού ρεύματος όπου έχει δημιουργήσει συμφωνία ο πελάτης. Κάθε περίσσευμα που θα εμφανιστεί (δηλαδή η διαφορά της εξερχόμενης και της εισερχόμενης ενέργειας), θα μεταφερθεί στους επόμενους δύο μήνες. Αυτό το πλεόνασμα θα συμπεριλαμβάνεται στην ενέργεια που εισάγεται στο δίκτυο κατά την εν λόγω περίοδο. Ο ιδιοκτήτης θα καταβάλει στον προμηθευτή ηλεκτρικής ενέργειας αποκλειστικά ένα ακόμη τέλος για την εκμετάλλευση του δικτύου, σε αντίθεση με τα υπολείμματα που θα κοστολογούνται κανονικά στη τιμή λιανικής ανά δύο μήνες. Η τελική αναφορά (Απρίλιο-Μάιο) ανά έτος θα αποτελέσει την οριστική ρύθμιση. Κατά τη διάρκεια της ετήσιας αποτίμησης ενδεχόμενο πλεόνασμα συμψηφίζονται με τις χρεωστικές ενέργειες προηγούμενων διαστημάτων για τις οποίες πραγματοποιείται αντιλογισμός. Η πλεονάζουσα ενέργεια που θα απομένει στο πέρας της χρονιάς δεν γίνεται να μετακινηθεί στη διαδοχική χρονιά και δεν έχει αποκατάστασή. Το πρόσθετο τέλος χρήσης του δικτύου καταβάλλεται κάθε δύο μήνες ανεξάρτητα από το αν υπάρχει περίσσευμα και μετριέται με τον ακόλουθο τρόπο. Οι ενεργές χρεώσεις που αναφέρονται στο σχήμα 1.12 οι οποίες επιβάλλονται από τον πάροχο, αφορούν το ηλεκτρικό ρεύμα που δημιουργήθηκε από τους ηλιακούς συλλέκτες. Ο παραγωγός- πελάτης πληρώνει ετήσιο τέλος 37,02€ στον προμηθευτή του, το οποίο συμπίπτει στην εκτιμώμενη ενέργεια που δημιουργήθηκε το έτος 16100kWh/kWp για κάθε τοποθετημένο kWp του ηλιακού συλλέκτη . Επίσης καταβάλλεται κόστος για Υπηρεσίες Δημόσιας Ωφέλειας με συντελεστή τέλους 0,00136 €/kWh και κόστος για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας με συντελεστή 0,005 €/kWh. Οι ολικές δαπάνες ανά έτος (47,26€/kWh) πληρώνονται από τον πελάτη σε έξι ίσα ποσά και ενσωματώνονται στον δύο μήνες λογαριασμό χρήσης του παρόχου. Έτσι ο καταναλωτής υποχρεούται να καταβάλει 27,36 ευρώ

(συμπεριλαμβανομένου του ΦΠΑ) ανά περίοδο χρέωσης (δύμηνο) για ένα φωτοβολταϊκό σύστημα ισχύος 3 kWp [25]

Πίνακας αναλυτικής πίστωσης :

ΧΡΕΩΣΗ Ή ΠΙΣΤΩΣΗ	ΧΩΡΙΣ ΦΠΑ (€/kWp)	ΜΕ ΦΠΑ (19%) (€/kWp)
Δαπάνες λειτουργίας του Διαχειριστή του Συστήματος	1,48	1,76
Μεταφοράς		
Επικουρικές Υπηρεσίες	3,50	4,17
Ετεροχρονισμός μεταξύ Παραγωγής Φωτοβολταϊκού Συστήματος και της Ζήτησης της Οικίας	13,81	16,43
Τήρηση Μακροχρόνιας Εφεδρείας	1,53	1,82
Δίκτυο Μεταφοράς	3,98	4,74
Δίκτυο Διανομής Μέσης Τάσης	12,31	14,65
Δίκτυο Διανομής Χαμηλής Τάσης	20,41	24,29
Μείωση στις θερμικές απώλειες στα Δίκτυα	-20,00	-23,80
ΣΥΝΟΛΟ (ΠΡΟ ΦΟΡΩΝ)	37,02	44,06
Υπηρεσίες Δημόσιας Ωφέλειας	2,19	2,61
Πράσινο Φόρος	8,05	8,05
ΣΥΝΟΛΟ	47,26	54,72

Πίνακας 1.12 Αναλυτικές πιστώσεις που προτείνουν το τέλος κατανάλωσης του δικτύου για ενεργειακό συμψηφισμό το χρόνο [5].

Οι συνολικές δαπάνες για την τοποθέτηση του συστήματος περιλαμβάνει την αγορά και την εγκατάσταση μετρητή βαραίνει αποκλειστικά τους δικαιούχους. Συμπερασματικά αμφίδρομος μετρητής εγκαθίσταται, καταγράφει την ενέργεια που εισέρχεται και αυτή που εξέρχεται ενώ η συμψηφιζόμενη ηλεκτρική ενέργεια (εισερχόμενη – εξερχόμενη) υπολογίζεται ανά δίμηνο. Αν το αντισταθμισμένο ηλεκτρικό ρεύμα είναι θετικό, ο καταναλωτής καταβάλλει το καθαρό ποσό σύμφωνα με τη τιμή πώλησης του ηλεκτρικού ρεύματος, καθώς και το τέλος κατανάλωσης του δικτύου.. Αν δεν ισχύει κάτι διαφορετικό, ο πελάτης-παραγωγός δεν καταβάλλει καμία πληρωμή (εκτός από το πέρασ κατανάλωσης του δικτύου) και η πλεονάζουσα ενέργεια που δημιουργείται μετακινείται ως χρέωση REC για το διαδοχικό δίκτυο. Οι φορολογικές υποχρεώσεις και ο Φόρος Προστιθέμενης Αξίας επιβάλλονται στο καθαρό ηλεκτρικό ρεύμα (όποτε αυτό είναι καλό) καθώς και στο πρόσθετο τέλος κατανάλωσης του δικτύου.

3.2.4 Υπεύθυνη Αρχή

Η Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας Κύπρου έχει την ευθύνη επιθεωρεί και να εγκρίνει όλες αιτήσεις. Από την πλευρά της η ΑΗΚ, Αρχή Ηλεκτρισμού Κύπρου ως διαχειριστής του συστήματος διανομής, θα προχωρήσει στην τοποθέτηση του συστήματος συμψηφισμού. Αυτός ο μετρητής θα υποκαταστήσει τον τρέχοντα μετρητής εισδυτικής ενέργειας, ο οποίος σημειώνει το ηλεκτρικό ρεύμα που διατίθεται συνήθως από την Αρχή Ηλεκτρισμού Κύπρου. Ο καινούργιος μετρητής θα τοποθετηθεί είτε στο μέρος του υπάρχοντος μετρητή, όπου θα αποσυρθεί, είτε σε μία καινούργια θέση όπου θα πιστοποιηθεί από τον οργανωτή τους συστήματος κατανομής. Ο καινούργιος μετρητής αντιστάθμισης θα είναι αμφίδρομος και θα διαθέτει δύο ενδείξεις : μία για την ενέργεια που εισέρχεται από το δίκτυο προς την κατοικία ή και το κτίριο της τοπικής διοίκησης και μία για η ηλεκτρική ενέργεια που δημιουργείται από τους ηλιακούς συλλέκτες και διοχετεύεται προς το δίκτυο. Η αντίθεση ανάμεσα στις δύο ενδείξεις σχετικά με την μέτρηση της αντιστάθμισης.

3.2.5 Παραδείγματα εφαρμογής του ενεργειακού συμψηφισμού

Παρακάτω παρατίθεται εύκολο παράδειγμα που μας παρέχει τη βοήθεια να αντιληφθούμε τη λειτουργικότητα του μηχανισμού του ενεργειακού συμψηφισμού στη

Κύπρο . Ο ακόλουθος πίνακας απεικονίζει τη μέση χρήση ηλεκτρικού ρεύματος μιας οικογένειας στην Κύπρο σε δύο μήνες [26].

Διμήνια	Κατανάλωση Οικίας kWh	Φωτοβολταϊκό Σύστημα 3kWp					Λογαριασμός	Λογαριασμός
		Παραγωγή kWh	Απόθεμα kWh	Μεταφερόμενες kWh	Εξοικονόμηση kWh	Τέλη Δικτύου €	ΑΗΚ πριν τα Φ.Β.€	ΑΗΚ μετά τα Φ.Β.€
Γεν-Φεβ	960	612	0	0	612	28	240	115
Μαρ-Απρ	700	864	0	164	700	28	175	28
Μαι-Ιουν	780	968	164	352	780	28	195	28
Ιουλ-Αυγ	1200	949	352	101	1200	28	300	28
Σεπ-Οκτ	760	829	101	170	760	28	190	28
Νοε-Δεκ	755	565	170	0	735	28	189	33
Μέσος Όρος:	859	798	131	131	798	28	215	43
Σύνολο:	5155	4787	787	787	4787	168	1289	260
Συνολική ετήσια εξοικονόμηση λόγω Φ.Β: €1289 - €260 = €1029								

Πίνακας 1.13: Προφίλ χρήσης και παραγωγής μιας οικογένειας ([26]).

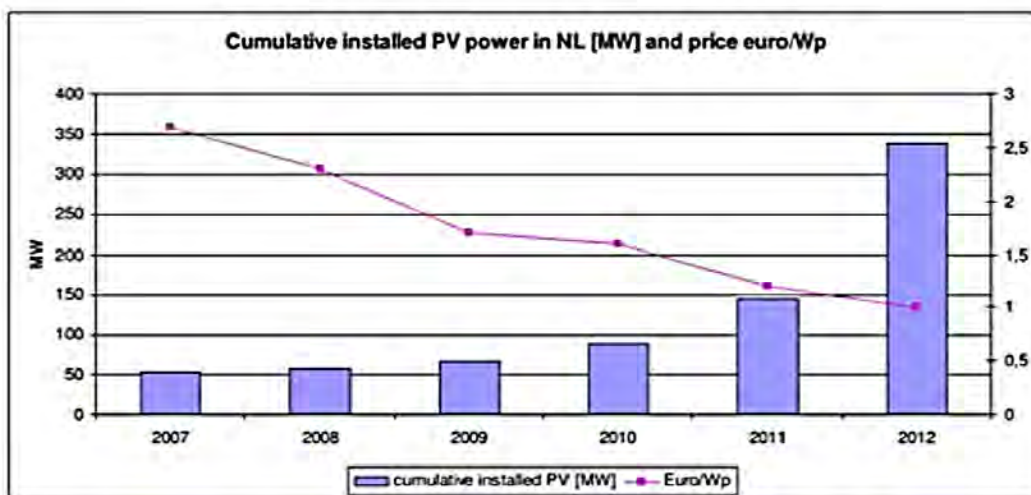
Κατά τη διάρκεια του Ιανουαρίου και του Φεβρουαρίου, η κατοικία χρησιμοποίησε 960kWh, όπου αναλογούν σε λογαριασμό της ΑΗΚ σχεδόν 240€ (0,25€/kWh λιανική τιμή). Κατά το ίδιο χρονικό διάστημα του φωτοβολταϊκού σύστημα ισχύος 3kWp παράγει σχεδόν 612 kWh. Έτσι ο κάτοχος υποχρεούται να καταβάλει αποκλειστικά τις 348kWh (960 kWh – 612 kWh), οι οποίες αναλογούν σε 87 ευρώ και τα τέλη είναι 28€ για δύο μήνες. Άρα ο κάτοχος πρέπει να καταβάλει 115€ σε αντάλλαγμα για 240€ αποκομίζοντας όφελος 125€ για τους δύο μήνες Ιανουάριο-Φεβρουάριο. Αν το ηλεκτρικό ρεύμα που θα παραχθεί υπερβαίνει την καταναλωθείσα, οι κιλοβατώρες μεταβιβάζονται ως απόθεμα στο διαδοχικό δίμηνο και διευθετούνται στο κλείσιμο του ημερολογιακού έτος. Η συνολική ετήσια κατανάλωση της οικίας ανέρχεται σε περίπου 5.155 kWh, ενώ το φωτοβολταϊκό σύστημα παράγει γύρω στα 4.787 kWh της ετησίως. Έτσι ο ιδιοκτήτης θα χρειαστεί να πληρώσει μόλις 260€ αντί για 1.289€ αποκομίζοντας κέρδος 1029€. Επιπρόσθετα με τη πιστοποίηση της αίτησης ο κάτοχος υποχρεούται να πληρώσει στην ΑΗΚ το ποσό των 250€ συν Φόρο Προστιθέμενη Αξία το οποίο καλύπτει τα έξοδα διαχείρισης του αιτήματος καθώς και τα έξοδα του μετρητή, της επιθεώρησης και της σύνδεσης κατασκευής. Οι ηλιακές συλλέκτες μπορεί να εξοικονομήσει σχεδόν 1029€ ετησίως και το χρόνο ζωής των φωτοβολταϊκών πλαισίων κάποια κυμαίνεται από 20 έως 25 έτη. Ως εκ τούτου η αποπληρωμή του φωτοβολταϊκού

συστήματος μετριέται σε σχεδόν 6 έτη (5.750€/ 1029) ενώ μετά από 20 έτη η ολική εξοικονόμηση φτάνει στα 16.000 -18.000€.

3.3 Ολλανδία

3.3.1 Γενικά

Το 2011, η βασική παρακίνηση ώστε να υπάρξει η ανάπτυξη φωτοβολταϊκών συν άλλων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Ολλανδία είναι το σύστημα ενεργειακού συμψηφισμού, το οποίο εφαρμόζεται σε μικρά οικιακά συστήματα ισχύος έως 15 kW.. Υπάρχει επίσης ένα ετήσιο όριο για την ενέργεια που μπορεί να εγχυθεί στο δίκτυο και να συμψηφιστεί, το οποίο ανέρχεται σε 5000 kWh. Αυτό οδήγησε σε ουσιαστική πρόοδο της αγοράς το 2012, όταν τοποθετήθηκαν 195 MW αυξάνοντας την ολική τοποθετημένη φωτοβολταϊκή ισχύ στα 340 MW. Η συγκεκριμένη επέκταση ανέρχεται περίπου στο 134% σε σχέση με το συνολικό εγκατεστημένο δυναμικό το 2011. Αυτό συμβαίνει λόγω των χαμηλών τιμών των ηλιακών πλαισίων σε συνδυαστική διαδικασία με τις διατάξεις του ενεργειακού συμψηφισμού, οι οποίοι έχουν οδηγήσει στην εξίσωση της αξίας του δικτύου. Το 2013 τοποθετήθηκαν 357MW , με ολική τοποθετημένη ισχύ να φτάνει τα 697 MW στο τέλος του έτους και να πλησιάζει τα 739 MW στα τέλη Αυγούστου του 2014. Το διάγραμμα 1.3 απεικονίζεται η ολική τοποθετημένη ισχύ καθώς και η πτώση αξίας των ηλιακών συλλεκτών κατά την περίοδο 2007-2012



Διάγραμμα 1.3 : Ολική τοποθετημένη ισχύς και αξία των ηλιακών συλλεκτών στην Ολλανδία τις χρονιές 2007 έως 2012 ([32]).

3.3.2 Ενεργό σύστημα ενεργειακού συμψηφισμού

Στην Ολλανδία, ο ενεργειακός συμψηφισμός εφαρμόζεται για τους χρήστες που την ίδια στιγμή παράγουν ηλεκτρική ενέργεια και είναι συνδεδεμένοι στο ηλεκτρικό δίκτυο μέσω μιας μικρής κλίμακας σύνδεσης, η οποία δεν υπερβαίνει τα 3*80 A. (τριφασικό) Δεν υπάρχουν περιορισμοί στην ποσότητα των kWh που μπορούν να εισάγονται στο δίκτυο. Οι καταναλωτές οφείλουν να υποβάλλουν το αίτημα τους στον υπεύθυνο χειριστή του δικτύου προκειμένου να λάβουν προσφορά για την εισχώρηση ηλεκτρικού ρεύματος στο δίκτυο, και είναι υποχρεωμένοι να καταβάλουν τέλη κατανάλωσης του δικτύου για την διαδικασία. Υπεύθυνες για την λειτουργία του ενεργειακού συμψηφισμού είναι οι επιχειρήσεις καθώς και το κράτος, το οποίο εμπλέκεται μέσω των ενεργειακών φορολογικών διαδικασιών. Το ολλανδικό net metering δραστηριοποιείται ετησίως επιτρέποντας στους ιδιοκτήτες σπιτιών με ηλιακούς συλλέκτες να ανταλλάσσουν την πλεονάζουσα ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται τους καλοκαιρινούς μήνες με την χρήση που έχουν τους χειμερινούς μήνες. Το net metering διεξάγεται σε μηνιαία βάση (κατά την περίοδο χρέωσης). Οι ενεργειακές εισφορές (μαζί με τον Φόρο Προστιθέμενης Αξίας) εφαρμόζονται αποκλειστικά στην καθαρή κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος όπου προέρχεται από το δίκτυο και στην ενέργεια όπου επιστρέφεται πάλι εκεί. Στην κατάσταση που η προαναφερόμενη διαφορά είναι

μη αρνητική, ο καταναλωτής υποχρεούται να την καταβάλει στην τιμή πώλησης. Αν η διαφορά είναι αρνητική, ο πελάτης – παραγωγός δεν καταβάλλει καμία πληρωμή και το περίσσειμα που δημιουργείται μεταβιβάζεται και χρεώνεται (εντάσσεται στην εξερχόμενη ενέργεια) στις επόμενες 30 ημέρες. Στο κλείσιμο της χρονιάς πραγματοποιείται αφαίρεση, όπου πιθανή πλεονάζουσα ενέργεια αντισταθμίζεται με την οφειλόμενη ενέργεια παλαιότερων χρόνων την οποία διενεργείται αντίθεση. Αν, έπειτα από την ετήσια αντιστάθμιση, προκύψει οποιοδήποτε περίσσειμα, ο πελάτης – παραγωγός θα λάβει αποζημίωση μέσω ενός τιμολογίου feed-in-Tariff, το οποίο κυμαίνεται από 0,05 έως 0,07/kWh πλησίον στην χονδρική αξία της ηλεκτρικής κίνησης. Το πλεόνασμα δεν είναι δυνατόν να μεταφερθεί στο επόμενο έτος. Η πληρωμή του τέλους χρήσης του δικτύου είναι υποχρεωτική, ανεξαρτήτως του εάν ο συμψηφισμός ηλεκτρικής ενεργείας είναι θετικός ή αρνητικός.

3.3.3 Κατάλληλες Τεχνολογίες

Το net metering επιτρέπει σε οποιαδήποτε τεχνολογία που συνδέεται με το ηλεκτρικό δίκτυο μέσα από μια μικρή κλίμακας σύνδεσης (έως 3* 80A, περίπου 15 kW) να επωφεληθούν από αυτή τη διαδικασία. Γενικά όλες οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι κατάλληλες, αλλά στην πραγματικότητα ο ενεργειακός συμψηφισμός χρησιμοποιείται προπαντός για φωτοβολταϊκές τοποθετήσεις [31].

3.3.4 Παράδειγμα εφαρμογής ενεργειακού συμψηφισμού

Παρακάτω παρατίθενται ορισμένα παραδείγματα που δείχνουν την εφαρμογή του ενεργειακού συμψηφισμού με βάση τη νομοθεσία που ισχύει [30].

Παράδειγμα 1: (εισαγόμενη ενέργεια > εκφορτισμένη ενέργεια)

- Κατ' έτος ηλεκτρικό ρεύμα που εισέρχεται από το δίκτυο : 6500 kWh
- Ετήσια ηλεκτρικό ρεύμα που εξέρχεται από το δίκτυο : 6000 kWh
- Κατ' έτος συμψηφιζόμενο ηλεκτρικό ρεύμα (είσοδος- έξοδος) : 500 kWh.

Η εισερχόμενη ενέργεια των 6500 kWh συμψηφίζεται με την εξερχόμενη ενέργεια των 6000 kWh, με αποτέλεσμα ο καταναλωτής να καταβάλλει τη τιμή πώλησης για τις 500 kWh

Παράδειγμα 2: (ενέργεια που εισέρχεται $\leq$ ενέργεια που εξέρχεται)

- Κατ' έτος ηλεκτρικό ρεύμα που εισέρχεται από το δίκτυο : 6000 kWh
- Ετήσια ηλεκτρικό ρεύμα που εξέρχεται από το δίκτυο : 8000 kWh
- Κατ' έτος συμψηφιζόμενο ηλεκτρικό ρεύμα (είσοδος - έξοδος) : -2000 kWh

Η εξερχόμενη ενέργεια των 8000 kWh συμψηφίζεται με την εισερχόμενη ενέργεια των 6000 kWh, με αποτέλεσμα ο πελάτης – παραγωγός να μην καταβάλλει καμία πληρωμή για την ενέργεια. Η πλεονάζουσα ενέργεια των 2000 kWh που δημιουργείται στο πέρας του χρόνου αποζημιώνεται στον χρήστη σχεδόν σε τιμή χονδρικής της ενέργειας (0,05 έως 0,07 €/kWh) και δεν μεταβιβάζεται στη διαδοχική χρονιά.

3.4 ΙΤΑΛΙΑ

3.4.1 Γενικά

Η Ιταλία προτιμά πιο πολύ το σύστημα Fit με σκοπό την προώθηση των ηλιακών συλλεκτών στην αγορά. Το «Scambio Sul Posto» αποτελεί ένα διαφορετικό σύστημα βοήθειας που παράγει την αυτοκατανάλωση προσφέροντας οικονομική αποζημίωση για την παραγωγή ενέργειας από ηλιακούς συλλέκτες και την κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος. Σύμφωνα με το «Scambio Sul Posto» εφαρμόζεται ένα σύστημα FiT για το πλεονάζον ηλεκτρικό ρεύμα όπου δεν γίνεται χρήση τοπικά και μεταφέρεται στο δίκτυο. Μέσω αυτό το συστήματος, παρέχονται ποικίλες τιμές στην παραγόμενη και στο άλλο καταναλισκόμενο ηλεκτρικό ρεύμα. Αυτή η διάταξη προσφέρει στους κατόχους συστημάτων ανανεώσιμες πηγών ενέργειας «πιστώσεις» (όταν οι επιπλέον ενέργεια που δημιουργούν διοχετεύεται στο δίκτυο), τις οποίες μπορούν να αξιοποιήσουν στους λογαριασμούς τους για την ενέργεια. Η Ιταλία ήταν το πρώτο

κράτος που πέτυχε την ισότητα του δικτύου για ηλιακούς συλλέκτες μεγάλης διάστασης το 2013. Η ανάπτυξη της αγοράς στην Ιταλία διαθέτει διεθνές ρεκόρ, καθώς (2011) δόθηκε επίσημα η πρόσβαση του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας για 9,3 GW φωτοβολταϊκών. Το συγκεκριμένο ανώτερο επίπεδο πέτυχε πρωτίστως εξαιτίας της μείωσης της τιμής των ηλιακών συστημάτων, η οποία συνοδεύτηκε από τη λειτουργία του «Scambio Sul Posto (SSP)». Έως το 2008 ο ιταλικός ενεργειακός συμψηφισμός στηριζόταν σε φυσική αποκατάσταση όπως και τα αντίστοιχα συστήματα άλλων χωρών που αναφέραμε. Από το 2009, ωστόσο αυτό το σύστημα μετατράπηκε σε «Scambio Sul Posto (SSP)» το οποίο βασίζεται σε χρηματοοικονομική αυξομείωση (net billing) [28]. Με το συγκεκριμένο σύστημα, δεν παρέχεται σύντομα αποζημίωση για το πλεονάζον ηλεκτρικό ρεύμα που εισάγεται στο δίκτυο. Αντίθετα γίνεται μεταφορά της τιμής του ηλεκτρικού ρεύματος που καταναλώνεται από το δίκτυο με αυτήν που διοχετεύεται στο δίκτυο. Δεκέμβρη του 2013 το σύστημα του ενεργειακού συμψηφισμού τροποποιήθηκε με το καινούργιο καθεστώς να τίθεται σε λειτουργία από τον Ιανουάριο του 2013. Το αναθεωρημένο σύστημα δεσμεύεται σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας με ισχύ που δεν ξεπερνά τα 200 kW. Βάσει την Αρχή Ενέργειας του Αερίου, εάν μια φωτοβολταϊκή τοποθέτηση έχει ισχύ άνω των 20 kW και ήδη επωφελείται από ορισμένα κίνητρα, εκείνη τη στιγμή δεν θα δικαιούται επιπλέον την ολική μείωση στο κόστος των υπηρεσιών για το ηλεκτρικό ρεύμα που ανταλλάσσεται βάση τη σύμβασης του ενεργειακού συμψηφισμού [29]. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να κατασταλεί το χρηματοοικονομικό κέρδος των λογαριασμών ηλεκτρικής ενέργειας των πελατών, με συνέχεια τη σημαντική μείωση της κερδοφορίας των τοποθετήσεων ΑΠΕ. Επιπλέον διερευνήθηκε το σύστημα που δίνει τη δυνατότητα ελάττωσής της αξίας της ηλιακής τοποθέτησης κατά 50% ο οποίος μπορεί να ενωθεί με τον ενεργειακό συμψηφισμό. Σύμφωνα με αυτό το σύστημα, οι δαπάνες της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης επιστρέφει μέσα από φορολογικές μειώσεις για μία περίοδο 10 ετών στο IRPEF (φόρος εισοδήματος), με ανώτατο όριο όταν 96.000€ ανά μονάδα. Μετά την 31/12/2014, θα υπάρξει σταδιακή μείωση σε 36%

3.4.2 Ενεργό σύστημα ενεργειακού συμψηφισμού «Scambio Sul Posto»

Η βάση του Scambio Sul Posto δεν βασίζεται σε γρήγορες αποπληρωμές, αντίθετα στην αντιστάθμιση της ισχύς που εισάγεται στο δίκτυο με αυτήν που καταναλώνεται από αυτό δίχως την δυνατότητα συγκρότησης στην ποσότητα του ηλεκτρικού ρεύματος που μπορεί να εγχυθεί στο δίκτυο. Το SSP ξεχωρίζει από τον ενεργειακό συμψηφισμό, αφού ο διαχειριστής της τοποθέτησης καταβάλει κανονική τιμή πώληση στο πάροχο (διανομή) για όλη την ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνει από το δίκτυο σε μηνιαία βάση. Στη συνέχεια η GSE (χειριστής των υπηρεσιών ενέργειας) επεμβαίνει μετά για να επιστρέψει μέρος των λογαριασμών που πληρώνονται στην εταιρεία ηλεκτρικής ενέργειας, παρέχοντας χρεώσεις για το ηλεκτρικό ρεύμα που έχει τροφοδοτήσει στο δίκτυο κατά ορισμένες ειδικές περιόδους στο χρόνο. Όποτε η τοποθέτηση δημιουργεί

ενέργεια ένα μέρος της καταναλώνεται από την ίδια και το υπόλοιπο εφοδιάζεται στο δίκτυο. Αν το σύστημα δεν παρέχει ενέργεια ο καταναλωτής προμηθεύεται το ρεύμα που έχει ανάγκη από το δίκτυο και αυτό αποτυπώνεται στη πίστωση του. Ο ενεργειακός συμψηφισμός αποκαταστά την ενέργεια όπου φτάνει από το δίκτυο και τον λογαριασμό ανάλογα τη ποσότητα ενέργειας που επιστρέφει σε αυτό.

3.4.3 Αρμόδια Αρχή

Η GSE θεωρείται υπεύθυνη βάση που διαχειρίζεται το net metering και την καταβολή της αντίστοιχης αποζημίωσης, η οποία καλύπτει ένα ποσό των δαπανών που φορτώνουν τον καταναλωτή για την προμήθεια ηλεκτρικού ρεύματος από το δίκτυο. Κάθε έξι μήνες στηρίζει τον οργανωτή της ανανεώσιμης εγκατάστασης μέσω της συνεισφοράς (χρηματοδότηση) του SSP γυρνώντας τις δαπάνες που σχετίζονται με τη χρησιμοποίηση του δικτύου για το ηλεκτρικό ρεύμα που εγχέεται σε αυτό. Επιπλέον έχει την ευθύνη να παρέχει τακτικά πληροφορίες σχετικά με το επίπεδο κόσμων υπηρεσιών.

Το καθήκον της GSE σχετίζεται :

- Να συλλέγει δεδομένα από τους διανομές και τον χειριστή του δικτύου σχετικά με την ενέργεια που παρέχεται και αποχωρεί σε ότι σχετίζεται με τις kWh.
- Να αξιολογεί τα έξοδα ηλεκτρικού ρεύματος (CEO : Cost Of Electricity) που πληρώνεται στον μεταφορέα, αφαιρώντας τα έξοδα που έχουν σχέση με τις παροχές του δικτύου.
- Να μετράει την τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος όπου εισάγεται στο δίκτυο (VOE: Value Electricity fed in)με βάση τα όρια των τιμών.

Κύκλος Συμψηφισμού

Οικονομική εξίσωση των υπολογισμών της ενέργειας όπου καταναλώνεται από το δίκτυο και της ενέργειας όπου επιστρέφεται στο δίκτυο πραγματοποιείται στο πέρας

του χρόνου. Αν η αξία (VOE) του ολικού ηλεκτρικού ρεύματος που εισάγεται κατ' έτος στο δίκτυο υπερβαίνει τις δαπάνες του ολικού ηλεκτρικού ρεύματος (COE) όπου προέρχεται από αυτό, η GSE γνωρίζει μία χρηματοοικονομική χρέωση όμοια με τη διαφορά τους η οποία έχει τη δυνατότητα να [28]

- Να γίνει χρήση για την αγορά ηλεκτρική σε ενέργειας χωρίς περιορισμό χρόνου, δηλαδή να μετακινείται και στα χρόνια που ακολουθούν ή
- Καταβάλλεται κάθε χρόνο στον χρήστη, ο οποίος είναι χρήστης του Scambio Sul Posto.

Τέλος χρήσης του δικτύου : Οι οργανωτικές τοποθετήσεις ΑΠΕ έχουν την υποχρέωση να πληρώνουν στο τέλος ανά σημείο σύνδεσης, το οποίο καλύπτει τα διοικητικά έξοδα λειτουργίας του ηλεκτρικού δικτύου. Το πόσο ανέρχεται σε 15€ για τοποθετήσεις με ενέργεια μικρότερη από 3kW ,30€ στις τοποθετήσεις ενέργειας από 3kW έως 20kW ενώ αντίστοιχα 45€ στις τοποθετήσεις με ενέργεια πάνω από 20 kW [31].

Τύπος μέτρησης της αποζημίωσης του ενεργειακού συμψηφισμού

Η χρηματοδότηση για την ανταλλασσόμενη ενέργεια διασφαλίζει στην χρηματική επιδότηση για την ενέργεια που έχει παραλειφθεί και πληρωθεί στον προμηθευτή ηλεκτρικού ρεύματος σε σχέση με το φορτίο ηλεκτρισμού σε ενέργεια όπου εισάγεται στο δίκτυο και αυτή όπου καταναλώνει από το σύστημα. Η συγκεκριμένη συνδρομή θα αποδίδεται σε χρήματα και θα πληρώνεται από την GSE κάθε έξι μήνες, με ετήσιες τροποποιήσεις για αυτή δεν περιορίζεται μόνο στην «αγορά» της ενέργειας, ενώ περιλαμβάνει επίσης την «πώληση» των περισσότερων υπηρεσιών που παρέχονται από το δίκτυο, χωρίς να επιστρέφονται οι φόροι .Η εξίσωση που υπάρχει για την μέτρηση ο τύπος της επιδότησης της ανταλλαγμένης ενέργειας σε συστήματα ισχύος με όριο 20kW θεωρείται ο ακόλουθος [30] :

$$Cs = \min [COE; VOE] + CU_{sf} * Es$$

Δηλαδή:

- **Cs:** Η συμβολή του ενεργειακού συμψηφισμού στην εξισορρόπηση της ενέργειας που ανταλλάσσεται
- **COE:** η τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος αναφέρεται στην σημασία της ενέργειας όπου προμηθεύεται από το δίκτυο και καταβάλλεται από τον πελάτη στον πάροχο. Μετρίεται πολλαπλασιάζοντας την ποσότητα των kWh που καταναλώνονται με την ενιαία εθνική τιμή.
- **VOE:** η χρηματική τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος όπου εισάγεται στο δίκτυο υπολογίζεται μέσω του πολλαπλασιασμού των kWh όπου ενίεται με τις οριακές τιμές (κόστος απόκτησης της ενέργειας από την προηγούμενη ημέρα). Κάθε μέρα, οι τιμές για την απόκτηση και την πώληση ενέργειας μεταβάλλονται σε άμεσο χρόνο, ανάλογα με τις προϋποθέσεις της αγοράς.
- **CUsf:** το κόστος όπου δηλώνεται σε λεπτά του ευρώ ανά kWh και μετρίεται από την GSE. Συγκεκριμένα, η αξία αυτή συμπεριλαμβάνει τα κόστη μετακίνησης, διανομή, καθώς και ορισμένες δαπάνες όπου συχνά προτίθενται στον λογαριασμό, και ισχύει για τον τρέχοντα μήνα
- **Es:** τεχνικά, αυτό ισοδυναμεί με το μικρότερο ποσό των kWh που έχουν εισαχθεί στο δίκτυο σε σύγκριση με εκείνα που έχουν ληφθεί από αυτό, συνολικά για όλο το διάστημα του χρόνου.

Ακόμη αν στο κλείσιμο του χρόνου η τιμή της ολικής ενέργειας που εγχύθηκε στο δίκτυο (VOE) είναι πάνω από την τιμή της ενέργειας που καταναλώθηκε (COE) από αυτό, εκείνη τη στιγμή που προκύπτει πλεόνασμα ενέργειας που μεταφέρεται στο δίκτυο το οποίο ισούται με τη διαφορά. Το αντάλλαγμα για τον υπερπληθυσμό είναι πρόσθετο σε σχέση με την Sc. Εάν υπάρχει υπερπληθυσμός, ο καταναλωτής έχει τη δυνατότητα, να ζητήσει τη μετατροπή τους σε ευρώ στο τέλος του έτους. Το περίσσευμα kWh θα καλύπτεται στα έξοδα για την αγορά ενέργειας ενώ θα υποβάλλεται σε φορολογία καθώς θεωρείται ισότιμο με μία «πώληση ενέργειας». Αλλιώς, έχει τη δυνατότητα να αξιοποιηθεί ως «χρέωση» για την ακόλουθη χρονιά στην προμήθεια ηλεκτρικού ρεύματος (δίχως φόρους).

3.4.4 Επιλέξιμες τεχνολογίες

Σχεδόν όλοι οι σταθμοί ισχύος της τάξεως 20kW μέχρι 200kW θεωρούνται κατάλληλοι ανεξαρτήτως τεχνολογίας που εφαρμόζεται. Ακόμη τα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που δημιουργούν έως 20kW είναι επίσης επιλέξιμοι εφόσον έχουν λάβει έγκριση για ενεργειακό συμψηφισμό από τις 31/12/2007. Από την 1/1/2009 το SSP εφαρμόζεται και σε ΣΗΘ σταθμούς με ισχύ μέχρι 25kW. Υβριδικοί σταθμοί είναι επίσης επιλέξιμοι, εφόσον η παραγωγή τους από μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι κάτω από το πέντε στα εκατό. Με σκοπό την υλοποίηση του SSP, το ηλεκτρικό ρεύμα είναι υποχρεωτικό να εισάγεται και να εξάγεται από το δίκτυο στη ίδια περιοχή διασύνδεσης. Επιπλέον οι δήμοι με πληθυσμό κάτω από 20.000 κατοίκους έχουν τη δυνατότητα να εφαρμόζουν ενεργειακό συμψηφισμό δίχως να πρέπει να εφαρμόζουν την ίδια περιοχή διασύνδεσης για την έγχυση και την λήψη ηλεκτρικού ρεύματος [31].

Η Ιταλική κυβέρνηση τον Αύγουστο του 2014, καθόρισε να επεκτείνει το νόμο του net metering προκειμένου περιλαμβάνει περισσότερες φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις και να στηρίξει την εμπορική δραστηριότητα των ηλιακών συστημάτων στις σκεπές. Το μέγιστο όριο για τα συστήματα ενεργειακού συμψηφισμού έχει ενισχυθεί από 200kW σε 500kW ανά τοποθέτηση και θα εφαρμόζεται για τα συστήματα όπου ενεργοποιήθηκαν στις 1/1/2015.

3.4.5 Παράδειγμα εφαρμογής του ενεργειακού συμψηφισμού

Με σκοπό τις ανάγκες του δείγματος, υποθέτουμε ότι διαθέτουμε μια κατοικία με ένα ηλιακό σύστημα ισχύος 10kW, το οποίο έχει το παρακάτω κατ' έτος προφίλ δημιουργίας και χρήσης [30].

- Ενέργεια που δημιουργείται από τους ηλιακούς συλλέκτες : 12000 kWh
- Κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος : 7000 kWh
- Ενέργεια που καταναλώνεται αμέσως : 4000 kWh

- Ενέργεια που εισάγεται στο δίκτυο: 8000 kWh (12000 kWh – 4000 kWh)
- Ενέργεια που αποκτάται από το δίκτυο: 3000 kWh (7000 kWh – 4000 kWh)

Εκτίμηση της συμμετοχής του SSP:

Αν υποθέσουμε ότι η ενιαία εθνική αξία του ρεύματος είναι σχεδόν 0,08€/kWh (καθαρή αξία, χωρίς φορολογία, Φόρο Προστιθέμενης Αξίας, συνεισφορές και τις παροχές του δικτύου). Η αξία αγοράς ρεύματος του προηγούμενου 24ώρου είναι 0,07€/kWh, ενώ το κόστος του ηλεκτρικού ρεύματος για τις παροχές μεταφοράς του δικτύου είναι 0,06€/kWh (που περιλαμβάνει παροχή μετακίνησης, κατανομής και υπόλοιπες δαπάνες, δίχως Φόρο Προστιθέμενης Αξίας, φορολογία, συνεισφορές).

Εκτιμάται:

$$Cs = \min [3000 * 0,08; 8000 * 0,07] + 0,06 * 3000 = \min [240; 560] + 180 = 240 + 180 = 420\text{€}$$

Έτσι, η ετήσια εισφορά ανέρχεται σε 420€. Αξιοσημείωτη είναι πως η εισφορά αυτή δεν υπόκειται σε φορολογικές επιβαρύνσεις που θα έχουν καταβληθεί στο λογαριασμό, οι οποίοι ανέρχονται σχεδόν στο 34% του συνολικού ποσού. Επιπλέον, η εισφορά δεν υποβάλλεται σε φόρο, καθώς δεν θεωρείται «επιπλέον κέρδος» και δεν επιβαρύνεται ούτε με φόρο κέρδους I_{pref} , ούτε με Φόρο Προστιθέμενης Αξίας.

Εκτίμηση του πλεονάσματος:

Στο συγκεκριμένο παράδειγμα, η χρηματοοικονομική τιμή των εισαγωγών στο δίκτυο (VOE) υπερβαίνει την χρηματοοικονομική τιμή των αφαιρέσεων από το δίκτυο (COE), διότι:

$$VOE = 8000kWh * 0,07\text{€/kWh} = 560\text{€} \text{ και } COE = 3000kWh * 0,08 \text{ €/kWh} = 240\text{€}.$$

Με σκοπό τη συνθήκη αυτή, ο ιδιοκτήτης της ηλιακής εγκατάστασης θα επωφεληθεί, όχι αποκλειστικά από την ενέργεια που έχει ανταλλαγή, αλλά και για το πλεόνασμα που προκύπτει. Αντίθετα, σε περίπτωση που δεν υπάρχει αυτό, ο πελάτης δεν θα πληρώσει κάτι, καθώς έχει ήδη καλύψει τα έξοδα των λογαριασμών του σε διάστημα του χρόνου.

Η χρηματοοικονομική τιμή αυτού του πλεονάσματος προκύπτει από τη διαφορά ανάμεσα του VOE και του COE, άρα: $VOE - COE = 320\text{€}$.

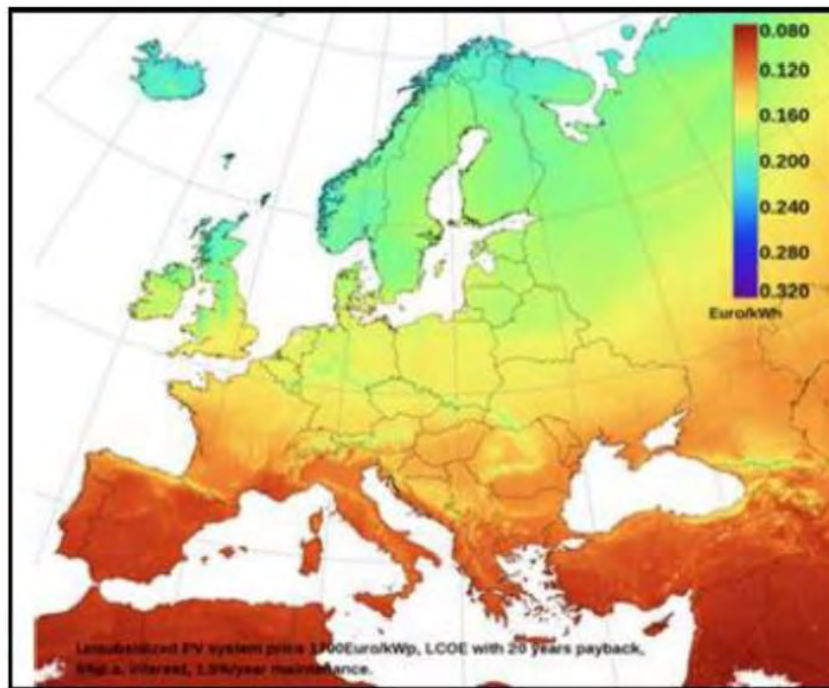
Αν ο ιδιοκτήτης των ηλιακών συλλεκτών επιθυμεί να λάβει το ποσό σε μετρητά, τότε το συγκεκριμένο ποσό θα είναι φορολογητέο (όπως ο φόρος Irpaf για τα άλλα εισοδήματα, χωρίς να χρειάζεται Φόρος Προστιθέμενης Αξίας για τις μικρές υποδομές). Αντίθετα, τα 320€ θα πιστωθούν στη συνδρομή (CS) του χρόνου που ακολουθεί, χωρίς φόρους και Φόρο Προστιθέμενης Αξίας.

Συμπέρασμα: Ο ιδιοκτήτης ενός φωτοβολταϊκού των 10kW που εκμεταλλεύεται ο ενεργειακός συμψηφισμός με ένα ποσό αυτοχρησιμοποίησης περίπου 33%, αποταμιεύει σχεδόν 978,4€ ($0,2446\text{€/kWh} \cdot 4000\text{kWh}$) ετησίως από την ιδιοκατανάλωση. Επιπλέον, λαμβάνει ετήσια αποκατάσταση σχεδόν των 740€ ($240\text{€} + 320\text{€}$, χωρίς φόρο) το χρόνο με σκοπό τη συμμετοχή του ενεργειακού συμψηφισμού και τη πλεονάζουσα ενέργεια που διοχετεύεται στο δίκτυο. Έτσι, οι καθαρές εισπράξεις για τον πελάτη ανέρχεται σχεδόν 1740€ το χρόνο. Δίχως τον ηλιακό συλλέκτη ο χρήστης θα κατέβαλλε το χρόνο 1712,2€ ($0,2446\text{€/kWh} \cdot 7000\text{kWh}$) για την ηλεκτρική, αντίθετα με τον ηλιακό συλλέκτη το ποσό αυτό μειώνεται σε 733,8€ ($0,2446\text{€/kWh} \cdot 3000\text{kWh}$).

3.5 LCOE για φωτοβολταϊκά στην Ευρωπαϊκή Ένωση

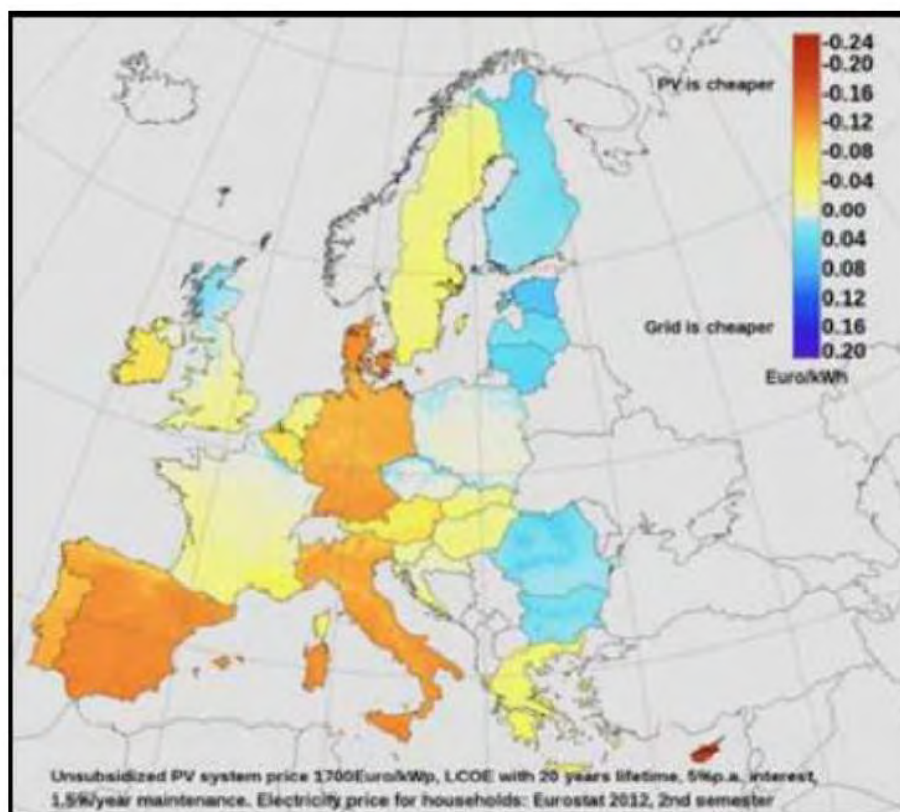
Το σταθμισμένο κόστος ηλεκτρικής ενέργειας είναι το ποσό που απαιτείται για την πληρωμή του ηλεκτρικού ρεύματος που δημιουργείται από μια μονάδα, και συγκεκριμένα από ένα φωτοβολταϊκό σύστημα, προκειμένου να καλύψουν τα περισσότερα έξοδα κατά το χρόνο λειτουργίας του. Το σταθμισμένο κόστος ηλεκτρικής ενέργειας των φωτοβολταϊκών συστημάτων στις Μεσογειακές χώρες

μεταβάλλεται από σχεδόν 0,08 έως 0,16 €/kWh. Η χαμηλότερη και η υψηλότερη τιμή εκτιμώμενης προσέγγισης του σταθμισμένου κόστους για ορισμένα από αυτά τα κράτη είναι οι εξής: Ισπανία και Κύπρο 0.08-0.10€/kWh, Ελλάδα 0.10-0,12€/kWh, και Σλοβενία 0.14-0.16€/kWh.



Εικόνα 1.7 Σταθμισμένο Κόστος φωτοβολταϊκής ενέργειας στην Ευρώπη. 2013

Το LCOE από φωτοβολταϊκό που αναφέρεται παραπάνω προσδιορίζει εάν ένα μέρος έχει επιτύχει την ισοδυναμία του δικτύου. Στον χάρτη απεικονίζεται σταθμισμένου κόστους ηλεκτρικής ενέργειας οι χώρες της Μεσογείου έχουν το όφελος του χαμηλού σταθμισμένου κόστους ηλεκτρικής ενέργειας



Εικόνα 1.8 : Χάρτης LCOE: Οι διαφορές μεταξύ του LCOE και των τιμών πώλησης ηλεκτρικού ρεύματος

Η Κύπρος κατατάσσεται πρώτη όσο αφορά την διαφορά μεταξύ του σταθμισμένου κόστους ηλεκτρικής ενέργειας για φωτοβολταϊκά συστήματα και τη τιμή πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας με μια διαφορά περίπου $\sim 0,24$ €/kWh λόγω των υψηλών τιμών ηλεκτρικού ρεύματος. Στη δεύτερη θέση βρίσκεται η Ισπανία με διαφορά περίπου $\sim 0,16$ €/kWh, ενώ ακολουθούν η Σλοβενία και η χώρα μας με διαφορές που κυμαίνονται από $\sim 0,04$ έως $\sim 0,06$ €/kWh. Η διαφορά ανάμεσα στο σταθμισμένου κόστους ηλεκτρικής ενέργειας και την αξία του ηλεκτρικού ρεύματος σε κάθε περιοχή όπου απεικονίζεται στο χάρτη του σταθμισμένου κόστους ηλεκτρικής ενέργειας. Σε αυτή τη διαφορά φαίνεται ότι τα μεσογειακά κράτη έχουν φτάσει ή πλησιάζουν την ισοτιμία του δικτύου και η εκμετάλλευση του ηλιακού δυναμικού μέσω των φωτοβολταϊκών συστημάτων έχει την ικανότητα μπορεί να οδηγήσει σε χαμηλότερες τιμές του ηλεκτρικού ρεύματος.

3.6 Συμπεράσματα – Παρατηρήσεις

Εξετάστηκαν διάφοροι τύποι συμψηφισμού και οι αντίστοιχες στη τιμές αποζημίωσης στο πέρας της διαδικασίας του συμψηφισμού. Λαμβάνοντας υπόψη τον τρόπο πληρωμής των αυτοπαραγωγών στην Ελλάδα καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι ο ετήσιος ενεργειακός συμψηφισμός, το οποίο πρόκειται να εφαρμοστεί αποτελεί την πιο αποδοτική επιλογή για αυτούς. Οι διαφορές ανάμεσα στα διάφορα συστήματα ενεργειακού συμψηφισμού εμφανίζονται κατά κύριο λόγο στα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Περίοδοι συμψηφισμών (κύκλοι) και περίοδο κόστους
- Αποζημιώσεις για τα πλεονάσματα ενέργειάς στο πέρας των κύκλων συμψηφισμών
- Περίοδος μετακύλιση ενέργειας
- Περιορισμός στη διάσταση του επιτρεπόμενου για ενεργειακό συμψηφισμό συστημάτων
- Πλήρη ή μερικό συμψηφισμό
- Δαπάνες δικτύων (πρόσθετες δαπάνες για την εισαγωγή ηλεκτρικού ρεύματος στο δίκτυο)

Αυτή η στρατηγική στοχεύει αποκλειστικά σε πελάτες που έχουν μεγάλη κατανάλωση. Όταν αυξάνεται η χρήση, τόσο πιο μεγάλη θα γίνεται η εξοικονόμηση. Οι πελάτες με μικρή κατανάλωση ο συμψηφισμός δεν προσφέρει σημαντικά οφέλη, καθώς επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες όπως έχουμε αναφέρει. Οι διακυμάνσεις της ηλιακής ακτινοβολίας σε αρκετές περιοχές της χώρας μας ενδέχεται να περιορίσουν

ακόμη και να σταματήσουν την ευελιξία της επένδυσης και της εγκατάσταση φωτογραφικών συστημάτων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[1] Andreas Poullikkas, George Kourtis, Ioannis Hadjipaschalis, «A review of net metering mechanism for electricity renewable energy sources », International Journal of Energy and Environment, Volume 4, Issue 6, 2013 pp.975-1002.

[2] <http://helapco.gr/>

[3] «Renewable Energy Capacity Development», Final Workshop, Nairobi, 28 February 2014.

[4] European Commission: <http://ec.europa.eu/eurostat>.

[5] PV-NET, Promotion of PV energy through net metering optimization, «First results of PV net metering implementation in Cyprus», Ioannis Koumparou, PV Technology Laboratory, FOSS Research Centre for Sustainable Energy, University of Cyprus, Brussels, EUSEW, 25 June 2014.

[6] Patric Curran and Gerrit W. Clarke, «Review of Net Metering Practices», Electricity Control Board of Namibia, P003734, V1, 18 December 2012.

[7] Andreas Poullikkas, George Kourtis, Ioannis Hadjipaschalis, «A review of net metering mechanism for electricity renewable energy sources », International Journal of Energy and Environment, Volume 4, Issue 6, 2013 pp.975-1002.

[8] European Photovoltaic Industry Association (EPIA): <http://www.epia.org/home/>.

[9] Σταύρος Αθ. Παπαθανασίου, «Σύνδεση Εγκαταστάσεων Παραγωγής στα Δίκτυα Διανομής», Σημειώσεις Α.Π.Ε., Ε.Μ.Π., Αθήνα, Σεπτέμβριος 2003. Tom Tanton, «REFORMING NET METERING: PROVIDING A BRIGHT AND EQUITABLE FUTURE», American Legislative Exchange Council, March 2014.

- [10] Patric Curran and Gerrit W. Clarke, «Net Metering-Report», Electricity Control Board of Namibia, V2, 31 March 2013.
- [11] Παρασκούδης Π. Πασχάλης, «Σύνδεση Φωτοβολταϊκών σταθμών στο δίκτυο XT», ΔΕΗ, 2007 Europa Technologies.
- [12] Shannon Huecker, «Community and Virtual Net Metering: Overcoming Barriers to Distributed Generation», November 2013.
- [13] California Public Utilities Commission: <http://www.cpuc.ca.gov/>.
- [14] R.Thomas Beach, Patric G. Mc Guire, «Evaluation the Benefits and Costs of Net Energy Metering in California», Crossborder Energy for the North American Energy Industry, January 2013.
- [15] Διαχειριστής Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΔΕΔΔΗΕ):
- [16] <http://www.deddie.gr/>
- [17] <http://www.eigenhuis.nl/downloads/inhoud/salderen-voorbeelden.pdf>
- [18] <https://www.consuwijzer.nl>
- [19] Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (PAE)): <http://www.rae.gr/>.
- [20] Shannon Huecker, «Community and Virtual Net Metering: Overcoming Barriers to Distributed Generation», November 2013
- [21] Marie Latour, Senior National Policy Advisor, «NET METERING AND SELFCONSUMPTION SCHEMES IN EUROPE», IEA-PVPS-EPIA WS, 30 September 2013.
- [22] http://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/article7_cy_syprus_annex-a.pdf
- [23] Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας Κύπρου (PAEK)): <http://www.cera.org.cy/>.

[24] «ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΓΙΑ ΟΛΟΥΣ», Σχέδιο Προώθησης των εγκαταστάσεων φωτοβολταϊκών συστημάτων, Κυπριακή Δημοκρατία, www.mcit.gov.cy , Μάιος 2014.

[25] «Φωτοβολταϊκά συστήματα και σύστημα συμψηφισμού μετρήσεων (Net metering) στην Κύπρο», Ενεργειακό Γραφείο Κυπρίων Πολιτών , www.cea.org.cy

[26] <http://www.csfsolartrust.com/>

[27] Autorità per l'energia elettrica il Sistema idrico <http://www.autorita.energia.it/it/index.htm>

[28] il Gestore Servizi Energetici: <http://www.gse.it/>

[29] <http://www.fotovoltaiconorditalia.it/>

[30] <http://www.eigenhuis.nl/downloads/inhoud/salderen-voorbeelden.pdf>

[31] Legal Sources on Renewable Energy: <http://www.res-legal.eu/>

[32] NL Agency, Ministry of Economic Affairs, «National Survey Report of PV Power Applications in the Netherlands 2012», IEA PVPS Task 1, 05/08/2013

[33] <https://ir.lib.uth.gr/>

