

**Μέθοδος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας  
με την μέθοδο net metering**

Μεταπτυχιακή Εργασία

Μαρία Ειρήνη Μαρκάκη (MM\_32)

**Επιβλέπων Καθηγητής :** Εμμανουήλ Καραπιδάκης  
Αναπληρωτής Καθηγητής Τ.Ε.Ι. Κρήτης

Ηράκλειο, Απρίλιος 2018

## **Electric power production using net metering method**

Post-graduate thesis

Maria Eirini Markaki (MM\_32)

**Thesis Supervisor :** Emmanuel Karapidakis  
Associate Professor of TEI Crete

**Heraklion, April 2018**





**Μέθοδος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας  
με την μέθοδο net metering**

Διπλωματική Εργασία

Μαρία Ειρήνη Μαρκάκη (ΜΜ\_32)

**Επιβλέπων :** Εμμανουήλ Καραπιδάκης  
Αναπληρωτής Καθηγητής Τ.Ε.Ι. Κρήτης

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή τον Απρίλιο 2018

.....  
Εμμανουήλ Καραπιδάκης  
Αναπληρωτής Καθηγητής  
Τ.Ε.Ι. Κρήτης

.....  
Αντώνης Τσικαλάκης  
Επίκουρος Καθηγητής  
Τ.Ε.Ι. Κρήτης

.....  
Φώτης Μαυροματάκης  
Καθηγητής  
Τ.Ε.Ι. Κρήτης

Ηράκλειο, Απρίλιος 2018

.....

Μαρία Ειρήνη Μαρκάκη

Πτυχιούχος Πολ. Μηχ/κος Δομικών Έργων Τ.Ε.Ι. Κρήτης

Copyright © Μαρία Ειρήνη Μαρκάκη, 2018

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Ηρακλείου Κρήτης.

## ***Ευχαριστίες***

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Εμμανουήλ Καραπιδάκη για τη δυνατότητα που μου έδωσε να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον και επίκαιρο θέμα, για την συνεχή ηθική και πνευματική υποστήριξη που μου παρείχε καθ' όλη την διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας, την πολύτιμη καθοδήγηση και εμπιστοσύνη του καθώς και την εκτίμηση που μου έδειξε.

## Περίληψη

Η συγκεκριμένη εργασία διερευνά το μοντέλο του ενεργειακού συμψηφισμού (net metering) και την εφαρμογή του στην Ελλάδα.

Γίνεται μια εισαγωγή στη διεσπαρμένη παραγωγή, δηλαδή την εγκατάσταση μονάδων παραγωγής κοντά στους καταναλωτές. Εξετάζονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα τους, καθώς και η σύνδεση τους με το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας και οι επιπτώσεις που μπορεί να δημιουργήσουν σε αυτό.

Επίσης, φαίνεται η εξέλιξη της αγοράς των φωτοβολταϊκών στην Ελλάδα.

Η εργασία επικεντρώνεται στην έννοια του net metering και στα διάφορα χαρακτηριστικά του. Πραγματοποιείται η ανάλυση της λειτουργίας του και γίνεται αναφορά στα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα που μπορούν να προκύψουν από την εφαρμογή του. Ακολουθεί μια σύντομη επισκόπηση του συστήματος net metering που εφαρμόζεται σε διάφορες χώρες της Ευρώπης.

Εμπεριέχεται η νομοθεσία του net metering που θα εφαρμοσθεί στην Ελλάδα. Αναφέρονται τα χαρακτηριστικά και οι διάφοροι περιορισμοί της και ο τρόπος με τον οποίον πραγματοποιούνται οι χρεώσεις.

**Λέξεις κλειδιά:** Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ), φωτοβολταϊκά, ισοτιμία του δικτύου, net metering, επένδυση, Feed-in-Tariff

## ***Abstract***

The following diploma thesis studies the model of net metering and its implementation in Greece.

Initially there is an introduction of the distributed generation, that is to say the installment of production plants close to the consumers. Both the advantages and the disadvantages are also studied as well as their connection with the electric grid and the consequences that may result from this.

Next, the penetration of Renewable Energy Sources (RES) into the market of electricity in Greece.

This study focuses on the meaning of net metering and its different characteristics. The analysis of its operation takes place and there is mention of its advantages and its disadvantages that may take place during its implementation. We can observe a brief overview of the net metering system that is used in various European countries.

The legislation that Greece adopts for net metering is also included in this study. In addition to all above, the characteristics, the different limitations and the method of billing are also mentioned in this study.

After defining the various parameters that are needed, the evaluation of the investment in photovoltaics, according to the net metering policy, happens.

**Key words:** Renewable Energy Sources (RES), photovoltaics, grid parity, net metering, investment, Feed-in-Tariff





## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	13
Το σύστημα net metering.....	13
1.1 Η έννοια του net metering (NEM).....	13
1.2 Η πολιτική του net metering παγκοσμίως.....	15
1.3 Πολιτικές του net metering.....	18
1.3.1 Εισαγωγή.....	18
1.3.2 Επιλέξιμες τεχνολογίες παραγωγής.....	18
1.3.3 Τεχνικές πτυχές ποιότητας ατομικής παραγόμενης ισχύος.....	18
1.3.4 Τεχνικές πτυχές ποιότητας συνολικής παραγόμενης ισχύος.....	19
1.3.5 Εξασφάλιση αποζημίωσης και ισοζυγίου.....	20
Κυκλική προσέγγιση.....	20
Συνεχής μετακύλιση.....	21
1.3.6 Αρχές Διασύνδεσης.....	23
1.4 Ορισμός (Διεσπαρμένης).....	24
1.5 Τεχνολογίες της διεσπαρμένης παραγωγής.....	25
1.6 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της διεσπαρμένης παραγωγής.....	25
1.7 Τεχνικά ζητήματα της σύνδεσης διεσπαρμένης παραγωγής στο δίκτυο.....	27
1.7.1 Γενικά.....	27
1.7.2 Ποιότητα τάσης του δικτύου.....	29
1.7.3 Μέσα ζεύξης/απόζευξης.....	29
1.7.4 Μέτρηση ενέργειας.....	29
1.7.5 Ασφάλεια.....	30
1.7.6 Ευστάθεια του δικτύου.....	30
1.8 Καθεστώς στήριξης των ΑΠΕ στην Ελλάδα.....	33
1.8.1 Γενικά.....	33
1.8.2 Τιμολόγηση φωτοβολταϊκής ηλεκτρικής ενέργειας.....	34
1.9 Επιλέξιμες κατηγορίες πελατών.....	39
1.10 Επέκταση του net metering.....	40
1.10 Κατανόηση της λειτουργίας του net metering.....	42
1.10.1 Οι τρεις καταστάσεις ενός πελάτη-κάτοχου φωτοβολταϊκού.....	42
1.11 Διερεύνηση του οφέλους και του κόστους του net metering.....	43
1.13 Οφέλη του net metering.....	45

1.14 Αρνητικά στοιχεία σχετικά με το net metering .....	47
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	49
Εφαρμογή του net metering στην Ελλάδα.....	49
2.1 Εισαγωγή.....	49
2.2 Επιτρεπόμενο μέγεθος φωτοβολταϊκού συστήματος .....	50
2.3 Δικαιούχοι ενεργειακού συμφηφισμού .....	52
2.4 Βασικοί όροι εγκατάστασης Φ/Β Συς/των με ενεργειακό συμφηφισμό .....	53
2.5 Βασική παράμετρος διαστασιολόγησης ενός ΦΒ .....	53
2.6 Διαδικασία σύνδεσης στο δίκτυο ΧΤ .....	54
2.7 Κόστος σύνδεσης ΦΒ συστήματος αυτοπαραγωγής με το δίκτυο ΧΤ .....	55
2.8 Διάρκεια της Σύμβασης Συμφηφισμού .....	55
2.9 Απαιτήσεις σύνδεσης ΦΒ με το δίκτυο και εγκατάσταση μετρητών .....	55
2.10 Καταμέτρηση. Εφαρμογή ενεργειακού συμφηφισμού και χρέωση.....	57
2.11 Η διαδικασία αδειοδότησης και εγκατάστασης με βήματα .....	59
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	60
Εφαρμογή του net metering στην Ευρώπη.....	60
3.1 Εισαγωγή .....	60
3.2 Κύπρος .....	61
3.2.1 Γενικά.....	61
3.2.4 Αρμόδια Αρχή .....	65
3.2.5 Παράδειγμα εφαρμογής του net metering .....	65
3.3 Ολλανδία.....	67
3.3.1 Γενικά.....	67
3.3.2 Ισχύον σύστημα net metering.....	67
3.3.3 Επιλέξιμες τεχνολογίες .....	68
3.3.4 Παράδειγμα εφαρμογής του net metering .....	68
3.4 Ιταλία.....	69
3.4.1 Γενικά.....	69
3.4.2 Ισχύον σύστημα net metering «Scambio Sul Posto (SSP)» .....	70
3.4.3 Αρμόδια Αρχή .....	71
3.4.4 Επιλέξιμες τεχνολογίες .....	73
3.5 Σταθμισμένο κόστος Ηλεκτρικής Ενέργειας (LCOE) για Φ/Β στην Ευρώπη .....	75
3.6 Συμπεράσματα - Παρατηρήσεις.....	77

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... 79

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

### Το σύστημα net metering

#### 1.1 Η έννοια του net metering (NEM)

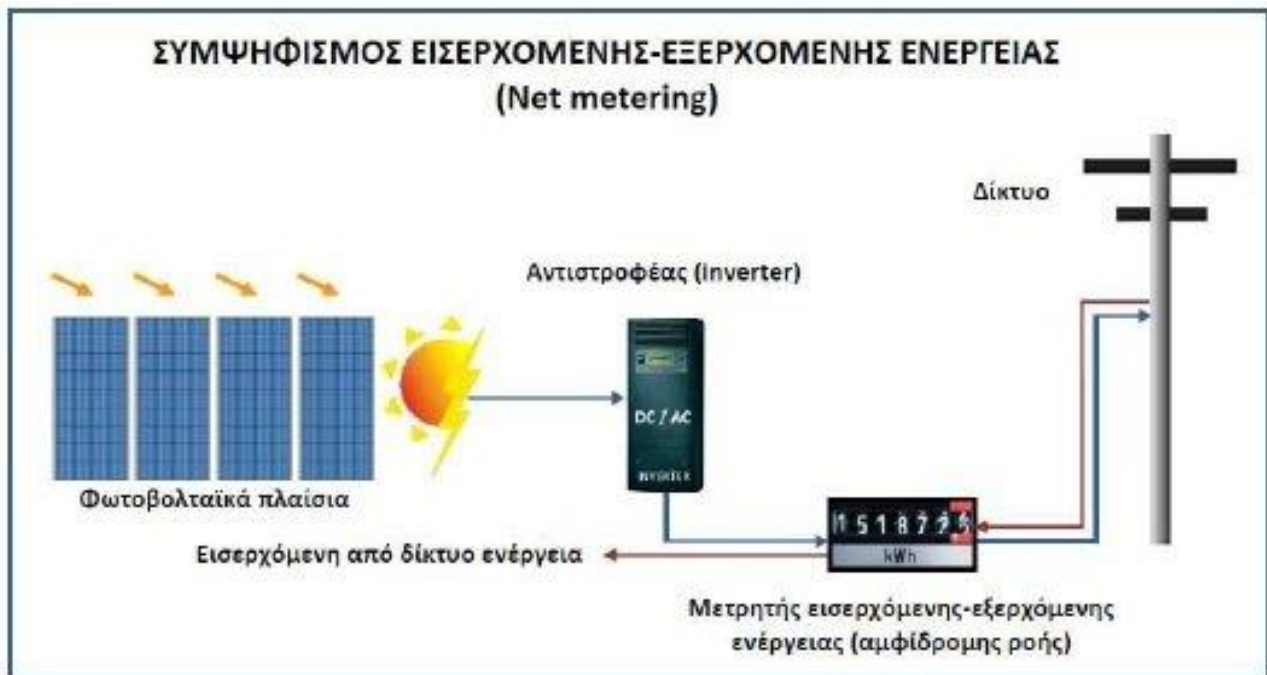
Το net metering αφορά μια πολιτική υποστήριξης τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε να προτρέψει τους καταναλωτές ηλεκτρικής ενέργειας να εγκαταστήσουν και να διασυνδέσουν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας, αποτελώντας ένα εργαλείο αυτοπαραγωγής και ιδιοκατανάλωσης.

Αυτή η πολιτική επιτρέπει στους πελάτες της να ικανοποιούν άμεσα τις ανάγκες τους για ηλεκτρική ενέργεια με την παραγωγή των ΑΠΕ (τη στιγμή που παράγουν), και να συμψηφίζουν μέρος ή το σύνολο της ενέργειας που λαμβάνουν από το δίκτυο (εισερχόμενη) με αυτήν που παράγεται από τα ΑΠΕ και εγχέεται στο δίκτυο (εξερχόμενη) εφόσον δεν καταναλώνεται άμεσα. Οπότε, τους δίνεται η δυνατότητα να χρησιμοποιούν το δίκτυο για έμμεση αποθήκευση της πράσινης ενέργειας. Στον ενεργειακό συμψηφισμό η παραγόμενη ενέργεια δεν είναι απαραίτητο να ταυτοχρονίζεται με την καταναλισκόμενη. Ο όρος «net» προκύπτει από το γεγονός ότι η χρέωση/πίστωση του καταναλωτή αφορά τη διαφορά μεταξύ καταναλισκόμενης και παραγόμενης ενέργειας (ουσιαστικά εισερχόμενη μείον εξερχόμενη ενέργεια) σε μία ορισμένη χρονική περίοδο (κύκλος συμψηφισμού). Η περίοδος αυτή είναι συνήθως ο εκάστοτε κύκλος καταμέτρησης και τιμολόγησης της καταναλισκόμενης ενέργειας.

Το net metering δεν πληρώνει άμεσα για την περίσσεια παραγωγή που αποστέλλεται στο δίκτυο, αλλά είναι μια φυσική αποζημίωση της ανανεώσιμης παραγωγής σε σχέση με την κατανάλωση κατά τη διάρκεια μιας καθορισμένης χρονικής περιόδου (έτος/μήνας/ημέρα/ώρα). Οι πελάτες-παραγωγοί συνήθως κερδίζουν πιστώσεις για την περίσσεια παραγόμενη ενέργεια που εγχέουν στο δίκτυο, οι οποίες μπορούν να εφαρμοστούν για να αντισταθμίσουν τους λογαριασμούς του ηλεκτρικού ρεύματος. Οι πιστώσεις αυτές μπορούν να εφαρμοστούν μόνο στο ενεργειακό τμήμα των λογαριασμών των πελατών. Ο συμψηφισμός πραγματοποιείται συνήθως για το σύνολο των συνιστωσών της λιανικής τιμής («πλήρης συμψηφισμός») ηλεκτρικής ενέργειας και αυτό που κάνει ευεργετικό το net metering είναι ότι το οικονομικό όφελος αυξάνεται, καθώς αυξάνεται και το κόστος του ηλεκτρικού ρεύματος (λιανική τιμή).

Ο ενεργειακός συμψηφισμός συνήθως λειτουργεί με τη χρήση ενός αμφίδρομου μετρητή (**σχήμα 1.1**), δηλαδή ενός μετρητή που είναι σε θέση να γυρίζει και να καταγράφει τη ροή της ενέργειας και προς τις δύο κατευθύνσεις. Ο μετρητής στρέφεται προς τα εμπρός, όταν ένας πελάτης αντλεί ηλεκτρική ενέργεια από το δίκτυο (δηλαδή στιγμιαίως καταναλώνει περισσότερη ενέργεια από ότι παράγεται) και γυρίζει προς τα πίσω όταν η ενέργεια σταλεί στο δίκτυο (δηλαδή στιγμιαίως

καταναλώνεται λιγότερη ενέργεια από ό, τι παράγεται) [1]. Ένας άλλος τρόπος είναι το κάθε κανάλι να μετρείται ξεχωριστά και το ένα να αφαιρείται από το άλλο. Και στις δύο περιπτώσεις στο τέλος μιας περιόδου χρέωσης, ο πελάτης χρεώνεται μόνο για τη συμψηφιζόμενη (εισερχόμενη μείον εξερχόμενη) ηλεκτρική ενέργεια που χρησιμοποιείται. Δεδομένου ότι οι περισσότεροι μετρητές που χρησιμοποιούνται είναι αμφίδρομοι, δεν απαιτούνται συνήθως σημαντικά έξοδα από την πλευρά του καταναλωτή αφού δεν απαιτείται πρακτικά η εγκατάσταση και δεύτερου μετρητή.



Σχήμα 1.1: Σύστημα net metering [2]

Σε σχέση με τις οικιακές τιμές, οι εμπορικές (μεγάλες επιχειρήσεις/βιομηχανίες) τιμές περιλαμβάνουν γενικά χαμηλότερες χρεώσεις για την ενέργεια καθώς οι επιβαρύνσεις της ζήτησης σχετίζονται με την αιχμή του φορτίου του πελάτη. Επειδή τα συστήματα net metering τείνουν να μειώσουν την καθαρή κατανάλωση της ενέργειας σε μεγαλύτερο ποσοστό από ότι μειώνουν την αιχμή της ζήτησης, οι οικιακοί πελάτες βιώνουν μεγαλύτερη εξοικονόμηση στους λογαριασμούς τους από τους εμπορικούς πελάτες [3]. Επιπλέον, η εξοικονόμηση στο λογαριασμό από το net metering είναι σημαντικά μεγαλύτερη για τους πελάτες υψηλής κατανάλωσης από ότι για τους πελάτες χαμηλής κατανάλωσης. Όταν αυξάνεται η παραγωγή της ανανεώσιμης πηγής, ο πελάτης αντιμετωπίζει μια προοδευτικά χαμηλότερη οριακή τιμή για την καθαρή κατανάλωση του, και ως εκ τούτου λαμβάνει σταδιακά χαμηλότερη οριακή

εξοικονόμηση στο λογαριασμό του. Ο πελάτης-παραγωγός πρέπει να επιλέξει το κατάλληλο μέγεθος φωτοβολταϊκού που θα εγκαταστήσει, λαμβάνοντας υπόψη την κατανάλωση του. Γενικά για το μεγαλύτερο πλήθος των πολιτικών net metering, η ποσότητα της κατανάλωσης με της παραγωγής πρέπει να είναι αρκετά κοντά.

## 1.2 Η πολιτική του net metering παγκοσμίως

Η έννοια του net metering ξεκίνησε το 1983 στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής όπου οι καταναλωτές συνέδεσαν μικρής κλίμακας ανεμογεννήτριες και ηλιακά φωτοβολταϊκά στο δίκτυο, επιθυμώντας να χρησιμοποιήσουν την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται σε διαφορετική ώρα ή ημέρα από όταν αυτή παράχθηκε. Από τότε το σύστημα net metering έχει υιοθετηθεί από διάφορες χώρες, οι οποίες παρουσιάζονται στο παρακάτω σχήμα, με σκοπό την ενθάρρυνση της διεσπαρμένης παραγωγής.

Ειδικά στην Ευρώπη μέχρι το 2013, μόνο τέσσερις χώρες (Βέλγιο, Δανία, Ιταλία, Ολλανδία) χρησιμοποιούσαν το σύστημα net metering σε μια πολύ απλή μορφή, όπου οποιαδήποτε ποσότητα της ενέργειας παράγεται από επιλέξιμη τεχνολογία ΑΠΕ αντισταθμίζεται με την ενέργεια που καταναλώνεται από τον παραγωγό ΑΠΕ, και οδηγεί είτε σε μικρότερο συνολικό λογαριασμό της ηλεκτρικής ενέργειας είτε σε μια εξαίρεση από τους ενεργειακούς φόρους πληρωμής. Στη συνέχεια προστέθηκε και η Κύπρος.

Η πολιτική αυτή επέτρεψε στην ευρωπαϊκή αγορά ΑΠΕ και κυρίως φωτοβολταϊκών να αναπτυχθεί γρήγορα.

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	

Σχήμα 1.2: Χώρες εφαρμογής του net metering [3]

Πέρα από τις χώρες που παρουσιάζονται παραπάνω, η Λετονία και η Ουκρανία θέσπισαν ένα σύστημα net metering που τέθηκε σε ισχύ την 1η Ιανουαρίου του 2014, ενώ στη Κεντρική Αμερική η Ονδούρα ενέκρινε το net metering για συστήματα μικρότερα από 250kW. Σε πολιτειακό επίπεδο υπήρξε μια σειρά από εξελίξεις το 2013 και στις αρχές του 2014, με διάφορες πολιτείες της Ινδίας να ξεκινούν προγράμματα net metering για φωτοβολταϊκά σε στέγες. Στις Ηνωμένες Πολιτείες το net metering παρέμεινε σε 43 πολιτείες και την Ουάσιγκτον. Το Port Elizabeth έγινε η πρώτη κοινότητα στη Νότια Αφρική που υιοθέτησε το σύστημα αυτό για τα τοπικά ανανεώσιμα συστήματα μικρής κλίμακας.

Ωστόσο, η πλειοψηφία των χωρών έχει επιλέξει έως τώρα τη χρήση άλλων θεσμικών εργαλείων και κυρίως τα συστήματα Feed-in-Tariffs, όπως φαίνεται και στα παρακάτω διαγράμματα. Το 2012, το net metering αφορούσε μόνο το 2% των φωτοβολταϊκών που εγκαταστάθηκαν διεθνώς και μόλις το 0,6% των συνολικών συστημάτων που έχουν εγκατασταθεί διαχρονικά. Το 2013 η κατάσταση αυτή δεν άλλαξε πολύ και τα συστήματα net metering έμειναν λίγο πιο κάτω από το 3%. Η μικρή συμβολή του οφείλεται στο γεγονός ότι στις περισσότερες χώρες η λιανική τιμή του ρεύματος είναι συνήθως χαμηλότερη από το κόστος παραγωγής της ηλιακής κιλοβατώρας και



άρα δεν υπάρχει κίνητρο για τον καταναλωτή. Το net metering αναπτύχθηκε λοιπόν εκεί όπου είτε υπάρχει κάποια επιδότηση για την εγκατάσταση ανανεώσιμων συστημάτων (περίπτωση ΗΠΑ), είτε η λιανική τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος είναι αρκετά υψηλή (περίπτωση Δανίας και Ολλανδίας).



Σχήμα 1.3: Θεσμικά εργαλεία ενίσχυσης φωτοβολταϊκών [2]

Η μέση ευρωπαϊκή λιανική τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας για τους οικιακούς καταναλωτές στο πρώτο εξάμηνο του 2014 ήταν 0,2178€/kWh και ήταν υψηλότερη από ότι η παραγόμενη από φωτοβολταϊκά ηλεκτρική ενέργεια. Για παράδειγμα η Δανία, η Κύπρος και η Γερμανία είχαν υψηλότερες τιμές από τη μέση με 0,3042€/kWh, 0,2291€/kWh και 0,2981€/kWh αντίστοιχα [4]. Πρέπει να αναφερθεί ότι το LCOE στην Κύπρο είναι περισσότερο από 20% χαμηλότερα σε σχέση με τις άλλες χώρες, λόγω της υψηλότερης ηλιακής ακτινοβολίας (στην Κύπρο έχει επιτευχθεί η ισοτιμία του δικτύου, αφού το κόστος της παραγόμενης ηλιακής κιλοβατώρας ήταν περίπου στα 0,14€/kWh το 2014, αρκετά μικρότερο από τη λιανική τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας [5]).

Στην εποχή μας που το κόστος της παραγόμενης ηλιακής κιλοβατώρας έχει μειωθεί σημαντικά και οι τιμές της ηλεκτρικής ενέργειας έχουν αυξηθεί σε σχέση με το πρόσφατο παρελθόν, το net metering αρχίζει να γίνεται πλέον ελκυστικό και για άλλες χώρες όπως για παράδειγμα η Ελλάδα.

## 1.3 Πολιτικές του net metering

### 1.3.1 Εισαγωγή

Το net metering είναι ουσιαστικά ένας μηχανισμός χρέωσης και το γεγονός ότι τα συστήματα συνδέονται σε ένα δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας προϋποθέτει ότι ακολουθούν τα πρότυπα διασύνδεσης. Υπάρχουν δύο πτυχές για την ένταξη του net metering, οι πολιτικές και τεχνικές εκτιμήσεις. Αυτά τα θέματα πρέπει να αντιμετωπιστούν αποτελεσματικά προκειμένου ένας πελάτης να συνειδητοποιήσει την πλήρη αξία της επένδυσής του και την ενσωμάτωση του με ασφάλεια στο δίκτυο διανομής.

Υπάρχουν διαφορετικοί μηχανισμοί net metering, ανάλογα με τις ενεργειακές, οικονομικές και πολιτικές συνθήκες που επικρατούν σε κάθε χώρα (ή πολιτεία στην περίπτωση των ΗΠΑ). Κάθε κράτος περιλαμβάνει τις προτιμώμενες τεχνολογίες, το μέγεθος τους, τη συνολική ποσότητα που επιτρέπεται, τα όρια ισχύος, τον τύπο του πελάτη, καθώς και άλλες λεπτομέρειες. Αυτές οι συνιστώσες ωστόσο, πρέπει να ευθυγραμμιστούν και να οργανωθούν ορθολογικά. Η σωστή πολιτική θα εξασφαλίσει ότι θα οριστούν δίκαιες και ισότιμες τιμές, που θα ενθαρρύνουν οικονομικά-αποδοτικά τη διεσπαρμένη παραγωγή, ενώ παράλληλα θα διασφαλίζεται ότι όλοι οι πελάτες που επωφελούνται από τη διανομή του δικτύου θα βοηθηθούν στην αποπληρωμή των σχετικών εξόδων.

### 1.3.2 Επιλέξιμες τεχνολογίες παραγωγής

Αρχικά στην ανάπτυξη των συστημάτων net metering υπήρχαν περιορισμοί που τίθενται στις επιλέξιμες τεχνολογίες που θα μπορούσαν να διασυνδεθούν στο δίκτυο υπό το σύστημα net metering. Αυτό άλλαξε και οι τρέχουσες πρακτικές net metering υπαγορεύουν ότι η ανανεώσιμη παραγωγή ενέργειας από οποιοδήποτε από τους ακόλουθους τύπους θα μπορούσε να είναι επιλέξιμη (με την προϋπόθεση ότι συμμορφώνεται σε όλες τις απαιτήσεις, ειδικά τεχνικά): βιομάζα, βιοαέριο, ηλιακή, γεωθερμική, αιολική, των ωκεανών, υδροηλεκτρική, ή υδρογόνο. Η φωτοβολταϊκή τεχνολογία έχει αναδειχθεί ως η πιο δημοφιλής τεχνολογία για net metering λόγω της αφθονίας των πόρων, της αξιοπιστίας, της ευκολίας της εγκατάστασης, καθώς και της μείωσης του κόστους των φωτοβολταϊκών συστημάτων.

### 1.3.3 Τεχνικές πτυχές ποιότητας ατομικής παραγόμενης ισχύος

Η ατομική παραγόμενη ισχύς για εγκαταστάσεις net metering επηρεάζεται τόσο από τις πολιτικές που εφαρμόζονται, όσο και από τεχνικές παραμέτρους. Τεχνικές ανησυχίες

προκύπτουν όταν οι παράμετροι ποιότητας ισχύος κινούνται έξω από αποδεκτά όρια και αρχίζουν να επηρεάζουν την ευστάθεια των δικτύων διανομής. Οι πολιτικές ανησυχίες οφείλονται στην απώλεια εσόδων για τις επιχειρήσεις ηλεκτρικής ενέργειας, όταν η διεσπαρμένη παραγωγή επιτρέπεται στα δίκτυα διανομής. Αυτό μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την κερδοφορία των επιχειρήσεων ηλεκτρικής ενέργειας, σε τέτοιο βαθμό ώστε να απαιτούνται πολύ υψηλότερα τιμολόγια ηλεκτρικής ενέργειας για τους υπόλοιπους πελάτες (μη χρήστες του net metering).

Η κύρια τεχνική παράμετρος που χρησιμοποιείται για να περιορίσει το μέγεθος των εφαρμοστέων συστημάτων είναι η υπηρεσία εισόδου ισχύος. Η υπηρεσία εισόδου ισχύος ορίζεται από τον κύριο διακόπτη του πελάτη που καθορίζει πόση ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να ρέει σε έναν πελάτη και στο δίκτυο. Ο εξοπλισμός διασύνδεσης δεν θα πρέπει να χρησιμοποιείται για τη μετάδοση ροής ηλεκτρικής ενέργειας μεγαλύτερης από αυτήν που επιτρέπει ο κύριος διακόπτης, στην αντίθετη περίπτωση αυτό μπορεί να οδηγήσει σε υπερφόρτιση του εξοπλισμού διασύνδεσης [6].

Ένας άλλος λόγος για την επιβολή ενός ανώτατου ορίου στην παραγόμενη ισχύ είναι ότι το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας δεν έχει δημιουργηθεί έτσι ώστε να δέχεται αυτήν την επιπλέον ισχύ. Οπότε, για να αποφευχθεί η υπερφόρτιση των μετασχηματιστών και συνθήκες υπέρτασης, όταν όλες οι διεσπαρμένες πηγές που έχουν συνδεθεί παράγουν το μέγιστο των δυνατοτήτων τους (π.χ. φωτοβολταϊκές γεννήτριες το μεσημέρι), σε ορισμένες επιχειρήσεις ηλεκτρικής ενέργειας ισχύουν περαιτέρω περιορισμοί στο ατομικό όριο ισχύος.

Υπάρχει μια αυξανόμενη τάση, κυρίως στις ΗΠΑ, να υπάρχει ένα μη καθορισμένο μέγεθος εγκατάστασης. Αυτό οφείλεται στο ότι όρια σχετικά με το μέγεθος των επιλέξιμων συστημάτων μπορεί να παραπλανήσουν τους πελάτες σχετικά με την κατάλληλη διάσταση του συστήματος τους και να αποθαρρύνουν τη συμμετοχή κάποιων στο net metering. Το φορτίο και η ζήτηση του πελάτη θα πρέπει να καθορίζουν τις παραμέτρους σχεδιασμού του συστήματος. Μεγαλύτερα όρια προωθούν την ευρεία ανάπτυξη των συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, και μπορεί να ενθαρρύνουν τη συμμετοχή μεγάλων επενδυτών στα προγράμματα net metering. Αυτό βασίζεται στην παραδοχή ότι στην πράξη οι διεσπαρμένες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας δεν διαπερνούν τα δίκτυα διανομής επαρκώς για να τους προκαλέσουν προβλήματα ευστάθειας.

#### 1.3.4 Τεχνικές πτυχές ποιότητας συνολικής παραγόμενης ισχύος

Όπως και στους ατομικούς περιορισμούς στην παραγόμενη ισχύ, ο κύριος συλλογισμός πίσω από την ύπαρξη ενός συνολικού ανώτατου ορίου βασίζεται στην αβεβαιότητα αν το net metering

θα συμβάλλει σε υψηλότερες τιμές για τους πελάτες (μη χρήστες του net metering) της επιχείρησης (λόγω της απώλειας εσόδων για την επιχείρηση) και τις ανησυχίες γύρω από την ευστάθεια του δικτύου. Συνήθως, τα συνολικά όρια εκφράζονται ως ποσοστό της αιχμής της ζήτησης των επιχειρήσεων ηλεκτρικής ενέργειας με βάση το άθροισμα της ονομαστικής παραγωγικής ισχύος των συστημάτων παραγωγής. Και σε αυτήν την περίπτωση υπάρχει η άποψη για το μη περιορισμό στη συνολική ισχύ παραγωγής των συστημάτων net metering. Πιστεύεται ότι τα συνολικά ανώτατα όρια περιορίζουν τις ιδιωτικές επενδύσεις στην παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και άσκοπα περιορίζουν τα οφέλη για τον πελάτη. Επιπλέον, τα συνολικά όρια αγνοούν το γεγονός ότι πολλά μεγάλα συστήματα εξάγουν ενέργεια δυσανάλογα, περιορίζοντας έτσι τον αριθμό των μικρών συστημάτων που είναι επιλέξιμα.

### 1.3.5 Εξασφάλιση αποζημίωσης και ισοζυγίου

Η αποζημίωση των πηγών ενέργειας του πελάτη για την ηλεκτρική ενέργεια που παράγουν και εγχέεται στο δίκτυο, είναι απαραίτητη για την εξασφάλιση της ακεραιότητας του προγράμματος net metering. Ο πελάτης αποζημιώνεται κατά κανόνα στη λιανική τιμή της επιχείρησης ηλεκτρισμού για την περίσσεια ενέργεια (από την ανανεώσιμη παραγωγή που δεν καταναλώνει άμεσα) που αποστέλλεται στο δίκτυο μέσω πιστώσεων και του συμψηφισμού της με την ενέργεια που λαμβάνει από το δίκτυο.

Για το καθαρό πλεόνασμα της παραγωγής που εμφανίζεται όταν τα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας παράγουν περισσότερη ηλεκτρική ενέργεια κατά τη διάρκεια μιας περιόδου συμψηφισμού από αυτή που μπορεί να καταναλωθεί επί τόπου, έχουν τεθεί σε εφαρμογή διάφοροι μηχανισμοί, προκειμένου να εξασφαλιστεί το ισοζύγιο και η αποζημίωση των καταναλωτών, αλλά οι δύο πιο κοινές προσεγγίσεις είναι η κυκλική και η συνεχής μετακύλιση [6]. Σε όλες τις περιπτώσεις ο πελάτης μπορεί να χρεωθεί επιπλέον για τη χρήση του δικτύου μεταφοράς και διανομής για τις υπηρεσίες έμμεσης αποθήκευσης που προσφέρει ο διαχειριστής του δικτύου και για άλλες υπηρεσίες του δικτύου.

#### Κυκλική προσέγγιση

Τα κυκλικά net metering σχετίζονται με τη διαδικασία κατά την οποία οι πελάτες - παραγωγοί αποζημιώνονται από την επιχείρηση ηλεκτρικής ενέργειας για την πλεονάζουσα παραγωγή μετά από ένα ορισμένο χρονικό διάστημα (συνήθως μηνιαίο, ετήσιο, ωριαίο ή άλλη καθορισμένη χρονική περίοδο, με το σύστημα net metering σε ετήσια βάση να έχει επικρατήσει). Σε μια καθορισμένη χρονική περίοδο (κύκλος συμψηφισμού), στην περίπτωση που η παραγόμενη από

ΑΠΕ ηλεκτρική ενέργεια είναι χαμηλότερη από την ενέργεια που καταναλώνεται, ο πελάτης-παραγωγός στην ιδανική περίπτωση που χαρακτηρίζεται ως «πλήρης συμψηφισμός» χρεώνεται μόνο για την καθαρή ενέργεια που καταναλώνει (κατανάλωση μείον παραγωγή) στη λιανική τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας. Αντίθετα εάν προκύψει πλεόνασμα, ο αυτοπαραγωγός δεν χρεώνεται (για την ενέργεια) και αποζημιώνεται για τις περίσσειες κιλοβατώρες (παραγωγή μείον κατανάλωση) που προέκυψαν στο τέλος του κύκλου συμψηφισμού, συνήθως στη χονδρική τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας αντί για τη λιανική. Ωστόσο, ορισμένες χώρες και κάποιες πολιτείες των ΗΠΑ δεν παρέχουν καμία αποζημίωση για το καθαρό πλεόνασμα παραγωγής και αυτό χάνεται στο τέλος κάθε κύκλου συμψηφισμού.

Αυτή η προσέγγιση έχει επικριθεί, αφού αναγκάζει τους πελάτες να ορίσουν το μέγεθος των εγκαταστάσεών τους σε πολύ λιγότερο από την ετήσια κατανάλωση τους. Το κυκλικό ισοζύγιο έχει επίσης επικριθεί, δεδομένου ότι θέτει αυξημένα επίπεδα διοικητικής επιβάρυνσης, κόστους και πολυπλοκότητας τόσο στο ισοζύγιο, όσο και στο οικονομικό κόστος των επιχειρήσεων ηλεκτρικής ενέργειας. Για παράδειγμα οι ετήσιες πληρωμές θα μπορούσαν να ενθαρρύνουν την εγκατάσταση μεγάλων συστημάτων σε μια προσπάθεια των πελατών να κερδίσουν χρήματα από την επιχείρηση ηλεκτρικής ενέργειας. Επίσης, περιορίζοντας τη μεταφορά ενέργειας σε ένα μόνο μήνα μπορεί να είναι πιο δαπανηρό από τη συνεχή μετακύλιση, αφού στην πραγματικότητα οι διοικητικές δαπάνες που μια επιχείρηση ηλεκτρισμού μπορεί να υποστεί μέσα από τη διαδικασία πληρωμών για τις μικρές ποσότητες της μηνιαίας παραγωγής μπορεί να είναι μεγαλύτερες από οποιαδήποτε αντιληπτή απώλεια των εσόδων που συνδέονται με τις μεταφερόμενες πιστώσεις.

### Συνεχής μετακύλιση

Μια επιλογή που υιοθετείται όλο και περισσότερο στα προγράμματα net metering σε παγκόσμιο επίπεδο είναι η καθαρή πλεονάζουσα παραγωγή να μεταφέρεται επ' αόριστον. Αυτό το σύστημα αποζημίωσης προωθείται για δύο βασικούς λόγους, πρώτον δεν υπάρχει κίνητρο για τους πελάτες να έχουν μεγάλο μεγέθους εγκαταστάσεις και δεύτερον συνήθως υπάρχει μηδενισμός του πλεονάσματος που παραμένει στο τέλος του έτους, πράγμα που επιτρέπει στις επιχειρήσεις ηλεκτρικής ενέργειας να αποφεύγουν την καταβολή φυσικής αμοιβής για την παραγόμενη κιλοβατώρα. Με αυτόν τον τρόπο, τυχόν πλεόνασμα που μπορεί να προκύψει στο τέλος της περιόδου συμψηφισμού μπορεί να μεταφερθεί στην επόμενη περίοδο συμψηφισμού. Η συνεχής μετακύλιση της πλεονάζουσας παραγωγής έχει επίσης προωθηθεί, λόγω της δυνατότητας της να επιτρέπεται σε διαφορετικές εποχικές επιδράσεις των ανανεώσιμων τεχνολογιών. Για

παράδειγμα μια ηλιακή εγκατάσταση θα παράγει περισσότερο ηλεκτρισμό κατά τη διάρκεια της ημέρας τους καλοκαιρινούς μήνες και έτσι εάν ένας πελάτης - παραγωγός καταναλώνει λιγότερη ηλεκτρική ενέργεια από ότι παράγει θα μπορεί να μεταφέρει την περίσσεια παραγωγή στους υπόλοιπους μήνες. Το πρόβλημα τίθεται στο πότε είναι η ημερομηνία έναρξης και λήξης της ετήσιας περιόδου που, αν ρυθμίζεται κατά τους καλοκαιρινούς μήνες για τα φωτοβολταϊκά τότε αυτό θα μπορούσε να μειώσει την ελκυστικότητα των μικρών έργων αιολικής ενέργειας που παράγουν περισσότερο σε άλλες εποχές του χρόνου, και αντίστροφα αν η ετήσια περίοδος ορίζεται το χειμώνα. Για να είναι επιτυχές, ένα πρόγραμμα net metering πρέπει να διευκολύνει τη μεταφορά των πιστώσεων, ώστε ο πελάτης-παραγωγός να λαμβάνει πίστωση για την περίσσεια ενέργεια που παράγεται κατά τη διάρκεια των εποχών που η παραγωγή των ανανεώσιμων πηγών είναι υψηλότερη και να εφαρμοστεί στην κατανάλωσή τους όταν η παραγωγή είναι χαμηλότερη, επιτρέποντας στους πελάτες την επίτευξη μηδενικής καθαρής κατανάλωσης ενέργειας από το δίκτυο. Η συνεχής μετακύλιση παρέχει την καλύτερη προσέγγιση για τις διάφορες τεχνολογίες συστημάτων και τοποθεσίες και οι πελάτες-παραγωγοί έχουν συνειδητοποιήσει ότι με αυτόν τον τρόπο έχουν μεγάλο όφελος από το net metering. Κατά κανόνα στην Ευρώπη εφαρμόζεται το κυκλικό net metering με την εξής μορφή, θεωρώντας ότι έχουμε «πλήρη συμψηφισμό» της εξερχόμενης στο δίκτυο με της εισερχόμενης από το δίκτυο ενέργειας:

- ✚ Ένα μέρος της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από την ΑΠΕ καταναλώνεται άμεσα από τον πελάτη-παραγωγό, ενώ η υπόλοιπη παραγωγή που περισσεύει εγχέεται στο δίκτυο (εξερχόμενη ενέργεια). Ο καταναλωτής για να καλύψει τις ανάγκες του θα χρειαστεί να λάβει ηλεκτρική ενέργεια και από το δίκτυο (εισερχόμενη ενέργεια). Οι ποσότητες αυτές υπολογίζονται ανά περίοδο χρέωσης.
- ✚ Εάν η εισερχόμενη από το δίκτυο ενέργεια είναι μεγαλύτερη από την εξερχόμενη, τότε ο πελάτης-παραγωγός πληρώνει στον εκάστοτε κύκλο χρέωσης τη διαφορά τους στη λιανική τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας (εισερχόμενη μείον εξερχόμενη).
- ✚ Εάν η εξερχόμενη ηλεκτρική ενέργεια είναι μεγαλύτερη από την εισερχόμενη, τότε ο πελάτης δεν χρεώνεται (για την ενέργεια) και η πλεονάζουσα παραγωγή (εξερχόμενη μείον εισερχόμενη) μεταφέρεται ως ανανεώσιμες πιστώσεις ενέργειας (REC: Renewable Energy Credits) και πιστώνεται (προστίθεται στην εξερχόμενη ενέργεια της επόμενης περιόδου χρέωσης) στο λογαριασμό του πελάτη στον επόμενο κύκλο χρέωσης.
- ✚ Στο τέλος του έτους γίνεται ο ετήσιος συμψηφισμός, οπότε κατά την ετήσια εκκαθάριση τυχόν πλεόνασμα ενέργειας συμψηφίζεται με τη χρεωστέα ενέργεια προηγούμενων

περιόδων, για την οποία γίνεται αντιλογισμός. Εάν ωστόσο παραμείνει καθόλου πλεόνασμα, τότε ο πελάτης ανάλογα με την πολιτική του προγράμματος μπορεί [7]: (α) να πληρώνεται για το σύνολο των REC που συλλέχθηκαν στη χονδρική ή στη λιανική τιμή, ή (β) οι συνολικές REC που συλλέχθηκαν μπορούν να μεταφερθούν και να χρησιμοποιηθούν ως αποζημίωση για πιθανό αρνητικό υπόλοιπο τα επόμενα χρόνια, ή, (γ) οι συνολικές REC που συλλέγονται χορηγούνται δωρεάν πίσω στην επιχείρηση ηλεκτρισμού.

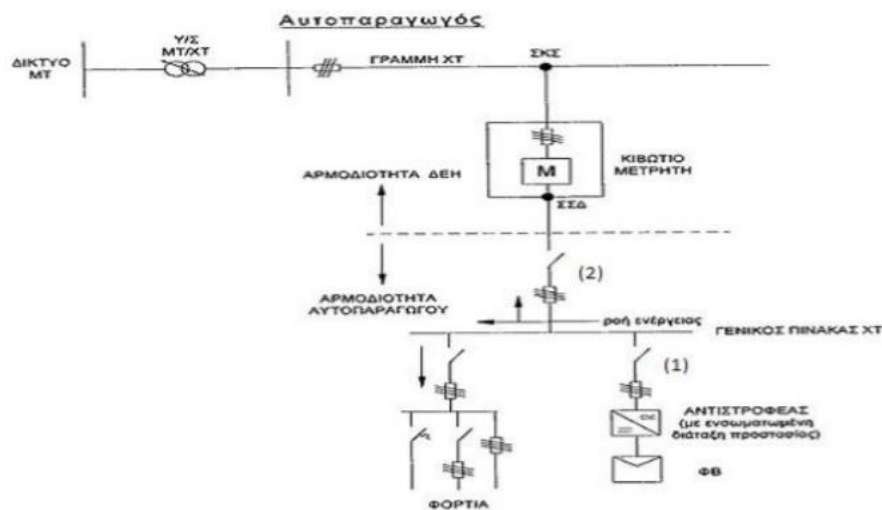
### 1.3.6 Αρχές Διασύνδεσης

Η διασύνδεση της διεσπαρμένης παραγωγής είναι ένα σημαντικό ρυθμιστικό ζήτημα λόγω των ανησυχιών για την ασφάλεια και την αξιοπιστία που έχουν σχέση με τη σύνδεση της στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας. Τα πρότυπα διασύνδεσης καθορίζουν τις νομικές, τεχνικές και διαδικαστικές απαιτήσεις που οι πελάτες, οι εγκαταστάσεις και οι επιχειρήσεις ηλεκτρικής ενέργειας πρέπει να ακολουθήσουν όταν επιθυμούν να συνδέσουν μία διεσπαρμένη πηγή σε ένα δίκτυο. Η ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου προτύπου είναι απαραίτητη για την ενθάρρυνση της ανάπτυξης της διεσπαρμένης παραγωγής, αφού αναποτελεσματικά πρότυπα διασύνδεσης μπορεί τόσο να αυξήσουν το κόστος για τους πελάτες-παραγωγούς, όσο και να προκαλέσουν καθυστερήσεις που οφείλονται σε πολύπλοκες διαδικασίες σύνδεσης και διοίκησης.

Ενώ το net metering και η διασύνδεση είναι διαφορετικές συνιστώσες, θα πρέπει να σχεδιαστούν για να λειτουργούν σε συνδυασμό το ένα με το άλλο και να διευκολύνουν την ανάπτυξη των συστημάτων διεσπαρμένης παραγωγής. Η επιχείρηση ηλεκτρισμού πρέπει να έχει το δικαίωμα να διεξάγει ανεξάρτητους ελέγχους, με βάση τα πρότυπα διασύνδεσης ή κανόνες, υπάρχοντας η πιθανότητα να εμφανιστούν οι επιπτώσεις της σύνδεσης διεσπαρμένης παραγωγής στο δίκτυο.

Στο σχήμα 1.4 παρουσιάζεται μια τυπική διάταξη σύνδεσης αυτοπαραγωγού με net metering και φωτοβολταϊκό στο δίκτυο ΧΤ. Βασική απαίτηση για λόγους ασφαλείας είναι η ύπαρξη μέσω διακοπής (με ικανότητα διακοπής ρεύματος φορτίου) και ορατής απόζευξης, προσιτών στο προσωπικό του διανομέα ηλεκτρικής ενέργειας, ώστε να εξασφαλίζεται η απομόνωση του παραγωγού από το δίκτυο όταν αυτό απαιτείται. Η απαίτηση ορατής απόζευξης ικανοποιείται από το κιβώτιο σύνδεσης και τις ασφάλειες παροχής. Το μέσο διακοπής είναι ο αυτόματος διακόπτης διασύνδεσης (ΑΔΔ), ο οποίος μπορεί να τοποθετηθεί εναλλακτικά σε δύο θέσεις (1

και 2 του σχήματος 1.4) ανάλογα με την επιθυμία του παραγωγού. Εάν επιλεγεί η θέση 2, τότε υπάρχει απομόνωση της συνολικής εγκατάστασης (εγκατάσταση παραγωγής και φορτία). Ο παραγωγός πρέπει να παρέχει πρόσβαση στον ΑΔΔ στο προσωπικό της επιχείρησης διανομής ηλεκτρισμού [9].



Σχήμα 1.4: Αυτοπαραγωγός με net metering και φωτοβολταϊκό σύστημα, συνδεδεμένος στο δίκτυο ΧΤ ([12])

#### 1.4 Ορισμός (Διεσπαρμένης)

Συνήθως, όταν αναφερόμαστε στη διεσπαρμένη παραγωγή εννοούμε ότι οι μονάδες παραγωγής ενέργειας έχουν εγκατασταθεί κοντά στο σημείο κατανάλωσης (φορτίο). Άλλοι ορίζουν ως διεσπαρμένη παραγωγή την πηγή παραγωγής ενέργειας που είναι απευθείας συνδεδεμένη στο δίκτυο διανομής ή στην πλευρά σύνδεσης των καταναλωτών.

Η διεσπαρμένη παραγωγή είναι η παραγωγή ενέργειας μικρής κλίμακας, με τιμές που κατά κανόνα κυμαίνονται από 1kW μέχρι 50-100MW και είναι μία σχετικά καινούρια τάση στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας.

Την τελευταία δεκαετία το ενδιαφέρον για τη διεσπαρμένη παραγωγή έχει μεγαλώσει, πράγμα που οφείλεται κυρίως στην ανάπτυξη των τεχνολογιών διεσπαρμένης παραγωγής, στους περιορισμούς κατασκευής νέων γραμμών μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, στις αυξημένες απαιτήσεις των καταναλωτών για αξιόπιστη ενέργεια και στην απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Η απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας δίνει την ευκαιρία να



συνδεθούν όλο και περισσότερες διεσπαρμένες γεννήτριες στα δίκτυα διανομής. Τις τελευταίες δύο δεκαετίες αρκετές εφαρμογές διεσπαρμένης παραγωγής συνδέθηκαν στο ελληνικό δίκτυο διανομής, κυρίως στο δίκτυο μέσης τάσης (15 ή 20kV) και στο δίκτυο χαμηλής τάσης (230/400V). Η πλειοψηφία αυτών των εγκαταστάσεων είναι αιολικά πάρκα ή ανεξάρτητες ανεμογεννήτριες και μικροί υδροηλεκτρικοί σταθμοί. Υπάρχουν επίσης μερικές εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας από βιοκαύσιμα, καθώς επίσης και μικρές φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις στο δίκτυο χαμηλής τάσης.

### 1.5 Τεχνολογίες της διεσπαρμένης παραγωγής

Οι βασικές τεχνολογίες διεσπαρμένης παραγωγής είναι οι εξής:

- **Μονάδες με συμβατικά καύσιμα** (κυψέλες καυσίμου, τουρμπίνες εσωτερικής καύσης, μηχανές Stirling, συστήματα UPS)
- **Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας** (ΑΠΕ: ήλιος, αέρας, βιομάζα, γεωθερμικές πηγές κ.ο.κ)  
Ανανεώσιμη ενέργεια είναι η πρώτη μορφή ενέργειας που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος πριν στραφεί στη χρήση άνθρακα και υδρογονανθράκων. Είναι η ενέργεια που αντλείται από φυσικούς πόρους, οι οποίοι δεν εξαντλούνται ή αντικαθίστανται. Οι περισσότερες ανανεώσιμες πηγές αποτελούν γενικά και συστήματα διεσπαρμένης παραγωγής.

### 1.6 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της διεσπαρμένης παραγωγής

Η εγκατάσταση διεσπαρμένης παραγωγής σε διάφορους τομείς προσφέρει αρκετά πλεονεκτήματα όπως :

**Οικονομικά :**

- Σημαντική ποσότητα ενέργειας που παράγεται από τα συστήματα διεσπαρμένης παραγωγής και εγχέεται στο δίκτυο μπορεί να αντισταθμίσει την αγορά ή/και τη παραγωγή ενέργειας από την επιχείρηση ηλεκτρισμού.
- Η παραγωγή της ενέργειας στην τοποθεσία στην οποία χρησιμοποιείται, ελαχιστοποιεί τις απώλειες μεταφοράς, όπως επίσης και το κόστος μεταφοράς, ένα σημαντικό μέρος (πάνω από 30%) του συνολικού κόστους του ηλεκτρισμού. Σε αυτή την περίπτωση οι αποστάσεις είναι μικρότερες, σε αντίθεση με την περίπτωση χρήσης από τον καταναλωτή

ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από επιχειρήσεις ηλεκτρισμού κατά την οποία η μεταφορά της γίνεται με μεγάλες γραμμές υψηλής τάσης.

- Με την ιδιοκατανάλωση οδηγεί σε μείωση του κόστους μειώνοντας τη ζήτηση αιχμής σε μια εγκατάσταση και συνεπώς μειώνει τις χρεώσεις ζήτησης.

#### **Λειτουργικά:**

- Υποστήριξη του δικτύου με επικουρικές υπηρεσίες, όπως είναι: i) παροχή άεργου ισχύος και υποστήριξη τάσης, ii) πρόληψη γενικής διακοπής του ρεύματος (blackout) ή πτώσης της τάσης (brownout).
- Η διεσπαρμένη παραγωγή βοηθά στην αποσυμφόρηση των ήδη υπάρχοντων δικτύων.
- Όσο αυξάνεται η ζήτηση για περισσότερη και καλύτερης ποιότητας ηλεκτρική ισχύ, η διεσπαρμένη παραγωγή παρέχει εναλλακτικές λύσεις για αξιόπιστη και οικονομική ισχύ σε νοικοκυριά και επιχειρήσεις. Προσφέρει σταθερότητα, διασφάλιση στα απρόοπτα και δυνατότητα «black start» (η δυνατότητα μιας μονάδας παραγωγής κατά τη διάρκεια αποκατάστασης του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας να μεταβεί από απενεργοποιημένη κατάσταση σε κατάσταση λειτουργίας και να αρχίσει να παράγει ενέργεια χωρίς να υποβοηθηθεί από το ηλεκτρικό σύστημα).
- Μπορεί να μειώσει την υπερφόρτωση (από την υψηλή ζήτηση φορτίου) των γραμμών διανομής. Αποσυμφορούνται οι ηλεκτρικές γραμμές μεταφοράς και διανομής των μετασχηματιστών.

#### **Κατεύθυνση παραγωγής :**

- Είναι πρακτικά πιο εύκολο να βρεθούν τοποθεσίες για διεσπαρμένη παραγωγή από ότι για ένα μεγάλο, κεντρικό εργοστάσιο παραγωγής ισχύος και μάλιστα οι μονάδες αυτές είναι πιο εύκολο και κυρίως πιο γρήγορο να συνδεθούν στο δίκτυο. Το ρίσκο του κεφαλαίου μειώνεται και αποφεύγονται οι περιττές δαπάνες.
- Ανταποκρίνεται γρηγορότερα σε νέες απαιτήσεις ισχύος.
- Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά της διεσπαρμένης παραγωγής είναι ότι οι αυξομειώσεις στην εγκατεστημένη ισχύ μπορούν να γίνουν με μικρές προσαυξήσεις σε πλήρη συμφωνία με τη ζήτηση, σε αντίθεση με την κατασκευή μεγάλων, κεντρικών εργοστασίων ενέργειας κατασκευασμένων για την κάλυψη μελλοντικής κυρίως και όχι τρέχουσας ζήτησης.

### Κατεύθυνση αειφόρου ανάπτυξης :

- Προσφέρει καθαρότερη, πιο αθόρυβη λειτουργία και μειώνει τις εκπομπές ρύπων ελαττώνοντας την κατανάλωση ορυκτών καυσίμων.
- Μειώνονται οι επενδύσεις στην κατασκευή ή την ενίσχυση των δικτύων μεταφοράς και διανομής, αλλά και κεντρικών σταθμών παραγωγής και υποσταθμών.
- Επιτρέπει την πιο αποτελεσματική οικονομική διαχείριση ενέργειας και φορτίου.

### Παράλληλα η διεσπαρμένη παραγωγή μπορεί να εμφανίσει και κάποια **μειονεκτήματα** :

- Όσον αφορά την αξιοπιστία του συστήματος υπάρχουν επιπτώσεις της διακοπτόμενης παραγωγής, όπως η νησιδοποίηση, οι πτώσεις τάσεις και άλλα θέματα.
- Ένα από τα βασικότερα ζητήματα είναι το υψηλό κόστος κεφαλαίου ανά kW εγκατεστημένης ισχύος, συγκριτικά με τα μεγάλα, κεντρικά εργοστάσια παραγωγής. Επίσης, υπάρχει η άποψη ότι το κόστος για την πρωταρχική παροχή καυσίμου στη διεσπαρμένη παραγωγή θα είναι αρκετά μεγαλύτερο από ότι για την κεντρική παραγωγή.
- Η αυξανόμενη συμμετοχή της διεσπαρμένης παραγωγής στην εγκατεστημένη παραγωγή θα επιφέρει μικρότερη επιλογή μεταξύ των βασικών καυσίμων. Αυτό θα μπορούσε να μειώσει τη διαφοροποίηση των πρωταρχικών αποθεμάτων ενέργειας.
- Μπορεί να υπάρξουν τεχνικές και λειτουργικές δαπάνες για την επιχείρηση ηλεκτρικής ενέργειας που σχετίζονται με την προσθήκη διεσπαρμένης ενέργειας στο δίκτυο. Καθώς η διείσδυση στην αγορά της διεσπαρμένης παραγωγής αυξάνεται, οι επιχειρήσεις πρέπει να προετοιμάσουν το δίκτυο να αποδεχθεί αυτή τη μεταβλητή παραγωγή, ώστε να αποδίδει καλά με την αμφίδρομη ροή ηλεκτρικής ενέργειας.

## 1.7 Τεχνικά ζητήματα της σύνδεσης διεσπαρμένης παραγωγής στο δίκτυο

### 1.7.1 Γενικά

Τα δίκτυα διανομής έχουν σχεδιαστεί με βάση το διαφορετικό μέγεθος ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας και τον ετεροχρονισμό στη μέγιστη ζήτηση κάθε καταναλωτή. Η ατομική μέγιστη ζήτηση όλων των πελατών σε ένα δίκτυο διανομής δεν μπορεί να αθροίζεται για να δίνει τη συνολική μέγιστη ζήτηση. Ως εκ τούτου εφαρμόζονται διάφορα μέτρα για τον προσδιορισμό του

μεγέθους των μετασχηματιστών, των καλωδίων και εναέριων αγωγών που προμηθεύουν με ηλεκτρική ενέργεια τους πελάτες σε συγκεκριμένες γεωγραφικές περιοχές. Με τη διεσπαρμένη παραγωγή η ζήτηση των καταναλώσεων καλύπτεται πλέον και από την τοπική παραγωγή που είναι συνδεδεμένη στο σύστημα διανομής, είτε στη μέση είτε στη χαμηλή τάση ανάλογα με το μέγεθος ισχύος. Όμως, απαιτείται η αναβάθμιση των ηλεκτρικών δικτύων με διατάξεις και εξοπλισμό ώστε να μπορεί να πραγματοποιείται έλεγχος σε αυτά. Το επίπεδο της τάσης διασύνδεσης των μονάδων διεσπαρμένης παραγωγής συνεχώς μειώνεται και όλο και περισσότερες μονάδες εγκαθίστανται στο επίπεδο χαμηλής τάσης. Η ανάγκη για χαμηλότερο επίπεδο τάσης ενισχύεται από την ανάγκη για την αύξηση της αξιοπιστίας, ειδικά σε καταναλωτές χαμηλής τάσης με ευαίσθητες συσκευές ή διεργασίες. Η λειτουργία ενός ηλεκτρικού δικτύου ελέγχεται από συσκευές προστασίας και ρύθμισης της τάσης με σκοπό την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας αποδεκτής ποιότητας προς τον καταναλωτή, ελαχιστοποιώντας τον αριθμό των σφαλμάτων και προσφέροντας υψηλό επίπεδο ασφάλειας. Τα σημερινά δίκτυα διανομής σχεδιάζονται έτσι ώστε η απόδοση των [8] δικτύων μέσης τάσης (ΜΤ) και χαμηλής τάσης (ΧΤ) να επιδρά στην ποιότητα παροχής ηλεκτρικής ενέργειας στους καταναλωτές, ενώ σφάλματα στα δίκτυα υψηλής τάσης (ΥΤ) να μην επηρεάζουν τους καταναλωτές που είναι συνδεδεμένοι στη ΜΤ και ΧΤ. Η σύνδεση στο δίκτυο μονάδων διεσπαρμένης παραγωγής πρέπει να υπακούει σε αυτές τις γενικές αρχές, έτσι ώστε να μην προκαλούνται ενοχλήσεις στους υπόλοιπους καταναλωτές και να υπάρχει συμβατότητα μεταξύ του δικτύου διανομής και των εγκαταστάσεων των παραγωγών. Απαιτείται όμως η μεταβολή των μεθόδων προστασίας του δικτύου, εφόσον στα περισσότερα δίκτυα διανομής προβλέπεται η μονόδρομη παροχή ισχύος. Η βασικότερη προϋπόθεση για τη σύνδεση εγκαταστάσεων παραγωγής στο δίκτυο είναι η επάρκεια των στοιχείων του δικτύου (υποσταθμού, μετασχηματιστών και γραμμών). Εάν οι υπάρχοντες γραμμές δεν επαρκούν ή εμφανίζονται διαταραχές στη τάση του δικτύου, τότε εξετάζονται κατά σειρά οι ακόλουθες λύσεις: ενίσχυση του υπάρχοντος δικτύου μέσης τάσης, απευθείας σύνδεση τους στους ζυγούς μέσης τάσης του υποσταθμού ΥΤ/ΜΤ μέσω αποκλειστικής γραμμής, προσθήκη νέου μετασχηματιστή ΥΤ/ΜΤ και κατασκευή ιδιαίτερου υποσταθμού ΥΤ/ΜΤ (οπότε η σύνδεση πραγματοποιείται απευθείας στο δίκτυο ΥΤ) [9].

### 1.7.2 Ποιότητα τάσης του δικτύου

Για τις επιπτώσεις της διεσπαρμένης παραγωγής στην ποιότητα τάσης του δικτύου, η εξέταση πραγματοποιείται στο σημείο κοινής σύνδεσης (το πλησιέστερο προς τις εγκαταστάσεις του πελάτη-παραγωγού σημείο του δικτύου, στο οποίο συνδέεται ή μπορεί να συνδεθεί άλλος καταναλωτής ή παραγωγός), το οποίο δε βρίσκεται κατά ανάγκη στην έξοδο των εγκαταστάσεων, δηλαδή στο σημείο του δικτύου ΜΤ ή ΧΤ όπου συνδέονται οι εγκαταστάσεις του παραγωγού. Είναι συνεπώς δυνατό οι απαιτήσεις ποιότητας τάσης που τίθενται να μην ικανοποιούνται σε σημεία του δικτύου πλησιέστερα προς τις εγκαταστάσεις παραγωγής. Είναι πάντως σκόπιμο να τηρούνται τα όρια των κανονισμών ακόμη και στο σημείο σύνδεσης στο δίκτυο, προκειμένου να εξασφαλίζεται η ομαλή λειτουργία των εγκαταστάσεων του παραγωγού, με επίπτωση στο κόστος των έργων διασύνδεσης. Επίσης, πρέπει να εξασφαλίζεται ότι οι προς σύνδεση εγκαταστάσεις δεν παρενοχλούν τη λειτουργία των συστημάτων Τηλεχειρισμού Ακουστικής Συχνότητας (ΤΑΣ) (ή άλλων ανάλογων συστημάτων) του δικτύου [9].

### 1.7.3 Μέσα ζεύξης/απόζευξης

Τα μέσα ζεύξης/απόζευξης και προστασίας της διασύνδεσης παραγωγού δικτύου έχουν ιδιαίτερη σημασία για την εξασφάλιση της συνεργασίας με τις διατάξεις προστασίας του δικτύου και την αποφυγή επικίνδυνων καταστάσεων. Οι ρυθμίσεις των προστασιών θα πρέπει να εξασφαλίζουν την άμεση απόζευξη των γεννητριών σε περίπτωση σφάλματος, ώστε να μην υφίσταται κίνδυνος απομονωμένης λειτουργίας των εγκαταστάσεων (ενδεχομένως με τμήμα του δικτύου). Για την προστασία των εγκαταστάσεων παραγωγής από υψηλές υπερεντάσεις και μηχανικές καταπονήσεις, όταν στο δίκτυο χρησιμοποιούνται διατάξεις αυτομάτου επανοπλισμού, η απόζευξη θα πρέπει να επιτυγχάνεται πριν τη λειτουργία επαναφοράς των διακοπών του δικτύου. Επίσης ζητείται η διασύνδεση να διαθέτει μέσο ορατής απόζευξης, με ικανότητα διακοπής ρεύματος φορτίου, προσιτό ανά πάσα στιγμή στο προσωπικό του διαχειριστή του δικτύου 0.

### 1.7.4 Μέτρηση ενέργειας

Η μέτρηση της αποδιδόμενης στο δίκτυο ενέργειας πραγματοποιείται γενικά στο σημείο κοινής σύνδεσης, όπου γίνεται και η εξέταση των επιπτώσεων από τη λειτουργία των εγκαταστάσεων. Η μέτρηση της καταναλισκόμενης ενέργειας από φορτία των εγκαταστάσεων του παραγωγού

γίνεται στο σημείο σύνδεσης στο δίκτυο. Στην περίπτωση όπου η αποκλειστική γραμμή έχει πολύ μικρό μήκος, η θέση των δύο μετρητών μπορεί να είναι κοινή, στην έξοδο των εγκαταστάσεων του παραγωγού. Σε κάθε περίπτωση πρέπει να χρησιμοποιούνται διαφορετικοί μετρητές για την αποδιδόμενη και απορροφούμενη ενέργεια, ακόμη και για συνδέσεις στο δίκτυο ΧΤ, παρότι για το τελευταίο υπάρχει και η περίπτωση χρήσης κοινού μετρητή (net metering). Η ενέργεια που αποδίδει ο παραγωγός στο δίκτυο και αυτή που απορροφά από το δίκτυο ως καταναλωτής μεταφέρονται μέσω της ίδιας παροχής [9].

#### 1.7.5 Ασφάλεια

Εκτελώντας οποιαδήποτε δραστηριότητα κοντά σε ενεργό ηλεκτρικό εξοπλισμό μπορεί να είναι επικίνδυνο, εάν δεν χρησιμοποιείται ασφαλής εξοπλισμός και σχεδιασμός. Η διεσπαρμένη παραγωγή ως ένα ηλεκτρικό σύστημα μπορεί να γίνει επικίνδυνη για τους ανθρώπους και την ιδιοκτησία τους. Υπάρχουν ανησυχίες σχετικά με την περίπτωση όπου τα συστήματα διεσπαρμένης παραγωγής συνεχίζουν να παρέχουν ενέργεια στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας ακόμα και όταν διακοπεί κάποιο τμήμα του δικτύου. Το φαινόμενο αυτό είναι γνωστό ως νησιδοποίηση και προκύπτουν πιθανές ανησυχίες για την ασφάλεια, όταν ένα σύστημα δεν είναι σχεδιασμένο να ανιχνεύει την απώλεια ενέργειας και συνεχίζει να παρέχει ενέργεια σε ένα απομονωμένο τμήμα του δικτύου. Η νησιδοποίηση συχνά μπορεί να οδηγήσει σε χαμηλή ή υψηλή τάση, μεγάλες και συχνές μεταβατικές διακυμάνσεις της τάσης, καθώς και αύξηση των προβλημάτων ποιότητας της ηλεκτρικής ενέργειας. Τα ζητήματα μπορούν να αντιμετωπιστούν με τη χρήση μεθόδων ανίχνευσης και εξοπλισμού με διατάξεις για να ανοίγει ο διακόπτης του πελάτη (αποσύνδεση της πηγής του), όταν το δίκτυο δεν είναι συνδεδεμένο. Η απαίτηση για ένα χειροκίνητο διακόπτη αποσύνδεσης, που θα είναι προσβάσιμος από την εταιρεία ηλεκτρισμού, πρέπει να παραλείπεται εάν ο εξοπλισμός της διεσπαρμένης παραγωγής έχει σχεδιαστεί να κλείνει ή να αποσυνδέεται αυτόματα, και να μην μπορεί να παρακαμφθεί με το χέρι από τον πελάτη. Με την ραγδαία αύξηση του αριθμού των συστημάτων διεσπαρμένης παραγωγής που συνδέονται στο δίκτυο, ο μη αυτόματος τρόπος για την αποσύνδεση όλων των συστημάτων δεν είναι πλέον εφικτός.

#### 1.7.6 Ευστάθεια του δικτύου

Η ευστάθεια του ηλεκτρικού δικτύου ορίζεται ως η ικανότητα του να αντιμετωπίσει τις αλλαγές στις συνθήκες λειτουργίας (παρατεταμένη υπέρταση, σφάλματα, άνοιγμα και κλείσιμο μεγάλων

φορτίων/γεννητριών, κεραυνοί, κλπ). Η αστάθεια του δικτύου οδηγεί σε πλήρη απώλεια της ηλεκτρικής ενέργειας σε τμήματα ή στο σύνολο του ηλεκτρικού δικτύου («blackout»). Τα παρακάτω είναι σήμερα τα πιο σημαντικά προβλήματα ευστάθειας του δικτύου σε σχέση με τη διεσπαρμένη παραγωγή [6].

#### **A) Συνθήκες υπέρτασης του δικτύου:**

Οι συνθήκες υπέρτασης είναι αποτέλεσμα της προσθήκης διεσπαρμένης παραγωγής στα παραδοσιακά ακτινικά δίκτυα. Τα επίπεδα τάσης ποικίλλουν μεταξύ των ηλεκτρικών δικτύων. Ο ηλεκτρικός εξοπλισμός του δικτύου (μετασχηματιστές, καλώδια, εναέριες γραμμές, κλπ) έχει επίσης σχεδιαστεί για να αντεπεξέλθει σε μια κλίμακα από επίπεδα τάσης, π.χ.  $\pm 10\%$  της ονομαστικής τάσης, έτσι ώστε να αντιμετωπίσει τις διακυμάνσεις της τάσης και να ελαχιστοποιήσει το κόστος κατασκευής του εξοπλισμού. Πάνω και κάτω από τις συνθήκες τάσης (δηλαδή εκτός των επιτρεπόμενων ορίων) προκαλείται αστάθεια του δικτύου και ζημιώνεται ο ηλεκτρικός εξοπλισμός. Με τη σύνδεση διεσπαρμένης παραγωγής στο δίκτυο είναι πιθανή η δημιουργία υπερτάσεων και υποτάσεων κατά τη σύνδεση και αποσύνδεση μονάδων αντίστοιχα. Για τη διατήρηση της τάσεως σε επιθυμητά όρια ρυθμίζεται κυρίως ο λόγος μέσης/χαμηλής τάσης του μετασχηματιστή του υποσταθμού. Σε πολλά δίκτυα χρησιμοποιούνται εξελιγμένες τεχνικές ελέγχου της τάσης μέσω ρύθμισης των λήψεων του αυτομετασχηματιστή σύμφωνα με την εκτίμηση της πτώσης τάσης από μετρήσεις του ρεύματος. Τα ηλεκτρικά συστήματα προστασίας έχουν σχεδιαστεί να ανιχνεύουν τις συνθήκες παρατεταμένης υπέρτασης σε ηλεκτρικά δίκτυα και να αποσυνδέουν τμήματα του δικτύου για την προστασία του εξοπλισμού από σφάλματα. Η αστάθεια του δικτύου μπορεί να συμβεί όταν πολλά τμήματα του δικτύου διανομής αποσυνδεθούν μέσα σε ένα σύντομο χρονικό διάστημα, λόγω υπέρτασης. Ο κίνδυνος αυξάνεται όταν υπάρχει συγκέντρωση τεχνολογιών διεσπαρμένης παραγωγής σε συγκεκριμένες γεωγραφικές περιοχές (π.χ. πολλά ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα θα παράγουν όλα στο μέγιστο κατά τη διάρκεια του μεσημεριού). Για την ηλεκτρική ευστάθεια του δικτύου είναι σημαντικό να ελαχιστοποιηθούν οι διακυμάνσεις της τάσης μέσω μιας μεθόδου που ονομάζεται ρύθμιση της τάσης.

Οι ακόλουθες μέθοδοι μπορούν να εφαρμοστούν για την εξάλειψη των συνθηκών υπέρτασης:

##### **1) Ρύθμιση έργου ισχύος:**

Μια επιλογή για τη ρύθμιση του επιπέδου της τάσης που χρησιμοποιείται ευρέως στα ηλεκτρικά δίκτυα είναι να αντλείται άεργος ισχύς, ενώ παρέχεται ενεργός ισχύς, γνωστό και ως διόρθωση

του συντελεστή ισχύος. Πρόκειται ουσιαστικά για μια επιλογή για τους φωτοβολταϊκούς αντιστροφείς και ιδανικά μια τέτοια μονάδα ελέγχου θα πρέπει να λειτουργεί αυτόματα. Η δυνατότητα των αντιστροφέων φωτοβολταϊκών να παράγουν ισχύ με συντελεστή ισχύος διάφορο της μονάδας μπορεί να ρυθμίσει την τάση στο σημείο κοινής σύνδεσης. Ο αντιστροφέας μπορεί να απορροφήσει άεργο ισχύ λειτουργώντας με επαγωγικό χαρακτήρα και συμβάλλοντας στη μείωση της ανύψωσης τάσης. Αντίστοιχα, με χωρητικό χαρακτήρα προσφέρει άεργο ισχύ στο δίκτυο σε περίπτωση βύθισης της τάσης.

## **2) Έλεγχος της εξερχόμενης στο δίκτυο ενέργειας - Περικοπή ενεργού ισχύος:**

Τα συστήματα διεσπαρμένης παραγωγής μπορούν να είναι εφοδιασμένα με μέσα για τον εξ αποστάσεως έλεγχο της εξερχόμενης στο δίκτυο ενέργειας. Στην περίπτωση υπερφόρτισης (για χαμηλό φορτίο) του εξοπλισμού και των γραμμών διανομής, οι επιχειρήσεις [10] ηλεκτρισμού μπορούν να μειώσουν την πραγματική ενέργεια του συστήματος εξ αποστάσεως. Η μέθοδος αυτή θα μπορούσε να επιτρέψει μια υψηλότερη ισχύ από ότι θα μπορούσε να γίνει ανεκτή με βάση τους κανόνες για την αύξηση της τάσης.

## **B) Βραχυκυκλώματα στο σύστημα διανομής:**

Η συνεισφορά στο ρεύμα βραχυκύκλωσης από τις διεσπαρμένες γεννήτριες θα μπορούσε να προκαλέσει την αποσύνδεση υγιών γραμμών στις οποίες συνδέονται διεσπαρμένες γεννήτριες λόγω της γρήγορης αντίδρασης των υπέργειων γραμμών μέσης τάσης σε σφάλματα του δικτύου. Σε μερικές περιπτώσεις όπου οι διεσπαρμένες γεννήτριες παραμένουν συνδεδεμένες σε μια ελαττωματική γραμμή, θα μπορούσαν να διατηρήσουν τη γραμμή διεγερμένη και να αποτρέψουν την απόσβεση σφαλμάτων με τη μορφή τόξου. Στις αστικές περιοχές που χρησιμοποιούν υπόγεια καλωδιακά δίκτυα, τα ρεύματα από συστήματα διεσπαρμένης παραγωγής είναι μικρά σε σύγκριση με το υψηλό ρεύμα βραχυκύκλωσης του δικτύου. Ως εκ τούτου, δεν αναμένεται καμία αρνητική επίδραση στην αποκατάσταση των σφαλμάτων. Ωστόσο, υπό την υψηλή διείσδυση της διεσπαρμένης παραγωγής και εάν παρουσιαστούν βλάβες στο τέλος γραμμών με υψηλή αντίσταση, τα ρεύματα από τα φωτοβολταϊκά και άλλα συστήματα θα μπορούσαν να πλήξουν την ανίχνευση σφαλμάτων και την αποκατάσταση τους. Για να αποφευχθεί η μειωμένη σταθερότητα του συστήματος παροχής ηλεκτρικής ενέργειας λόγω της μαζικής αποσύνδεσης της ισχύος παραγωγής, μικρά σφάλματα με κατάρρευση τάσης δεν θα πρέπει να οδηγούν στην αποσύνδεση των συστημάτων διεσπαρμένης παραγωγής από το δίκτυο.



Οι ρυθμίσεις προστασίας δε θα πρέπει να είναι ιδιαίτερα ευαίσθητες, έτσι ώστε να αποτρέπουν την αποσύνδεση μεγάλης ποσότητας διεσπαρμένης παραγωγής ταυτόχρονα κατά τη διάρκεια ηλεκτρικών διαταραχών του συστήματος, καθώς αυτό θα μπορούσε να οδηγήσει σε αστάθεια του συστήματος.

## 1.8 Καθεστώς στήριξης των ΑΠΕ στην Ελλάδα

### 1.8.1 Γενικά

Τα σημαντικότερα μέτρα που εφαρμόστηκαν στην Ελλάδα μέχρι σήμερα για την ανάπτυξη των ΑΠΕ είναι:

- Η Ελλάδα εφαρμόζει από το 1994 ένα σύστημα FiT της παραγόμενης ενέργειας σε προκαθορισμένη τιμή που ορίζεται ως ποσοστό της εκάστοτε τιμής του Γενικού τιμολογίου Μέσης Τάσης. Υπάρχει διαφοροποίηση των τιμών για το διασυνδεδεμένο σύστημα και τα μη διασυνδεδεμένα νησιά. Η διαφορά κόστους καλύπτεται μέσω ειδικού τέλους που καταβάλουν οι καταναλωτές και υπολογίζεται για το σύστημα, βάσει της απόκλισης από την Οριακή Τιμή Συστήματος, ενώ για τα νησιά βάσει του μέσου μεταβλητού κόστους παραγωγής (κυρίως κόστος καυσίμου που σε ορισμένα νησιά η διαφορά είναι αμελητέα έως και αρνητική).
- Επιχορηγήσεις για έργα ΑΠΕ συμπεριλαμβανομένων ειδικών επιχορηγήσεων για τα δίκτυα σύνδεσης.
- Εκτός από την προτεραιότητα ένταξης των σταθμών ΑΠΕ στο σύστημα και στο δίκτυο, σημαντικό κίνητρο ανάπτυξης είναι και η απαλλαγή τους από την υποχρέωση πληρωμής τελών χρήσης τους.

Ειδικά για τα φωτοβολταϊκά υπάρχουν δύο τρόποι για την έξυπνη, οικολογική και οικονομική εκμετάλλευση του ήλιου από καταναλωτές-παραγωγούς:

1. Το σύστημα Feed-in-Tariff (σχήμα 3.2) με το οποίο τοποθετείται ένα διασυνδεδεμένο με το δίκτυο της ΔΕΗ (συνήθως στο δίκτυο διανομής χαμηλής τάσης ή μεγαλύτερες μονάδες στη μέση τάση) φωτοβολταϊκό σύστημα. Στην περίπτωση αυτή, ο πελάτης της ΔΕΗ συνεχίζει να καταναλώνει ρεύμα από τη ΔΕΗ και ταυτόχρονα να πουλάει όλο το ηλεκτρικό ρεύμα που παράγεται από το φωτοβολταϊκό σύστημα στη ΔΕΗ έναντι μιας ορισμένης από το νόμο τιμής. Πέρα από το μετρητή κατανάλωσης που μετράει την ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνει ο πελάτης (εισερχόμενη από το δίκτυο της ΔΕΗ),

τοποθετείται ένας νέος μετρητής από τη ΔΕΗ για τη μέτρηση της ηλεκτρικής ενέργειας που διοχετεύεται στο δίκτυο (εξερχόμενη στο δίκτυο της ΔΕΗ). Εδώ έχουμε «λογιστικό» συμφηισμό της ενέργειας, οι ενδείξεις των δύο μετρητών μετατρέπονται σε χρήματα και αφαιρούνται μεταξύ τους, η διαφορά πιστώνεται στον καταναλωτή.

2. Από το 2015 ο καταναλωτής μπορεί να γίνει αυτοπαραγωγός και ιδιοκαταναλωτής με το net metering και να καταναλώνει την ηλεκτρική ενέργεια που παράγει από τα φωτοβολταϊκά, ενώ ταυτόχρονα θα είναι συνδεδεμένος με το δημόσιο δίκτυο (ΔΕΗ). Στην περίπτωση αυτή έχουμε τον «ενεργειακό» συμφηισμό εισερχόμενης και εξερχόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Συνοπτικά με χρήση δύο μετρητών αφαιρείται η ενέργεια που παράγεται από τα φ/β από εκείνη που καταναλώνει ο χρήστης από τη ΔΕΗ.



Σχήμα 1.5 : Σύστημα Feed-in-Tariff ([11]).

### 1.8.2 Τιμολόγηση φωτοβολταϊκής ηλεκτρικής ενέργειας

Η τιμολόγηση των διαφόρων τεχνολογιών ΑΠΕ έχει γίνει με σκοπό να εξασφαλίζεται η βιωσιμότητα των επενδύσεων και να δημιουργείται επαρκές κίνητρο για τους επενδυτές. Ο ενδιαφερόμενος για να εντάξει το σταθμό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ στο δίκτυο συνάπτει σύμβαση πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας με το διαχειριστή του συστήματος. Ο τύπος, το περιεχόμενο και η διαδικασία κατάρτισης των συμβάσεων πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας καθορίζεται με απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΥΠΕΚΑ), μετά από εισήγηση του αρμόδιου διαχειριστή και γνώμη της ΡΑΕ (Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας). Την τελευταία δεκαετία η πλειοψηφία των φωτοβολταϊκών σταθμών στην Ελλάδα

είναι διασυνδεδεμένοι με FiT, γεγονός που οφείλεται στις πολύ ενθαρρυντικές επιδοτήσεις που έχουν δοθεί από το κράτος και την ΕΕ.

Στις 6-6-2006 ψηφίστηκε ο Νόμος 3468, σύμφωνα με τον οποίο κάθε kWh που παράγεται από τον ήλιο και τροφοδοτείται στο δίκτυο της ΔΕΗ, θα ενισχύεται με την τιμή που φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

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 1.1: Τιμολόγηση ηλεκτρικής ηλιακής ενέργειας σύμφωνα με το Ν. 3468/2006 ([19]).

Η σύμβαση πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας ισχύει για 10 έτη και μπορεί να παρατείνεται για 10 επιπλέον έτη, μονομερώς, με έγγραφη δήλωση του παραγωγού η οποία υποβάλλεται 3 τουλάχιστον μήνες πριν από τη λήξη της αρχικής σύμβασης. Η τιμή αναπροσαρμόζεται κάθε έτος με βάση τις αυξήσεις των τιμολογίων της ΔΕΗ ή το 80% του πληθωρισμού, πράγμα που οδηγεί στο συμπέρασμα ότι πέρα από την απόσβεση του φωτοβολταϊκού συστήματος εμφανίζεται και κέρδος για τον παραγωγό. Με αυτή τη νομοθεσία διευκολύνεται επίσης η διαδικασία αδειοδότησης για τα φωτοβολταϊκά συστήματα, αφού για συστήματα μέχρι και 150kW δεν απαιτούνται πλέον άδειες παραγωγής, εγκατάστασης και λειτουργίας. Το 2010 με το Νόμο 3851 εισήχθηκαν καινούριες ρυθμίσεις για τα φωτοβολταϊκά αναπροσαρμόζοντας τις τιμές μεσοπρόθεσμα και συνδέοντάς τες απευθείας με τη μέση Οριακή Τιμή του Συστήματος (μΟΤΣ) μακροπρόθεσμα. Η σύμβαση πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από σταθμούς ΑΠΕ ισχύει για 20 έτη και μπορεί να παρατείνεται μετά από έγγραφη συμφωνία των μερών, εφόσον ισχύει η σχετική άδεια παραγωγής.

Η τιμολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από φωτοβολταϊκούς σταθμούς γίνεται με βάση τα στοιχεία του ακόλουθου πίνακα:

Έτος / Μήνας	Τιμή Ενέργειας (€/MWh)		
	Λιασυνδεδεμένο Σύστημα		Μη Λιασυνδεδεμένα Νησιά
	A	B	Γ
	>100 kW	<=100 kW	>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 χμΟΤΣ <sub>ν,1</sub>	1,4 χμΟΤΣ <sub>ν,1</sub>	1,4 χμΟΤΣ <sub>ν,1</sub>

Πίνακας 1.2: Τιμολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από φωτοβολταϊκά, σύμφωνα με το Ν.3851/2010([19]).

Οι τιμές μπορούν να μεταβάλλονται, αφού λαμβάνονται υπόψη η διείσδυση των φωτοβολταϊκών σταθμών στο ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας, ο βαθμός επίτευξης των εθνικών στόχων διείσδυσης των φωτοβολταϊκών και οι επιπτώσεις για τον καταναλωτή από τη σχετική επιβάρυνση λόγω των ΑΠΕ. Όπως φαίνεται και από τους διάφορους πίνακες, οι εγγυημένες τιμές πώλησης της παραγόμενης ενέργειας παρουσιάζουν σταθερά μία πτωτική τάση, η οποία σε αρκετές περιπτώσεις είναι πολύ μεγάλη. Με μεταγενέστερες υπουργικές αποφάσεις η τιμολόγηση της φωτοβολταϊκής ηλεκτρικής ενέργειας μεταβλήθηκε στα επόμενα έτη, μετά το Νόμο 3851/2010. Τον Αύγουστο του 2012 με την υπουργική απόφαση ΦΕΚ Β'2317 η τιμή της παραγόμενης από το φωτοβολταϊκό σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας που εγχέεται στο δίκτυο ορίζεται σύμφωνα με τους 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 1.3: Τιμολόγηση ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από φωτοβολταϊκά συστήματα σε στέγες και κτιριακές εγκαταστάσεις, σύμφωνα με την απόφαση ΦΕΚ Β'2317 ([19]).

	Διασυνδεδεμένο		Μη Διασυνδεδεμένο
	> 100kW	≤ 100kW	(ανεξαρτήτως ισχύος)
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	$1,3 \times \mu\text{ΟΤ}\Sigma_{\nu-1}$	$1,4 \times \mu\text{ΟΤ}\Sigma_{\nu-1}$	$1,4 \times \mu\text{ΟΤ}\Sigma_{\nu-1}$

Πίνακας 1.4: Τιμολόγηση (€/MWh) ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από φωτοβολταϊκά συστήματα (εκτός στεγών και κτιριακών εγκαταστάσεων), σύμφωνα με την απόφαση ΦΕΚ Β'2317 ([19]).

Μια επίσης σημαντική αλλαγή είναι η παράταση των συμβάσεων πώλησης ενέργειας στο δίκτυο για όλα τα φωτοβολταϊκά για 7 έτη (από 20 σε 27 έτη). Η αγορά της παραγόμενης ενέργειας για το διάστημα αυτό θα γίνεται έναντι 90€/MWh. Τέλος, υπήρξε μικρότερη μείωση στις τιμές αποζημίωσης του μη διασυνδεδεμένου συστήματος σε σχέση με ότι προβλεπόταν. Οι οριστικές τιμές αποζημίωσης των φωτοβολταϊκών σταθμών, ανά κατηγορία, διαμορφώνονται ως εξής:

ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ															
Περίοδος Διασύνδεσης	Φ/Β Στεγών (<=10KW)	ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ										ΜΗ ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ			
		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
Πριν το 2009	-	-	445	-	390	-	385	-	385	-	385	-	480	-	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 1.5: Τιμολόγηση (€/MWh) ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από φωτοβολταϊκούς σταθμούς, σύμφωνα με το Ν.4254/2014 ([19]).

Για τα φωτοβολταϊκά που συνδέθηκαν εντός του δευτέρου εξαμήνου του 2013 εφαρμόζονται οι εξής τιμές:

ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ															
Περίοδος Διασύνδεσης	ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ										ΜΗ ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ				
	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 1.6: Τιμολόγηση (€/MWh) ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από φωτοβολταϊκούς σταθμούς, σύμφωνα με το Ν.4254/2014 ([19]).

Παρά τη συνεχή μείωση της τιμής FiT τα φωτοβολταϊκά συνέχισαν να αναπτύσσονται στην Ελλάδα μέχρι και το 2013, όπως έχουμε ήδη αναφέρει. Όμως το 2014 η κατάσταση παρέμεινε σταθερή, πράγμα που οφείλεται σε μεγάλο βαθμό ότι η καθορισμένη τιμή για τα φωτοβολταϊκά συστήματα είχε πέσει αρκετά με αποτέλεσμα να φτάνει το φθινόπωρο του 2014 τα 90€/MWh για τα μεγάλα συστήματα. Οπότε, οι πελάτες έγιναν δύσπιστοι και δεν εμπιστεύονται πλέον το σύστημα FiT. Το γεγονός ότι οι νέες εγγυημένες τιμές πώλησης της παραγόμενης από φωτοβολταϊκά ενέργειας είναι πλέον χαμηλότερες από τη λιανική τιμή αγοράς της ηλεκτρικής ενέργειας ειδικώς στη χαμηλή τάση, δημιουργεί (υπό συνθήκες) την προσδοκία πως το net metering από καταναλωτές που εγκαθιστούν φωτοβολταϊκά μπορεί να αναζωπυρώσει την αγορά φωτοβολταϊκών και να επικεντρώσει το ενδιαφέρον των καταναλωτών. Από τον Νοέμβριο του 2013 αποτελεί νόμο του ελληνικού κράτους η δυνατότητα ιδιοκατανάλωσης ενέργειας παραγόμενης από φωτοβολταϊκά και συμψηφισμού της παραγωγής με την καταναλισκόμενη ενέργεια από το δημόσιο δίκτυο, ωστόσο η Υπουργική Απόφαση η οποία ορίζει τις λεπτομέρειες του προγράμματος υπογράφηκε τον Ιανουάριο του 2015.

### 1.9 Επιλέξιμες κατηγορίες πελατών

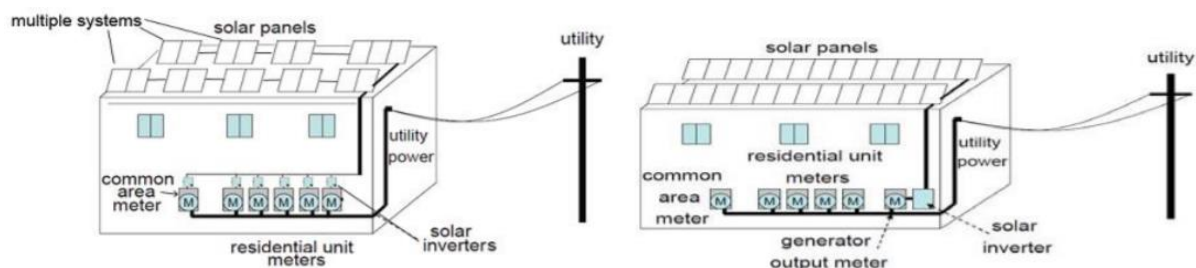
Οι καταναλωτές ηλεκτρικής ενέργειας μπορούν να ομαδοποιηθούν στις ακόλουθες γενικές κατηγορίες:

- οικιακοί
- εμπορικοί
- βιομηχανικοί

Σε ορισμένες χώρες και κάποιες πολιτείες των ΗΠΑ, το σύστημα net metering περιορίζεται σε οικιακούς ή οικιακούς και εμπορικούς πελάτες, αλλά στα περισσότερα συστήματα net metering επιτρέπονται όλες οι κατηγορίες πελατών. Ο αποκλεισμός μερικών κατηγοριών πελατών πιθανόν να πραγματοποιείται για να προστατεύει τα έσοδα των επιχειρήσεων ηλεκτρικής ενέργειας. Το μειονέκτημα αυτού είναι ότι η εγκατάσταση μεγάλων σταθμών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας θα πρέπει να περιοριστεί και κατά συνέπεια, η αύξηση της παραγωγής ενέργειας από διεσπαρμένες πηγές θα είναι μικρότερη.

## 1.10 Επέκταση του net metering

Στις ΗΠΑ εφαρμόζονται δύο εναλλακτικές μέθοδοι του net metering: το net metering της κοινότητας (community) και το εικονικό (virtual) net metering [20]. Το net metering της κοινότητας (ονομάζεται και «neighborhood net metering») επιτρέπει σε πολλούς πελάτες της επιχείρησης ηλεκτρισμού που μένουν στην ίδια ή σε γειτονική ιδιοκτησία να μοιράζονται από κοινού τα οφέλη ενός φωτοβολταϊκού. Αυτό επιτρέπει στους κατοίκους μιας πολυκατοικίας να μοιραστούν από κοινού τις πιστώσεις του net metering που παράγονται. Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να καταναλωθεί εν μέρει επί τόπου, ή όλη μπορεί να εγχυθεί πίσω στο δίκτυο μέσω του net metering. Το εικονικό net metering είναι μια ξεχωριστή ρύθμιση. Επιτρέπει στους πελάτες να λάβουν πίστωση στους λογαριασμούς τους για την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται σε μια διεσπαρμένη εγκατάσταση που δεν συνδέεται φυσικά με την ιδιοκτησία ή το μετρητή τους. Τυπικά, η εγκατάσταση απαιτείται να βρίσκεται μέσα στην ίδια γειτονιά ή σε μια ορισμένη απόσταση. Στο εικονικό net metering, η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια τροφοδοτείται όλη πίσω στο κύριο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας, αντί να καταναλωθεί επί τόπου εν μέρει ή εξ ολοκλήρου, έτσι κάποιιοι το θεωρούν ως «μηχανισμό πίστωσης λογαριασμού», παρά net metering. Οι πελάτες του virtual net metering που μοιράζονται μια πηγή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας δεν χρειάζεται να ανήκουν στην ίδια κατηγορία χρέωσης. Οι πιστώσεις διατίθενται στους συμμετέχοντες σε ένα προκαθορισμένο ποσοστό. Στα περισσότερα κτίρια κάθε ένοικος έχει ξεχωριστό μετρητή. Η ξεχωριστή μέτρηση σημαίνει ότι κάθε ενοικιαστής πληρώνει για το ακριβές ποσό της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώθηκε. Η ξεχωριστή μέτρηση κάθε ενοίκου είναι ευεργετική από την άποψη της ενεργειακής απόδοσης. Σύμφωνα με τους ισχύοντες κανόνες net metering, ένα φωτοβολταϊκό σύστημα θα πρέπει να εγκατασταθεί πίσω από κάθε μετρητή (σχήμα 1.5). Έχοντας ξεχωριστό φωτοβολταϊκό σύστημα και αντιστροφέα πίσω από κάθε μετρητή το συνολικό κόστος επένδυσης του έργου μπορεί να αποτελέσει εμπόδιο.



Σχήμα 1.6 : Κτίριο με πολλούς ενοίκους και φωτοβολταϊκά συστήματα υπό το net metering και το virtual net metering αντίστοιχα ([13]).



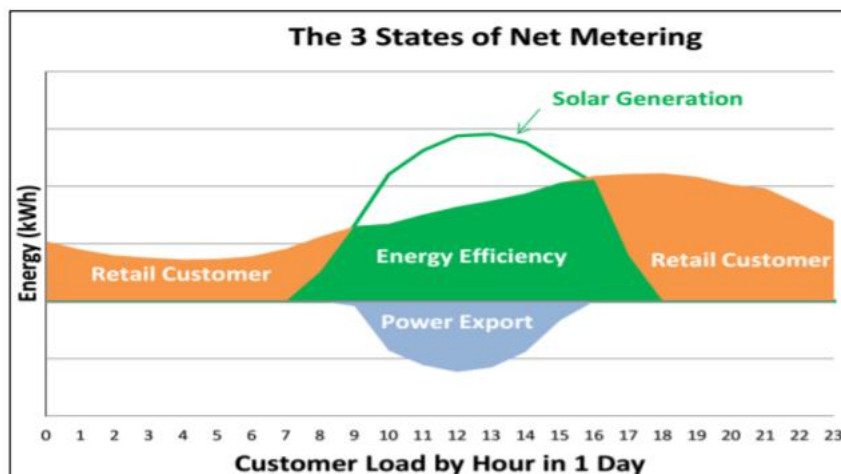
Το community και το virtual net metering είναι σημαντικά, επειδή δημιουργούν τη δυνατότητα να ξεπεραστούν ορισμένα εμπόδια για τα οποία πολλές επιχειρήσεις και οικιακοί καταναλωτές δεν διαθέτουν διεσπαρμένη παραγωγή και δεν συμμετέχουν στο net metering. Καταρχάς, το community net metering βοηθά στην κάλυψη των υψηλών αρχικών δαπανών κεφαλαίου σχετικά με την εγκατάσταση του διεσπαρμένου συστήματος παραγωγής με τον επιμερισμό του κόστους μεταξύ των πολυάριθμων πελατών. Επιπλέον, η τιμή εγκατάστασης μεγαλύτερων συστημάτων είναι μικρότερη ανά Watt, που σημαίνει ότι ομάδες πελατών μπορούν να επωφεληθούν από την οικονομία κλίμακας και να πάρουν τη διεσπαρμένη παραγωγή πιο οικονομικά. Δεύτερον, το virtual net metering ξεπερνά το πρόβλημα ιδιοκτησίας, επιτρέποντας στο πελάτη να λάβει πίστωση για την παραγωγή μιας εγκατάστασης σε μία άσχετη ιδιοκτησία. Αυτό ξεπερνά εμπόδια, όπως ιδιοκτήτες που δεν επιτρέπουν την εγκατάσταση μιας διεσπαρμένης πηγής στην ιδιοκτησία τους, ή αβεβαιότητα για πόσο καιρό ο ενοικιαστής θα παραμείνει σε μια τοποθεσία. Ο ενοικιαστής μπορεί να επενδύσει στη διεσπαρμένη παραγωγή, γνωρίζοντας ότι για όσο διάστημα θα παραμείνει εντός των γεωγραφικά επιτρεπόμενων ορίων του virtual net metering, οι πιστώσεις από την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια θα πρέπει να εφαρμόζονται στο λογαριασμό του. Τρίτον, το community και το virtual net metering επιτρέπουν σε πελάτες με μη κατάλληλη ιδιοκτησία για διεσπαρμένη παραγωγή να συμμετέχουν στο net metering. Για τα φωτοβολταϊκά συστήματα υπάρχουν αρκετοί λόγοι που μια στέγη μπορεί να μην είναι κατάλληλη. Η στέγη θα πρέπει να είναι με νότιο προσανατολισμό προκειμένου να παράγει περισσότερη ενέργεια, να μην υπάρχουν εμπόδια και να μη σκιάζεται. Ακόμη, η οροφή θα πρέπει να είναι μεγάλη: η μέση οικιακή οροφή έχει χωρητικότητα περίπου πέντε κιλοβάτ φωτοβολταϊκού συστήματος. Για κτίρια με πολλούς ενοικιαστές ο χώρος στη στέγη είναι ένας σημαντικός περιορισμός. Επιπλέον, το community και το virtual net metering κάνουν το net metering πιο δίκαιο. Με τη μείωση του κόστους κεφαλαίου της διεσπαρμένης παραγωγής και επιτρέποντας στους κατοίκους κτιρίων με πολλαπλούς ενοικιαστές να συμμετάσχουν, το community και το virtual net metering καθιστούν δυνατή τη διεσπαρμένη παραγωγή και το net metering διαθέσιμο σε οικογένειες χαμηλού και μεσαίου εισοδήματος. Εφόσον το σύστημα net metering είναι διαθέσιμο σε ένα πολύ ευρύτερο μερίδιο της κοινωνίας, το community και το virtual net metering εξαλείφουν το επίκεντρο ότι το σύστημα net metering άδικα επιβαρύνει τους πελάτες που δεν συμμετέχουν ή σε πολλές περιπτώσεις δεν μπορούσαν να συμμετάσχουν. Ακόμη, υπάρχει και το αθροιστικό (aggregate) net metering σύμφωνα με το οποίο ένας πελάτης της επιχείρησης ηλεκτρικής ενέργειας κατέχει πολλά κτίρια που βρίσκονται σε κοντινή απόσταση το ένα με το άλλο και ένα ανανεώσιμο σύστημα στο χώρο του. Για παράδειγμα ένας δήμος με πολλά κτίρια σε μια ιδιοκτησία και ένα φωτοβολταϊκό θα ήθελε να

αθροίσει το ηλεκτρικό φορτίο αυτών των κτιρίων και να αντισταθμίσει το συνολικό φορτίο με τις πιστώσεις παραγωγής από το φωτοβολταϊκό [13].

## 1.10 Κατανόηση της λειτουργίας του net metering

### 1.10.1 Οι τρεις καταστάσεις ενός πελάτη-κάτοχου φωτοβολταϊκού

Για την κατανόηση του net metering, είναι σημαντικό να καταλάβουμε πώς ακριβώς λειτουργεί ένα σύστημα διεσπαρμένης παραγωγής που ανήκει στο πελάτη. Οπότε λαμβάνουμε την περίπτωση ενός οικιακού καταναλωτή που έχει εγκαταστήσει ένα φωτοβολταϊκό. Κατά τη διάρκεια της ημέρας ένα φωτοβολταϊκό σύστημα υπό το net metering θα λειτουργεί σε μία από τις τρεις διαφορετικές καταστάσεις, που παρατηρούμε στο σχήμα στο οποίο απεικονίζεται ένα ωριαίο πρότυπο παραγωγής και κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας ενός οικιακού καταναλωτή. Η πορτοκαλί περιοχή αντιπροσωπεύει την ενέργεια που καταναλώνεται από το πελάτη, ενώ η πράσινη καμπύλη δείχνει την ενέργεια που παράγεται από τους ηλιακούς συλλέκτες.



Σχήμα 1.7: Τυπική παραγωγή και κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για ένα μικρό καταναλωτή με φωτοβολταϊκούς συλλέκτες ([14]).

Οι τρεις διαφορετικές καταστάσεις είναι:

- Το «στάδιο του πελάτη λιανικής»: Ο ήλιος είναι κάτω και δεν υπάρχει παραγωγή από το φωτοβολταϊκό. Όλη η ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνεται, ρέει στο σπίτι από το δίκτυο. Ο πελάτης είναι ένας κανονικός πελάτης της επιχείρησης ηλεκτρισμού.

- Το «στάδιο της ενεργειακής αποδοτικότητας»: Ο ήλιος είναι ψηλά και υπάρχει κάποια παραγωγή από το φωτοβολταϊκό, αλλά όχι αρκετή για να εξυπηρετήσει το σύνολο του στιγμιαίου φορτίου του ιδιοκτήτη του σπιτιού. Εδώ ο πελάτης εξυπηρετείται τόσο με την ενέργεια από το φωτοβολταϊκό σύστημα, όσο και με την ενέργεια που ρέει από το δίκτυο. Σε αυτή την κατάσταση, η ηλιακή διεσπαρμένη παραγωγή χρησιμεύει ως μέσο για τη μείωση του φορτίου του πελάτη στο δίκτυο, ακριβώς όπως για παράδειγμα και ένα πιο αποτελεσματικό κλιματιστικό, ψυγείο ή άλλο μέτρο ενεργειακής αποδοτικότητας. Καθόλου ποσότητα ηλιακής παραγωγής δε ρέει προς το δίκτυο της επιχείρησης ηλεκτρισμού.
- Το «στάδιο της εξαγωγής ενέργειας»: Ο ήλιος είναι ψηλά και η φωτοβολταϊκή παραγωγή υπερβαίνει τη στιγμιαία κατανάλωση του πελάτη. Σε αυτή την κατάσταση, η ηλιακή ενέργεια ρέει μέσα στο σπίτι για να εξυπηρετήσει ολόκληρο το φορτίο του καταναλωτή, με την περίσσεια ενέργεια να ρέει πίσω στο δίκτυο. Η ενέργεια αυτή θα εξυπηρετήσει γειτονικά φορτία με 100% ανανεώσιμη ενέργεια, εκτοπίζοντας την ενέργεια που η επιχείρηση διαφορετικά θα έπρεπε να παράγει σε μια μακρινή μονάδα παραγωγής ενέργειας και να τη διανέμει στην εν λόγω περιοχή μέσω του συστήματος μεταφοράς και διανομής. Είναι σημαντικό να καταλάβουμε ότι η παραγωγή του πελάτη επηρεάζει το δίκτυο μόνο σε αυτήν την κατάσταση.

Σύμφωνα με το σύστημα net metering όταν διοχετεύεται ενέργεια στο δίκτυο, η επιχείρηση παρέχει στον πελάτη πιστώσεις λογαριασμού που μπορούν να συμψηφιστούν με τις εισαγωγές του από το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας. Έτσι, ο πελάτης αποζημιώνεται για τις εξαγωγές της ενέργειας με τη μορφή πιστώσεων, συνήθως στην πλήρη λιανική τιμή. Η επιχείρηση πουλάει την εξαγόμενη ενέργεια σε γειτονικά φορτία, αποφεύγοντας έτσι το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται και διανέμεται από άλλη πηγή.

## 1.11 Διερεύνηση του οφέλους και του κόστους του net metering

### A. Εξαγωγές στο δίκτυο

Αν ο πελάτης δεν εξήγαγε ενέργεια στο δίκτυο και το 100% της παραγωγής φωτοβολταϊκών είχε καταναλωθεί επί τόπου, δεν θα υπήρχε ανάγκη για net metering. Στην περίπτωση αυτή ο πελάτης απλώς θα χρησιμοποιήσει επιτόπου την παραγωγή του για να μειώσει το φορτίο του. Ο τακτικός λογαριασμός του πελάτη θα είναι χαμηλότερος, και η εξοικονόμηση πιθανώς να

αποπληρώσει το σύστημα διεσπαρμένης παραγωγής με την πάροδο του χρόνου. Επιπλέον, μόνο όταν ο πελάτης εξάγει ηλιακή ενέργεια στο δίκτυο υπάρχουν πιθανές επιπτώσεις στην ασφάλεια ή τη λειτουργία του δικτύου. Για αυτούς τους λόγους δεν απαιτείται net metering στο «στάδιο της ενεργειακής αποδοτικότητας». Το σύστημα net metering έχει επιπτώσεις μόνο στην αποζημίωση την οποία λαμβάνει ο πελάτης- παραγωγός για την εξαγωγή ηλεκτρικής ενέργειας προς το δίκτυο. Οι εξαγωγές του net metering επηρεάζουν τις δαπάνες των επιχειρήσεων ηλεκτρισμού για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας με δύο τρόπους. Καταρχήν, οι εξαγωγές του πελάτη, μειώνουν τις λιανικές τιμές των επιχειρήσεων ηλεκτρικής ενέργειας διότι ο ηλιακός πελάτης τρέχει τον αμφίδρομο μετρητή προς τα πίσω κατά την εξαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτή η πτώση των λιανικών πωλήσεων μειώνει το ανανεώσιμο πρότυπο χαρτοφυλάκιο της επιχείρησης και το ποσό των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που πρέπει να αγοράσει για την κάλυψη της ηλεκτρικής ενέργειας. Δεύτερον, οι εξαγωγές που εξυπηρετούν κοντινά φορτία είναι 100% ανανεώσιμη ενέργεια και εκτοπίζουν την ενέργεια που παράγεται από την επιχείρηση, η οποία αποτελείται από μικρότερο ποσοστό ανανεώσιμης ενέργειας, και ως εκ τούτου αυξάνεται το μερίδιο αγοράς των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο δίκτυο της επιχείρησης. Και οι δύο αυτοί παράγοντες αποτελούν οφέλη για τους καταναλωτές που δεν έχουν net metering και είναι πελάτες της επιχείρησης.

Ο αντίκτυπος των εξαγωγών είναι είτε καθαρό κόστος είτε όφελος για τους άλλους πελάτες- μη κατόχους διεσπαρμένης παραγωγής. Αυτό εξαρτάται από το σχεδιασμό της τιμής του πελάτη net metering και στην αποφυγή του οικονομικού κόστους για την επιχείρηση. Ωστόσο, οι ανησυχίες των επιχειρήσεων ηλεκτρικής ενέργειας σχετικά με τις επιπτώσεις του net metering σε καταναλωτές που δεν το χρησιμοποιούν είναι αβάσιμες. Το οικιακό net metering, κατά μέσο όρο, δε δημιουργεί μετατόπιση του κόστους στους μη συμμετέχοντες σε αυτό οικιακούς καταναλωτές και είναι οικονομικά αποδοτικό. Τα οφέλη του net metering μπορούν να αυξηθούν περαιτέρω μέσω αλλαγών στο σχεδιασμό της τιμής που θα ευθυγραμμίσουν τις λιανικές τιμές με τα κόστη υπηρεσιών της επιχείρησης ηλεκτρισμού.

## **B. Οφέλη και κόστη του net metering για τους καταναλωτές-μη χρήστες του net metering**

Στο «στάδιο της εξαγωγής ενέργειας», το net metering παρουσιάζει τόσο κόστη, όσο και οφέλη για τους πελάτες της επιχείρησης ηλεκτρισμού που δεν έχουν εγκαταστήσει φωτοβολταϊκά. Οπότε:

- Η εξοικονόμηση των λογαριασμών των πελατών-χρηστών net metering είναι ένα κόστος για τους καταναλωτές-μη χρήστες του net metering. Οι πελάτες- παραγωγοί

λαμβάνουν οφέλη με τη μορφή εξοικονόμησης στους λογαριασμούς τους. Κάθε ευρώ εξοικονόμησης στο λογαριασμό τους είναι μια άμεση μείωση στα έσοδα της επιχείρησης ηλεκτρισμού. Δεδομένου ότι οι τιμές προσαρμόζονται με την πάροδο του χρόνου έτσι ώστε οι επιχειρήσεις ηλεκτρικής ενέργειας να ικανοποιούν τις απαιτήσεις τους σχετικά με τα έσοδα τους, η μείωση αυτή των εσόδων θα απεικονιστεί άμεσα στους καταναλωτές που δεν είναι χρήστες του net metering. Οπότε, εάν η μείωση του λογαριασμού του πελάτη net metering είναι μεγαλύτερη από την εξοικονόμηση πόρων για την επιχείρηση ηλεκτρικής ενέργειας, το net metering θα δημιουργήσει μια μετατόπιση του κόστους από τους πελάτες net metering σε άλλους πελάτες, αφού οι επιχειρήσεις ηλεκτρισμού θα προσαρμόσουν τις τιμές τους για να αντισταθμίσουν το έλλειμμα.

- **Η αύξηση του κόστους λειτουργίας είναι ένα κόστος για τους καταναλωτές-μη χρήστες του net metering.** Κάθε πρόσθετη λειτουργική δαπάνη, τυχόν οριακό κόστος για τη μέτρηση και τον υπολογισμό του λογαριασμού που προκύπτει από το net metering πρέπει να καλύπτεται από την επιχείρηση ηλεκτρισμού, και ως εκ τούτου από τους καταναλωτές [17].
- **Τα αποφευγόμενα κόστη για την επιχείρηση ηλεκτρικής ενέργειας είναι ένα όφελος για τους καταναλωτές-μη χρήστες του net metering.** Η ενέργεια που παρέχεται από τους παραγωγούς net metering αντισταθμίζει την αγορά ή την παραγωγή ενέργειας και ισχύος και τη μεταφορά της στο σύστημα διανομής, καθώς και άλλα κόστη που αποφεύγονται.

### 1.13 Οφέλη του net metering

Το net metering αποτελεί ένα οικονομικό κίνητρο για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Αποτελεί μια απλή ενεργειακή πολιτική προώθησης της ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ, χωρίς να απαιτούνται επιδοτήσεις/επιχορηγήσεις. Υπάρχουν οφέλη που προκύπτουν για την επιχείρηση ηλεκτρισμού, τον πελάτη, και την κοινότητα. Κατά κανόνα ισχύουν τα πλεονεκτήματα της διεσπαρμένης παραγωγής που αναφέραμε και στο πρώτο κεφάλαιο. Για την επιχείρηση ηλεκτρισμού, μια καλοσχεδιασμένη πολιτική net metering παρέχει έναν απλό, χαμηλού κόστους, και εύκολο να χορηγηθεί τρόπο έτσι ώστε να ασχοληθεί με τα ανανεώσιμα συστήματα των πελατών. Οι επιχειρήσεις ηλεκτρισμού προμηθεύονται ηλεκτρική ενέργεια και ισχύ από μικρές διεσπαρμένες εγκαταστάσεις ανανεώσιμων κυρίως πηγών ενέργειας. Αυτή την ηλεκτρική ενέργεια δεν χρειάζεται να την παράγουν οι ίδιες ή να την αγοράσουν στην αγορά. Για τα φωτοβολταϊκά, η παραγωγή αυτή συμβαίνει κάθε μέρα του χρόνου με μια πολύ υψηλή

συσχέτιση με την αιχμή των φορτίων της επιχείρησης. Τα συστήματα διεσπαρμένης παραγωγής συχνά επηρεάζουν τα επίπεδα ισχύος στα συστήματα μεταφοράς και διανομής, είτε μειώνοντας τις απαιτήσεις ισχύος σε περιόδους που η διεσπαρμένη ενέργεια καταναλώνεται επί τόπου, είτε με την αύξηση της ισχύος στις γραμμές όταν το πλεόνασμα της ηλεκτρικής ενέργειας εξάγεται στο δίκτυο. Καθώς η διείσδυση της διεσπαρμένης παραγωγής αυξάνεται, μπορεί να υπάρχουν γραμμές διανομής που η επιχείρηση θα μπορούσε να αναβάλλει ή να εξαλείψει τις επενδύσεις κεφαλαίου στο σύστημα διανομής, αφού η διεσπαρμένη παραγωγή συμπίπτει με την αιχμή της ζήτησης στο εν λόγω σύστημα. Μια διαφορετική επίδραση που μπορεί να προκύψει είναι ότι τα μειωμένα φορτία στη γραμμή μειώνουν τη φθορά του δικτύου, με αποτέλεσμα την αναβολή της αντικατάστασης του. Η μειωμένη κατανάλωση ενέργειας από το δίκτυο της επιχείρησης και η τοποθέτηση του διεσπαρμένου συστήματος στο σημείο κατανάλωσης μειώνουν τις ενεργειακές απαιτήσεις του δικτύου, οπότε στους τοπικούς αγωγούς διανομής και τις γραμμές μεταφοράς παρατηρείται μείωση των απωλειών γραμμής. Τα ανανεώσιμα συστήματα μπορούν επίσης να ενισχύσουν το δίκτυο διανομής, ιδιαίτερα στις αγροτικές περιοχές. Αυτό συμβαίνει διότι η τάση τείνει να μειώνεται στο τέλος μεγάλων γραμμών διανομής όταν τα φορτία είναι υψηλά, και αν πέσει κάτω από ένα όριο οι διακόπτες θα ανοίξουν και θα συμβεί μια προσωρινή διακοπή ρεύματος. Συνεπώς, τα διασυνδεδεμένα ανανεώσιμα συστήματα που συνδέονται με το δίκτυο διανομής ενισχύουν την τάση και βελτιώνουν τη συνολική εξυπηρέτηση. Οι πελάτες επωφελούνται από το net metering επειδή αποκτούν μια μακροπρόθεσμη εγγύηση χαμηλών λογαριασμών και μπορούν να προσαρμόσουν το φορτίο τους σε σχέση με τη παραγωγή τους. Παρέχεται στον καταναλωτή η δυνατότητα να παράγει μόνος του φθηνή ηλεκτρική ενέργεια, και ταυτόχρονα προστατεύεται από τις συνεχόμενες αυξήσεις [18] των χρεώσεων αρκεί να καταβάλλει ένα χρηματικό ποσό για την προμήθεια και την εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών ή οποιασδήποτε άλλης ΑΠΕ. Οι κοινότητες επωφελούνται από την επένδυση στην τοπική παραγωγή, αφού αυτή η επένδυση δεν αυξάνει μόνο τις τοπικές αξίες των ακινήτων, αλλά αυξάνει επίσης τις τοπικές επιχειρηματικές ευκαιρίες.

Επιπλέον, το net metering συνδέεται και με τα ακόλουθα πλεονεκτήματα:

- Εξοικονόμηση σε ακριβή και ρυπογόνα συμβατική ενέργεια.
- Προώθηση των επενδύσεων μικρής κλίμακας, επιπλέον αξία και ανάπτυξη της αγοράς.
- Καμία υποχρέωση άμεσης καταβολής από τον φορέα διαχείρισης του δικτύου. Δεν υπάρχει χρηματική δΟΣΟΛΗΨΙΑ με τη πολιτεία, αφού η παραγόμενη ενέργεια δεν πωλείται έναντι χρηματικού ανταλλάγματος. Συνεπώς δεν υπάρχουν έσοδα που μπορεί να φορολογηθούν, ούτε κάποια τιμή πώλησης η οποία μπορεί να μειωθεί.

- Εξοικονόμηση στο κόστος της διαχείρισης παροχής ενέργειας.
- Ενίσχυση της ασφάλειας και της αξιοπιστίας του ηλεκτρικού δικτύου.
- Αύξηση της ενεργειακής ανεξαρτησίας

#### 1.14 Αρνητικά στοιχεία σχετικά με το net metering

Υπάρχουν επίσης κάποιες παρανοήσεις σχετικά με το net metering, όπως το ότι μειώνει τα έσοδα των επιχειρήσεων ηλεκτρισμού. Το επιχείρημα αυτό είναι παρόμοιο με εκείνο εναντίον της ενεργειακής απόδοσης όπου οι πελάτες μειώνουν την αγορά ηλεκτρικής ενέργειας βλέποντας τα έσοδα των επιχειρήσεων ηλεκτρισμού. Αυτό θα ίσχυε αν όλα τα νοικοκυριά αγόραζαν ένα φωτοβολταϊκό σύστημα και το έβαζαν στην οροφή τους. Παρόλα αυτά, κάθε πολιτική net metering πρέπει να λαμβάνει τακτική επανεξέταση για την παρακολούθηση της προόδου της τεχνολογίας και της ανάπτυξης της αγοράς.

Μια άλλη παρανόηση είναι ότι το net metering αντιπροσωπεύει μια επιβάρυνση για τις μικρές επιχειρήσεις. Στην πραγματικότητα ισχύει το αντίθετο, επειδή το net metering είναι πολύ απλό στη διαχείριση και δεν απαιτεί ειδικό εξοπλισμό. Το μόνο που απαιτείται είναι η επιχείρηση να προσθέσει μια γραμμή στο καθολικό δίκτυο για κάθε πελάτη του net metering, έτσι ώστε να μεταφέρει τις πιστώσεις μέχρι το τέλος του έτους.

Οι ανησυχίες των επιχειρήσεων ηλεκτρικής ενέργειας για το net metering είναι οι εξής:

- Οι πολιτικές του net metering υποχρεώνουν τις εταιρείες ηλεκτρικής ενέργειας να πληρώνουν (μέσω πιστώσεων) στους καταναλωτές τη λιανική τιμή για χονδρική πώληση της ενέργειας. Η λιανική τιμή της επιχείρησης δεν περιλαμβάνει μόνο το οριακό κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά επίσης και δαπάνες των επιχειρήσεων για τη μεταφορά, διανομή, παραγωγή ισχύος, καθώς και άλλες υπηρεσίες που δεν παρέχονται από το πελάτη-παραγωγό [18].
- Οι εταιρείες ηλεκτρικής ενέργειας υποχρεώνονται να πληρώνουν υψηλό κόστος για ενέργεια χαμηλής αξίας. Η ενέργεια από αιολικά και φωτοβολταϊκά συστήματα είναι διακοπτόμενη, δεν μπορεί να προγραμματιστεί ή να αποσταλεί με αξιοπιστία για να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις του συστήματος του δικτύου της επιχείρησης.
- Επιτρέπει στους πελάτες net metering να υπο-πληρώνουν το πάγιο κόστος. Μια επιχείρηση ηλεκτρικής ενέργειας πρέπει να έχει επαρκείς εγκαταστάσεις για να ανταποκριθεί στην απαίτηση της αιχμής του καταναλωτή και να ανακτήσει το κόστος αυτών

των εγκαταστάσεων μέσω της χρέωσης των kWh. Όταν ο αμφίδρομος μετρητής κυλά προς τα πίσω, αυτό υποβαθμίζει τη συνολική ενέργεια που χρησιμοποιείται από τον καταναλωτή, και υποβαθμίζει έτσι και τις επιπτώσεις στους καταναλωτές σχετικά με το πάγιο κόστος του συστήματος. Αυτό επίσης υποβαθμίζει το συνολικό μερίδιο των άλλων σταθερών επιβαρύνσεων των πελατών που βαρύνουν όλους τους καταναλωτές, όπως οι φόροι, το κόστος μεταφοράς, και χρεώσεις δημόσιων παροχών.

- Οι καταναλωτές μπορούν να πάρουν ενέργεια από το δίκτυο κατά τις ώρες αιχμής, όταν κοστίζει στις επιχειρήσεις ηλεκτρικής ενέργειας περισσότερο για να την παρέχουν, και στη συνέχεια γυρνούν οι αμφίδρομοι μετρητές τους προς τα πίσω από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε ώρες μη αιχμής, όταν η επιχείρηση ηλεκτρικής ενέργειας έχει μικρή ανάγκη για ηλεκτρική ενέργεια.

Τα μειονεκτήματα του net metering που αφορούν την επιχείρηση ηλεκτρικής ενέργειας:

- Πιστώσεις στους λογαριασμούς των καταναλωτών.
- Δαπάνες για τη διαχείριση του προγράμματος: Μπορεί να περιλαμβάνει το κόστος για το προσωπικό της επιχείρησης, την επεξεργασία των κινήτρων, τη διεξαγωγή μηχανικών αξιολογήσεων για τις διασυνδέσεις, την επιθεώρηση των συστημάτων των πελατών, και άλλες δαπάνες που σχετίζονται με το πρόγραμμα, όπως επίσης και το κόστος για τους λογαριασμούς net metering.
- Επιπτώσεις διασταυρούμενων επιδοτήσεων.
- Τιμολόγια που δεν ανταποκρίνονται στα πάγια έξοδα. Η απώλεια εσόδων για τις επιχειρήσεις ηλεκτρικής ενέργειας θα μπορούσε να τις ωθήσει σε αύξηση των τιμών τους. Ενώ, για τους πελάτες-παραγωγούς υπάρχουν τα εξής μειονεκτήματα:
- Η αποζημίωση θεωρείται πολύ χαμηλή για τα φωτοβολταϊκά (και άλλες ΑΠΕ), χωρίς περαιτέρω κίνητρα.
- Είναι κερδοφόρο για τους παραγωγούς μόνο εάν η κατανάλωση τους δεν είναι σημαντικά χαμηλότερη από την παραγωγή (για την περίπτωση που το πλεόνασμα που προκύπτει στο τέλος του κύκλου συμψηφισμού δεν αποζημιώνεται).



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### Εφαρμογή του net metering στην Ελλάδα

#### 2.1 Εισαγωγή

Το net metering εισήχθη στην Ελλάδα για πρώτη φορά με το Νόμο 4203 (ΦΕΚ 235Α/1-11- 2013) το Νοέμβριο του 2013. Σύμφωνα με το σύστημα αυτό, οι αυτοπαραγωγοί μπορούσαν να εγκαταστήσουν φωτοβολταϊκά συστήματα και μικρές ανεμογεννήτριες στις εγκαταστάσεις τους και το ποσό της ενέργειας που παράγεται να συμψηφίζεται έναντι της ενέργειας που καταναλώνεται από το δίκτυο, αλλά πιθανή περίσσεια ενέργειας σε κάθε περίοδο χρέωσης δεν αποζημιώνεται ούτε μεταφέρεται στην επόμενη περίοδο χρέωσης. Οι ρυθμίσεις αυτές τροποποιήθηκαν με το Νόμο 4254/2014 (ΦΕΚ 85Α/7-4-2014). Η ΡΑΕ (Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας) έθεσε σε δημόσια διαβούλευση μια συγκεκριμένη πρόταση από το ΔΕΔΔΗΕ (Διαχειριστή Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ενέργειας), που θα θεωρείται ως η κύρια πολιτική, μέχρι το τέλος του Αύγουστου του 2014. Τελικά, η αρχική νομοθεσία τροποποιήθηκε όσον αφορά το τυχόν πλεόνασμα ενέργειας. Με τον καινούριο νόμο εάν υπάρξει πλεόνασμα ενέργειας σε μια περίοδο χρέωσης ο πελάτης-παραγωγός δεν αποζημιώνεται για αυτό, όμως η περίσσεια ενέργεια μεταφέρεται στην επόμενη περίοδο χρέωσης. Ωστόσο, ο νόμος αυτός παρέμεινε ουσιαστικά ανενεργός (από τον Οκτώβριο του 2014), καθώς απαιτούνταν υπουργικές αποφάσεις σχετικά με τις ακριβείς διατάξεις για το net metering, που δεν είχαν ακόμη εκδοθεί.

Στις 30-12-2014 υπογράφηκε μια νέα υπουργική απόφαση (ΑΠΕΗΛ/Α/Φ1/οικ.24461 ΦΕΚ Β' 3583), οπότε από τον Ιανουάριο του 2015 το net metering είναι πλέον εφαρμόσιμο στην Ελλάδα και από 8-5-2015 ξεκίνησε η διαδικασία κατάθεσης αιτήσεων στο ΔΕΔΔΗΕ για καταναλωτές χαμηλής τάσης. Η θέσπιση αυτού του νόμου πραγματοποιήθηκε έτσι ώστε να επικεντρώσει ξανά το ενδιαφέρον των καταναλωτών στα φωτοβολταϊκά και να αναπτερωθεί η αγορά μετά τη στάσιμη κατάσταση του 2014. Έτσι, καταρτίζεται ειδικό πρόγραμμα εγκατάστασης φωτοβολταϊκών συστημάτων από αυτοπαραγωγούς για την κάλυψη ιδίων αναγκών τους, με εφαρμογή ενεργειακού συμψηφισμού ο οποίος διενεργείται σε ετήσια βάση. Τυχόν πλεόνασμα ενέργειας στο τέλος του έτους δεν αποζημιώνεται, ούτε μεταφέρεται στο επόμενο έτος.

Το γεγονός ότι οι αυτοπαραγωγοί χρησιμοποιούν την παραγόμενη στις εγκαταστάσεις τους ενέργεια για την κάλυψη των ιδίων αναγκών κατανάλωσης συνεπάγεται την ηλεκτρική σύνδεση των εγκαταστάσεων παραγωγής και κατανάλωσης και μάλιστα σε σημείο εντός της εσωτερικής ηλεκτρικής εγκατάστασης. Η παράλληλη λειτουργία των συστημάτων αυτοπαραγωγής με το

δίκτυο υλοποιείται μέσω της υφιστάμενης σύνδεσης με το δίκτυο, δηλαδή μέσω της προϋπάρχουσας παροχής της εγκατάστασης κατανάλωσης.

Στο κεφάλαιο αυτό θα αναλυθούν τα διάφορα χαρακτηριστικά του ελληνικού ενεργειακού συμφητισμού, οι περιορισμοί που επιβάλλονται, ο τρόπος με τον οποίο γίνονται οι διάφορες χρεώσεις, και γενικά η νομοθεσία που θα εφαρμοστεί.

## 2.2 Επιτρεπόμενο μέγεθος φωτοβολταϊκού συστήματος

Ο ενεργειακός συμφητισμός εφαρμόζεται σε όλη την Ελλάδα ως εξής :

Στο **Διασυνδεδεμένο Σύστημα** (ηπειρωτική χώρα και διασυνδεδεμένα με αυτήν νησιά):

α) Η ισχύς κάθε φ/Β συστήματος μπορεί να ανέρχεται μέχρι τα 20kWp ή μέχρι το 50% της συμφωνημένης ισχύος της εγκατάστασης κατανάλωσης (σε kVA), εφόσον το τελευταίο μέγεθος υπερβαίνει τα 20kW. Σε κάθε περίπτωση το γενικό όριο σύνδεσης ισχύος παραγωγής στο δίκτυο χαμηλής τάσης είναι τα 100kWp. Ενώ, η μέγιστη αποδεκτή ισχύς μονοφασικών συστημάτων παραγωγής ανέρχεται σε 5kWp, επομένως σε εγκαταστάσεις κατανάλωσης με μονοφασική σύνδεση η ισχύς του φ/Β συστήματος περιορίζεται σε 5kWp.

β) Ειδικά για νομικά πρόσωπα, δημοσίου ή ιδιωτικού δικαίου, που επιδιώκουν κοινωφελείς ή άλλου δημόσιου συμφέροντος σκοπούς, η ισχύς κάθε φωτοβολταϊκού συστήματος μπορεί να ανέρχεται έως και το 100% της συμφωνημένης ισχύος κατανάλωσης. Και σε αυτήν την περίπτωση το γενικό όριο σύνδεσης ισχύος παραγωγής στο δίκτυο χαμηλής τάσης περιορίζεται στα 100kWp.

γ) Σε κάθε περίπτωση η μέγιστη ισχύς ενός φ/Β συστήματος που θα εγκατασταθεί δεν μπορεί να υπερβαίνει το όριο των 500kWp. Ειδικώς στην Πελοπόννησο και στο τμήμα της Εύβοιας νοτίως του Αλιβερίου, καθώς και στα νησιά Άνδρο και Τήνο, η μέγιστη ισχύς φ/Β συστήματος περιορίζεται στα 20kWp.

Στα **Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά** :


α) Στα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά, η ισχύς των φ/Β συστημάτων μπορεί να ανέρχεται μέχρι τα 10kWp και ειδικά στην Κρήτη μέχρι τα 20kWp, ή μέχρι το 50% της συμφωνημένης ισχύος της

εγκατάστασης κατανάλωσης (σε kVA), εφόσον το τελευταίο μέγεθος υπερβαίνει τα 10kWp ή για την Κρήτη τα 20kWp.

β) Ειδικά για νομικά πρόσωπα, δημοσίου ή ιδιωτικού δικαίου, που επιδιώκουν κοινωφελείς ή άλλου δημοσίου συμφέροντος σκοπούς, η ισχύς κάθε φωτοβολταϊκού συστήματος μπορεί να ανέρχεται έως και το 100% της συμφωνημένης ισχύος κατανάλωσης.

γ) Σε κάθε περίπτωση η μέγιστη ισχύς ενός φ/β συστήματος που θα εγκατασταθεί στα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά δε μπορεί να υπερβαίνει το όριο των 500kWp για την Κρήτη και των 20kWp για τα λοιπά Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά.

<b>Διασυνδεδεμένο Σύστημα</b>				
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 2.1: Μέγιστη επιτρεπτή ισχύς φωτοβολταϊκών συστημάτων Διασυνδεδεμένων Νήσων ([16])

Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά						
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	
			Κρήτη	Λοιπά ΜΔΝ	Κρήτη	Λοιπά ΜΔΝ
Χαμηλή τάση	03	8	5	5	5	5
	05	12	5	5	5	5
	1	15	15	10	15	15
	2	25	20	12,5	25	25
	3	35	20	17,5	35	35
	4	55	27,5	20	55	55
	5	85	42,5	20	85	85
	6	135	50	20	100	100
7	250	50	20	100	100	
Μέση τάση	-	-	50	20	100%*ΣΙ και μέχρι 300 kWp	100

Μονοφασική παροχή

Πίνακας 2.2: Μέγιστη επιτρεπτή ισχύς φωτοβολταϊκών συστημάτων Μη Διασυνδεδεμένων Νήσων ([16])

### 2.3 Δικαιούχοι ενεργειακού συμψηφισμού

Φυσικά πρόσωπα, νομικά πρόσωπα δημοσίου και ιδιωτικού δικαίου, τα οποία είτε έχουν στην κυριότητά τους το χώρο στον οποίο θα εγκατασταθεί το φ/β σύστημα, είτε έχουν την νόμιμη χρήση αυτού και έχουν διασφαλίσει την έγγραφη συναίνεση του ιδιοκτήτη του χώρου, μπορούν να εγκαταστήσουν φωτοβολταϊκά.

Για την περίπτωση φ/β συστήματος σε κοινόχρηστο ή κοινόκτητο χώρο κτιρίου, επιτρέπεται μη εγκατάσταση ενός ή περισσότερων φ/β συστημάτων, εκ των οποίων το καθένα θα αντιστοιχισθεί σε ένα μόνο μετρητή κατανάλωσης. Δικαίωμα εγκατάστασης στην περίπτωση αυτή έχουν οι κύριοι των οριζόντιων ιδιοκτησιών ή οι έχοντες τη νόμιμη χρήση αυτών μετά από παραχώρηση της χρήσης του κοινόχρηστου ή κοινόκτητου χώρου ή μέρους αυτού από τους υπόλοιπους συνιδιοκτήτες. Για σύνδεση στην παροχή των κοινοχρήστων, οι κύριοι των

οριζόντιων ιδιοκτησιών εκπροσωπούνται από το διαχειριστή. Αναγκαία προϋπόθεση είναι να υπάρχει η σύμφωνη γνώμη όλων των συνιδιοκτητών του κτιρίου.

Το πρόγραμμα αφορά σε σταθερά φωτοβολταϊκά συστήματα τα οποία εγκαθίστανται στον ίδιο ή όμορο χώρο με τις εγκαταστάσεις κατανάλωσης τις οποίες τροφοδοτούν και οι οποίες συνδέονται στο δίκτυο. Τα φωτοβολταϊκά μπορεί να εγκαθίστανται επί κτιρίων ή επί εδάφους, ή άλλων κατασκευών, περιλαμβανομένων και αυτών του πρωτογενούς τομέα.

## 2.4 Βασικοί όροι εγκατάστασης Φ/Β Συς/των με ενεργειακό συμψηφισμό

Οι βασικοί όροι και προϋποθέσεις για την εγκατάσταση φ/β συστημάτων αυτοπαραγωγής με ενεργειακό συμψηφισμό, έχουν ως ακολούθως:

- ✓ Η ύπαρξη ενεργού μόνιμης παροχής ρεύματος στο όνομα του αυτοπαραγωγού μέσω της οποίας τροφοδοτείται η εγκατάσταση κατανάλωσής του.
- ✓ Το φ/β σύστημα αντιστοιχίζεται αποκλειστικά με ένα μετρητή κατανάλωσης, δηλαδή με τον μετρητή της εγκατάστασης κατανάλωσης την οποία τροφοδοτεί. Δεν υπάρχει περιορισμός στον αριθμό συστημάτων που μπορούν να εγκατασταθούν από το ίδιο πρόσωπο, αρκεί τα φ/β να αντιστοιχούν σε διαφορετικές εγκαταστάσεις κατανάλωσης, δηλαδή σε διαφορετικούς αριθμούς παροχής και μετρητές κατανάλωσης.
- ✓ Το φ/β σύστημα εγκαθίσταται στον ίδιο ή όμορο χώρο με την εγκατάσταση κατανάλωσης προς την οποία αντιστοιχεί (δεν είναι επιτρεπτός ο συμψηφισμός με καταναλώσεις του ιδίου προσώπου σε άλλες θέσεις εγκατάστασης).
- ✓ Ο ενδιαφερόμενος έχει τη νόμιμη χρήση του χώρου εγκατάστασης του συστήματος.
- ✓ Ο ενδιαφερόμενος έχει εξοφλήσει πλήρως τους λογαριασμούς ηλεκτρικής ενέργειας του οικείου Προμηθευτή (ή έχει ενταχθεί σε καθεστώς ρύθμισης οφειλών).

## 2.5 Βασική παράμετρος διαστασιολόγησης ενός ΦΒ

Προκειμένου η επένδυση να είναι οικονομικά βιώσιμη για τον αυτοπαραγωγό, οφείλεται να λαμβάνεται υπόψη η ετήσια κατανάλωση της εγκατάστασης στην οποία θα συνδεθεί το φ/β. Δεδομένου ότι ο ενεργειακός συμψηφισμός διενεργείται σε ετήσια βάση και τυχόν πλεόνασμα ενέργειας μετά τον ετήσιο συμψηφισμό δεν αποζημιώνεται, η ετήσια παραγόμενη από το φ/β σύστημα ενέργεια δεν θα πρέπει να υπερβαίνει την συνολική ετήσια κατανάλωση. Η παραγωγή των φ/β συστημάτων λαμβάνει τιμές στο διάστημα 1200- 1600kWh/kWp/έτος. Επομένως, η

ισχύς του συστήματος θα πρέπει να επιλέγεται με γνώμονα τις ετήσιες ενεργειακές ανάγκες του καταναλωτή-παραγωγού.

## 2.6 Διαδικασία σύνδεσης στο δίκτυο ΧΤ

Καταρχάς, ο ενδιαφερόμενος υποβάλλει αίτηση σύνδεσης στην τοπική μονάδα δικτύου (Περιοχή) με την προϋπόθεση ότι έχει ήδη ενεργό παροχή χαμηλής τάσης στο όνομα του, είναι νόμιμος χρήστης τόσο του ακινήτου της εγκατάστασης κατανάλωσης όσο και του χώρου εγκατάστασης του φ/β και έχει επιλέξει τον εξοπλισμό. Ο ΔΕΔΔΗΕ αφού εξετάσει το αίτημα του, θα του απαντήσει σε ένα μήνα διατυπώνοντας εγγράφως την Προσφορά Σύνδεσης προς τον ενδιαφερόμενο, που περιλαμβάνει την περιγραφή και τη δαπάνη των έργων σύνδεσης και ισχύει για 3 μήνες από την ημερομηνία έκδοσής της. Για τα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά, η Προσφορά Σύνδεσης θα χορηγείται εφόσον υπάρχει διαθέσιμο περιθώριο φωτοβολταϊκής ισχύος στο συγκεκριμένο ηλεκτρικό σύστημα.

Στη συνέχεια ο ενδιαφερόμενος θα υποβάλλει αίτηση κατάρτισης της Σύμβασης Σύνδεσης στην Περιοχή, όπου θα αποδέχεται την Προσφορά Σύνδεσης και θα επισυνάπτει τα νομιμοποιητικά έγγραφα. Για να υπογραφεί η Σύμβαση, ο ενδιαφερόμενος πρέπει να προσκομίσει αποδεικτικό πληρωμής του συμβατικού κόστους. Αυτή η διαδικασία πραγματοποιείται εντός 15 ημερών από την ημερομηνία παραλαβής του αιτήματος. Ο ΔΕΔΔΗΕ κατασκευάζει τα έργα σύνδεσης σε ένα μήνα από την υπογραφή της Σύμβασης Σύνδεσης, εφόσον δεν απαιτούνται νέα έργα δικτύου εκτός της εγκατάστασης μετρητών. Ακολουθεί η υποβολή αίτησης κατάρτισης της Σύμβασης Συμψηφισμού προς τον προμηθευτή ηλεκτρικής ενέργειας που εκπροσωπεί το μετρητή κατανάλωσης με τον οποίο θα γίνεται ο ενεργειακός συμψηφισμός. Η Σύμβαση Συμψηφισμού υπογράφεται μέσα σε 15 ημέρες από την παραλαβή του αιτήματος και η έναρξη ισχύος της είναι η ημερομηνία ενεργοποίησης της σύνδεσης του φ/β συστήματος.

Τέλος, η εγκατάσταση πρέπει να είναι έτοιμη και να έχουν ολοκληρωθεί τα έργα σύνδεσης για να υποβάλλει αίτηση ενεργοποίησης της σύνδεσης στην Περιοχή. Ο ΔΕΔΔΗΕ ειδοποιεί τον ενδιαφερόμενο για το πότε θα ελεγχθεί η εγκατάσταση του. Αφού πραγματοποιηθεί επιτυχώς ο έλεγχος, θα ενεργοποιηθεί η σύνδεση του φ/β συστήματος με την προϋπόθεση ότι ο ενδιαφερόμενος υπέβαλλε αίτηση με την οποία δηλώνει ότι η εγκατάσταση του είναι έτοιμη και έχουν ολοκληρωθεί οι εργασίες που απαιτούνται από πλευράς ΔΕΔΔΗΕ (αντικατάσταση υφιστάμενου μετρητή, κατασκευή τυχόν έργου σύνδεσης και διεξαγωγή των απαιτούμενων ελέγχων της εγκατάστασης παραγωγής για την ασφαλή σύνδεση στο δίκτυο).

## 2.7 Κόστος σύνδεσης ΦΒ συστήματος αυτοπαραγωγής με το δίκτυο ΧΤ

Για φ/Β συστήματα μέχρι 55kWp, η σύνδεση κοστίζει στον παραγωγό 300€ εάν δεν αντικατασταθεί ο υπάρχων μετρητής κατανάλωσης, αλλιώς η σύνδεση θα κοστίσει 370€ για μονοφασικές παροχές ή 390€ για τριφασικές. Για ισχύ φ/Β συστήματος άνω των 55kWp και μέχρι 100kWp, η σύνδεση θα κοστίσει 450€. Στα κόστη αυτά περιλαμβάνεται και το κόστος ελέγχου του μετρητή παραγωγής και των μετασχηματιστών έντασης όπου απαιτούνται. Τα κόστη ισχύουν υπό την προϋπόθεση ότι δεν απαιτούνται έργα δικτύου για τη σύνδεση.

## 2.8 Διάρκεια της Σύμβασης Συμψηφισμού

Σύμβαση Συμψηφισμού που υπογράφει ο προμηθευτής με τον αυτοπαραγωγό ισχύει για 25 έτη, με έναρξη ισχύος την ημερομηνία ενεργοποίησης της σύνδεσης του φ/Β συστήματος. Σε περίπτωση αλλαγής προμηθευτή μετά την ενεργοποίηση του φ/Β, η Σύμβαση Συμψηφισμού με τον προηγούμενο προμηθευτή λήγει αυτοδικαίως και συνάπτεται νέα Σύμβαση Συμψηφισμού μεταξύ αυτοπαραγωγού και νέου προμηθευτή για το υπόλοιπο διάστημα εκ των 25 ετών. Επίσης νέα σύμβαση για το υπολειπόμενο χρονικό διάστημα συνάπτεται και σε περίπτωση μεταβολής του συμβεβλημένου χρήστη της εγκατάστασης κατανάλωσης.

Η μετάβαση λειτουργούντων συστημάτων που εγκαταστάθηκαν στο πλαίσιο του Ειδικού Προγράμματος Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων επί κτιριακών εγκαταστάσεων (ΦΕΚ Β'1079/2009) στο καθεστώς αυτοπαραγωγής με ενεργειακό συμψηφισμό επιτρέπεται για το υπόλοιπο χρονικό διάστημα έναντι της 25ετίας. Για την μετάβαση απαιτείται η υποβολή σχετικού αιτήματος, η σύναψη νέας Σύμβασης Σύνδεσης και η σύναψη νέας Σύμβασης Συμψηφισμού με τον προμηθευτή. Οι δαπάνες μετάβασης βαρύνουν τον ενδιαφερόμενο. Δεν επιτρέπεται η συνύπαρξη στον ίδιο χώρο συστημάτων του Ειδικού Προγράμματος στεγών και συστημάτων αυτοπαραγωγής με ενεργειακό συμψηφισμό, με αναφορά στον ίδιο μετρητή κατανάλωσης.

## 2.9 Απαιτήσεις σύνδεσης ΦΒ με το δίκτυο και εγκατάσταση μετρητών

Η σύνδεση των φ/Β συστημάτων αυτοπαραγωγής με ενεργειακό συμψηφισμό πραγματοποιείται με χρήση της υφιστάμενης παροχής μέσω της οποίας συνδέεται η εγκατάσταση κατανάλωσης. Εάν η εγκατάσταση φ/Β συνδυάζεται με αυξημένη ισχύ καταναλώσεων που υπερβαίνει την ικανότητα της υφιστάμενης παροχής, πριν υποβληθεί αίτημα για ενεργειακό συμψηφισμό απαιτείται η επαύξηση της παροχής. Σε υφιστάμενες μονοφασικές παροχές ΧΤ, η ισχύς του φ/Β

συστήματος δεν μπορεί να υπερβαίνει τα 5kW. Για μεγαλύτερη ισχύ φ/Β συστήματος απαιτείται προηγούμενη επαύξηση της παροχής με μετατροπή της σε τριφασική.

Οι προεπιλεγμένες τιμές ρυθμίσεων των προστασιών ορίων τάσεως και συχνότητας στην έξοδο του αντιστροφέα θα πρέπει να είναι για την τάση από +15% έως -20% επί της ονομαστικής (230V) και για τη συχνότητα  $\pm 0,5\text{Hz}$  της ονομαστικής (50Hz) για την ηπειρωτική χώρα και τα διασυνδεδεμένα νησιά, ενώ -2,5Hz έως και +1,5Hz για τα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά. Σε περίπτωση υπέρβασης των παραπάνω ορίων, ο αντιστροφέας θα τίθεται εκτός (αυτόματη απόζευξη) με τις εξής χρονικές ρυθμίσεις: θέση εκτός του αντιστροφέα σε 0,5sec και επανάζευξη του αντιστροφέα μετά από 3min. Η Ολική Αρμονική Παραμόρφωση (THD) του ρεύματος των αντιστροφέων δεν θα πρέπει να υπερβαίνει το 5% και εάν οι αντιστροφείς δεν διαθέτουν μετασχηματιστή απομόνωσης, η έγχυση συνεχούς ρεύματος θα περιορίζεται στο 0,5% του ονομαστικού. Επίσης, είναι υποχρεωτική η προστασία έναντι του φαινομένου της νησιδοποίησης, η μέθοδος που θα ακολουθείται θα είναι σύμφωνη με το πρότυπο VDE 0126 ή με άλλη ισοδύναμη διεθνώς αναγνωρισμένη ενεργητική ή παθητική μέθοδο προστασίας. Ο αποδεκτός χρόνος λειτουργίας της προστασίας έναντι νησιδοποίησης είναι τα 5sec.

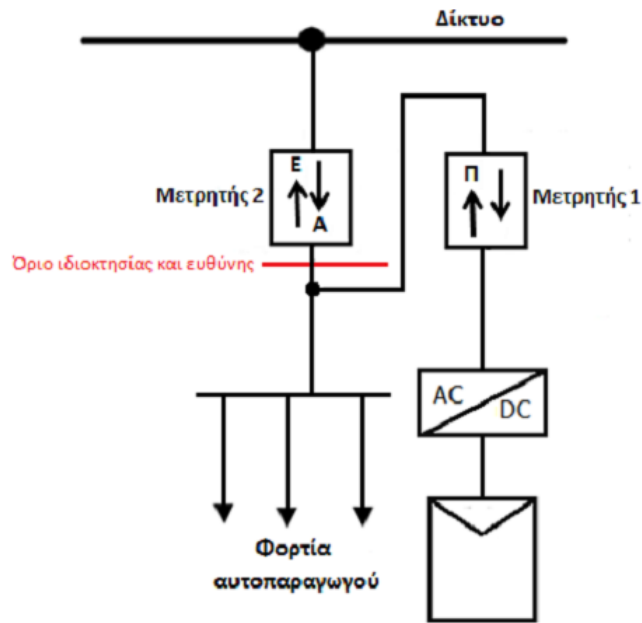
Για την εφαρμογή του ενεργειακού συμψηφισμού απαιτείται η καταγραφή τόσο της εισερχόμενης από το δίκτυο ενέργειας όσο και της εξερχόμενης στο δίκτυο ενέργειας. Ο ήδη υπάρχων μετρητής της εγκατάστασης κατανάλωσης αντικαθίσταται με νέο μετρητή διπλής κατεύθυνσης-καταγραφής, εφόσον δεν είχε ήδη τη δυνατότητα αυτή. Ακόμη χρειάζεται ο αυτοπαραγωγός να εγκαταστήσει και δεύτερο μετρητή για τη μέτρηση της παραγόμενης από το φ/Β ενέργειας.

Το φ/Β σύστημα δε συνδέεται στο γενικό πίνακα ΧΤ της εγκατάστασης αλλά σε σημείο στα ανάντη αυτού, ώστε η τροφοδότηση του γενικού πίνακα κατανάλωσης να γίνεται κατά την ίδια φορά από το δίκτυο και από το φ/Β σύστημα.

Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται οι δύο μετρητές που εγκαθίστανται. Ο μετρητής 2 εγκαθίσταται στη θέση του υφιστάμενου μετρητή της εγκατάστασης κατανάλωσης από το ΔΕΔΔΗΕ και ανήκει στα πάγια του δικτύου. Τα όρια διαχωρισμού ιδιοκτησίας κι ευθύνης μεταξύ δικτύου και εγκατάστασης αυτοπαραγωγού είναι οι ακροδέκτες προς την πλευρά του αυτοπαραγωγού του μετρητή 2 (ή των μετασχηματιστών εντάσεως στις περιπτώσεις παροχών μέσω μετασχηματιστών εντάσεως). Ο μετρητής 1 εγκαθίσταται από τον αυτοπαραγωγό με δικά του έξοδα και χρειάζεται να πιστοποιηθεί από το ΔΕΔΔΗΕ προ της τοποθέτησής του. Κατά την ενεργοποίηση της σύνδεσης



ο ΔΕΔΔΗΕ ελέγχει και ρυθμίζει και τους δύο μετρητές και τους σφραγίζει. Ο μετρητής 1 αποτελεί μέρος της εσωτερικής εγκατάστασης και πάγιο του αυτοπαραγωγού. Ο αυτοπαραγωγός μεριμνά και για την τοποθέτηση διάταξης ασφαλούς απομόνωσης σε θέση μετά το μετρητή παραγωγής και προ του σημείου σύνδεσης του φ/β συστήματος με την εγκατάσταση κατανάλωσης.



Σχήμα 2.1: Σύστημα ενεργειακού συμψηφισμού στην Ελλάδα ([16]).

## 2.10 Καταμέτρηση. Εφαρμογή ενεργειακού συμψηφισμού και χρέωση

Η καταμέτρηση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας του φ/β συστήματος, καθώς και της εισερχόμενης και εξερχόμενης από και προς το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται ταυτόχρονα από το ΔΕΔΔΗΕ, κατά τον υφιστάμενο κύκλο καταμέτρησης που διέπει την εγκατάσταση κατανάλωσης του αυτοπαραγωγού.

Ο ενεργειακός συμψηφισμός διενεργείται από τον προμηθευτή που εκπροσωπεί την εγκατάσταση κατανάλωσης, με βάση τα πραγματικά δεδομένα καταμέτρησης που παρέχει ο διαχειριστής του δικτύου. Επομένως ο ενεργειακός συμψηφισμός διενεργείται σε κάθε εκκαθαριστικό λογαριασμό που εκδίδει ο προμηθευτής, με τελική εκκαθάριση στον τελευταίο εκκαθαριστικό λογαριασμό του ετήσιου κύκλου. Ο προμηθευτής είναι υπεύθυνος για τον υπολογισμό των χρεώσεων της ηλεκτρικής ενέργειας σε κάθε εκκαθαριστικό λογαριασμό κατανάλωσης ως ακολούθως:

A) Οι ανταγωνιστικές χρεώσεις επιβάλλονται επί της ηλεκτρικής ενέργειας που προκύπτει από την διαφορά της εγχυθείσας (E) στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας (εξερχόμενη ενέργεια) από την απορροφηθείσα (A) από το δίκτυο ενέργεια (εισερχόμενη ενέργεια). Εάν η διαφορά είναι μηδενική ή αρνητική, δεν προκύπτει χρεωστέα ενέργεια και η εν λόγω διαφορά πιστώνεται στον επόμενο εκκαθαριστικό λογαριασμό, ως πρόσθετη εξερχόμενη ενέργεια.

B) Οι ρυθμιζόμενες χρεώσεις υπολογίζονται ως ακολούθως:

- Η χρέωση για το ΕΤΜΕΑΡ (Ειδικό Τέλος Μείωσης Αερίων Εκπομπών) υπολογίζεται βάσει της απορροφώμενης ενέργειας (A), επί την αντίστοιχη μοναδιαία χρέωση.
- Το μεταβλητό σκέλος της Χρέωσης Χρήσης Συστήματος και της Χρέωσης Χρήσης Δικτύου (χρέωση ενέργειας), καθώς και λοιπών ρυθμιζόμενων χρεώσεων υπολογίζεται βάσει της απορροφώμενης ενέργειας (A), επί την αντίστοιχη μοναδιαία χρέωση.
- Η χρέωση για ΥΚΩ (Υπηρεσίες Κοινής Ωφέλειας) υπολογίζεται βάσει της καταναλισκόμενης ενέργειας ( $K=A+Π-E$ ), επί την αντίστοιχη μοναδιαία χρέωση.

Οι χρεώσεις υπολογίζονται και χρεώνονται κανονικά ανά κύκλο καταμέτρησης με συνακόλουθη υποχρέωση εμπρόθεσμης εξόφλησης του λογαριασμού από τον αυτοπαραγωγό με ενεργειακό συμψηφισμό. Σε περίπτωση κλιμακούμενης χρέωσης των χρεώσεων που προβλέπονται στο τιμολόγιο του αντισυμβαλλόμενου αυτοπαραγωγού, η διενέργεια του ενεργειακού συμψηφισμού πραγματοποιείται έτσι ώστε να οδηγεί στην ελάχιστη δυνατή συνολική χρέωση για τον αυτοπαραγωγό. Ο συμψηφισμός περιλαμβάνει μόνο χρεώσεις ενέργειας, οπότε πάγια τέλη και χρεώσεις υπολογισμένες με βάση τη συμφωνημένη εγκατεστημένη ισχύ οφείλουν να καταβάλλονται ανεξαρτήτως του αποτελέσματος του συμψηφισμού.

Κατά την ετήσια εκκαθάριση τυχόν πλεόνασμα ενέργειας συμψηφίζεται με την χρεωστέα ενέργεια προηγούμενων περιόδων, για την οποία γίνεται αντιλογισμός. Τυχόν παραμένον μετά τον ετήσιο αντιλογισμό πλεόνασμα δεν πιστώνεται στον επόμενο λογαριασμό και ο αυτοπαραγωγός δεν αποζημιώνεται με οποιοδήποτε τρόπο για την ποσότητα αυτή.

Ακολουθεί ένα παράδειγμα για την κατανόηση των παραπάνω:

Τετράμηνο	Ποσότητες ενέργειας (kWh)							
	Παραγόμενη (π)	Κατανάλωση (K=A+Π-Ε)	Ιδιοκατανάλωση (I)	Απορροφώμενη (A=K-I)	Εγγεόμενη (E=Π-I)	Συμψηφιζόμενη (N=A-E)	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 2.3: Υπολογισμός χρεώσεων net metering ([16])

Το πλεόνασμα των 100kWh που παραμένει στο τέλος του έτους μετά τον ετήσιο συμψηφισμό (αφού η συνολική ετήσια παραγωγή του φ/Β ήταν 5100kWh και η συνολική πραγματική κατανάλωση 5000kWh), δεν μεταφέρεται περαιτέρω και δεν αποζημιώνεται (χάνεται για τον αυτοπαραγωγό).

## 2.11 Η διαδικασία αδειοδότησης και εγκατάστασης με βήματα

Συνοπτικά, τα βήματα που πρέπει να κάνει ένας ενδιαφερόμενος είναι τα εξής:

1. Υποβολή Αίτησης Σύνδεσης στον ΔΕΔΔΗΕ
2. Αυτοψία μηχανικών του ΔΕΔΔΗΕ
3. Αποστολή και αποδοχή προσφοράς σύνδεσης
4. Σύνταξη και Υπογραφή Σύμβασης Σύνδεσης
5. Σύνταξη και Υπογραφή Σύμβασης Συμψηφισμού με τον κατά περίπτωση προμηθευτή ηλεκτρικής ενέργειας
6. Πιστοποίηση Μετρητή στο κέντρο πιστοποίησης του ΔΕΔΔΗΕ στο Ρουφ
7. Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος
8. Σύνδεση στο Δίκτυο και ενεργοποίησή της

Η εμπειρία μέχρι σήμερα έχει δείξει ότι για την υλοποίηση των παραπάνω απαιτούνται κατά μέσο όρο 5-6 μήνες. Εκτιμάται ότι στην περίπτωση του εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού ο χρόνος αυτός θα είναι μεγαλύτερος.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### Εφαρμογή του net metering στην Ευρώπη

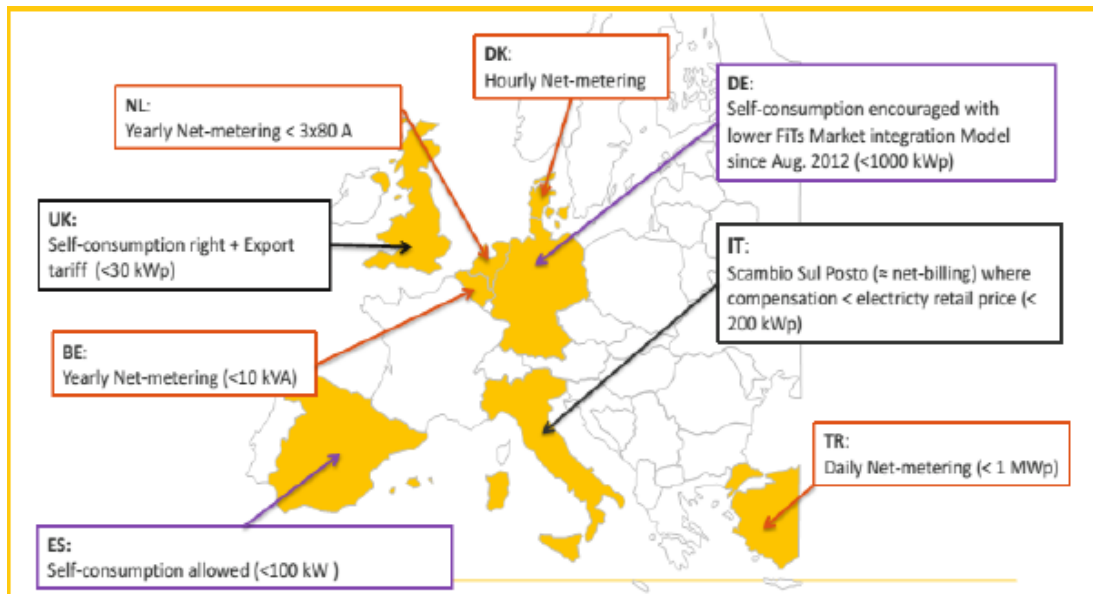
#### 3.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό θα αναλύσουμε τα χαρακτηριστικά παραδείγματα τριών χωρών στις οποίες έχει εφαρμοστεί το net metering, καθώς και την επίδραση που έχει αυτό στην ανάπτυξη της αγοράς των φωτοβολταϊκών.

Ερωτήματα που προκύπτουν σχετικά με ένα σύστημα net metering από την πλευρά των επιχειρήσεων είναι σχετικά με το κάθε πότε θα εφαρμόζεται ο συμψηφισμός, αν θα μεταφέρεται η πλεονάζουσα ενέργεια, η τιμή αποζημίωσης του πλεονάσματος, η υιοθέτηση πλήρους ή μερικού συμψηφισμού, και πιθανές πρόσθετες επιβαρύνσεις που τίθενται από τις επιχειρήσεις ηλεκτρικής ενέργειας για παράδειγμα σχετικά με τις υπηρεσίες του δικτύου. Ενώ από την πλευρά των πελατών-παραγωγών, το ενδιαφέρον επικεντρώνεται στο βέλτιστο μέγεθος της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης για ένα συγκεκριμένο σύστημα net metering ανάλογα με το εύρος της κατανάλωσης, έτσι ώστε μια τέτοια επένδυση να γίνει ελκυστική.

Στις περισσότερες χώρες της Ευρώπης το net metering εφαρμόζεται σε ετήσια βάση, όπως για παράδειγμα στο Βέλγιο, την Ολλανδία, την Ιταλία, τη Κύπρο, την Ουκρανία και τη Λετονία με μέγιστο όριο εγκατάστασης τα 11kW ( $\leq 3 \cdot 16A$ ). Ωστόσο, υπάρχουν ορισμένες εξαιρέσεις, όπως είναι η Δανία στην οποία εφαρμόζεται ωριαίος συμψηφισμός και η Τουρκία στην οποία εφαρμόζεται ημερήσιος συμψηφισμός. Προς το παρόν, στην Ευρώπη απουσιάζει μια γενική πολιτική. Κατά κανόνα υπάρχει πλήρης συμψηφισμός, δηλαδή όλες οι χρεώσεις της ηλεκτρικής ενέργειας συμπεριλαμβανομένων των διάφορων φόρων και του ΦΠΑ εφαρμόζονται στη συμψηφιζόμενη ηλεκτρική ενέργεια.

Συστήματα net metering που εφαρμόζονται σε χώρες της Ευρώπης:



Σχήμα 3.1: Συστήματα net metering στην Ευρώπη ([21]).

## 3.2 Κύπρος

### 3.2.1 Γενικά

Καθώς η τιμή των φωτοβολταϊκών μειωνόταν και η λιανική τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας αυξανόταν (από τις ακριβότερες χώρες της Ευρώπης) το net metering για οικιακά φωτοβολταϊκά συστήματα παρουσιάστηκε ως μια μεγάλη ευκαιρία εξοικονόμησης ενέργειας. Στην Κύπρο το net metering διερευνήθηκε πρόσφατα και αρχικά εισήχθη σε πιλοτική φάση για οικιακές εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών σε διαφορετικές γεωγραφικές θέσεις. Το μέτρο του net metering στοχεύει στη σταδιακή εγκατάσταση 45000 οικιακών φωτοβολταϊκών συστημάτων δυναμικότητας μέχρι 3kW τα έτη 2014-2016. Η συνολική εξοικονόμηση ενέργειας που υπολογίζεται να προκύψει την περίοδο 2014-2020 από την πλήρη εφαρμογή του μέτρου ανέρχεται στα 104490 ΤΙΠ (1 ΤΙΠ=11627,9 kWh), όπως φαίνεται στους παρακάτω πίνακες:

**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 (KWh)	Εξοικονόμηση ενέργειας/σύστημα (ΤΙΠ)	Διάρκεια ζωής των συστημάτων σε χρόνια
1	Net-Metering για φωτοβολταϊκά σε οικιακούς καταναλωτές	45000	1500 <sup>20</sup>	0.129	3	4500	0.387	23 <sup>21</sup>

Υπολογισμός Εξοικονόμησης Ενέργειας για την περίοδο 2014-2020												1 <sup>η</sup> Ενδιάμεση Περίοδος 2014-2016 Σωρευτική Εξοικονόμηση Ενέργειας (ΤΙΠ)	2 <sup>η</sup> Ενδιάμεση Περίοδος 2017-2020 Σωρευτική Εξοικονόμηση Ενέργειας (ΤΙΠ)
A/A	Έτος Εγκατάστ.	Αριθμός Συστημ.	Εξοικον. ενέργειας ΤΙΠ/σύστημα	2014 Εξοικον. ΤΙΠ	2015 Εξοικον. ΤΙΠ	2016 Εξοικον. ΤΙΠ	2017 Εξοικον. ΤΙΠ	2018 Εξοικον. ΤΙΠ	2019 Εξοικον. ΤΙΠ	2020 Εξοικον. ΤΙΠ	Σύνολο Περιόδου ΤΙΠ	2016:34,830	2020: -
1	2014	15000	0.387	5,805	5,805	5,805	5,805	5,805	5,805	5,805	40,635		
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	2016:34,830	2020: -
ΣΥΝΟΛΟ				5,805	11,610	17,415	17,415	17,415	17,415	17,415	104,490		

Πίνακας 3.1: Εξοικονόμηση ενέργειας υπό το σύστημα net metering για οικιακούς καταναλωτές [22]

Για τις ευάλωτες και ευπαθείς ομάδες οικιακών καταναλωτών το μέτρο στοχεύει στην εγκατάσταση 2000 οικιακών φωτοβολταϊκών συστημάτων δυναμικότητας μέχρι 3kW τα έτη 2014 και 2015. Οι δικαιούχοι λαμβάνουν επιχορήγηση για την αγορά και την εγκατάσταση των συστημάτων αυτών, της τάξης του 50% του συνολικού κόστους επένδυσης. Η επιδότηση ανέρχεται στα 900€ ανά kW (μέγιστο 2700€ ανά εγκατάσταση). Η συνολική εξοικονόμηση ενέργειας που υπολογίζεται να προκύψει την περίοδο 2014-2020 από την πλήρη εφαρμογή του μέτρου ανέρχεται στα 4838 ΤΙΠ (1 ΤΙΠ=11627,9 kWh) [22]. Το net metering που ισχύει για τα νοικοκυριά, τα τοπικά κτίρια διοίκησης και τις εμπορικές βιομηχανικές μονάδες εισήχθη για πρώτη φορά στην Κύπρο το 2013. Μετά την επιτυχή πρώτη χρονιά εφαρμογής αποφασίστηκε και η συνέχιση του το 2014. Ωστόσο, παρά την ευρεία υποστήριξη των ΑΠΕ το περιορισμένο δίκτυο της χώρας και το πώς μπορεί να απορροφήσει την ηλεκτρική ενέργεια εξακολουθούν να αποτελούν πρόβλημα για τη μελλοντική επέκταση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η ΡΑΕΚ (Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας Κύπρου) δήλωσε ότι οι εγκαταστάσεις net metering είχαν φτάσει τον Ιούνιο του 2014 σε περίπου 10MW, ενώ η χώρα διαθέτει φωτοβολταϊκά συνολικής ισχύος των 33MW [23].

### 3.2.2 Επιλέξιμες τεχνολογίες

Οι φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις είναι επιλέξιμες. Η μέγιστη εγκατεστημένη ισχύς του κάθε φωτοβολταϊκού συστήματος είναι 3kW ανά δικαιούχο και ανά κατοικία. Υπό την προϋπόθεση ότι τα φωτοβολταϊκά πάνελ έχουν νότιο προσανατολισμό, αναμένεται ότι ένα σύστημα 3kW θα

παράγει περίπου 4800kWh ηλεκτρικής ενέργειας ετησίως. Κατά το έτος 2014 μπορούσαν να εγκατασταθούν με τη μέθοδο του συμψηφισμού, φωτοβολταϊκά συστήματα συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 15MW, σε σχέση με το 2013 που το όριο ήταν τα 6MW. Έτσι, το υπουργικό συμβούλιο αποφάσισε να προωθήσει την εγκατάσταση 5000 φωτοβολταϊκών συστημάτων στις στέγες των νοικοκυριών μέσω του net metering και επιπλέον 5MW για τις κυπριακές επιχειρήσεις και 5MW για φωτοβολταϊκά πάρκα. Συγκεκριμένα ο στόχος των 15MW αφορά [24]

:

- Συστήματα κατοικιών ευάλωτων και ευπαθών καταναλωτών (με χορηγία), με συνολική διαθέσιμη ισχύ των 1,2MW.
- Συστήματα για κατοικιών μη ευάλωτων καταναλωτών (χωρίς χορηγία), με συνολική διαθέσιμη ισχύ των 13,5MW.
- Συστήματα για κτίρια που αποτελούν έδρα αρχών τοπικής αυτοδιοίκησης (χωρίς χορηγία), με συνολική διαθέσιμη ισχύ των 0,3MW.

### 3.2.3 Εφαρμογή του net metering

Η ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την φωτοβολταϊκή εγκατάσταση δεν πρέπει να υπερβαίνει το 110% της ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας από το νοικοκυριό/ κτίριο δημόσιας διοίκησης [24].

Ο συμψηφισμός της εισαγόμενης από το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας και της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από το φωτοβολταϊκό σύστημα που εγχέεται στο δίκτυο πραγματοποιείται μια φορά κάθε δύο μήνες για κάθε ημερολογιακό έτος από την ΑΗΚ (Αρχή Ηλεκτρισμού Κύπρου) ή από οποιοδήποτε άλλο προμηθευτή ηλεκτρικής ενέργειας με τον οποίο έχει συνάψει συμβόλαιο ο καταναλωτής. Οποιοδήποτε πλεόνασμα προκύψει (εξερχόμενη μείον εισερχόμενη) θα μεταφέρεται στους επόμενους δύο μήνες, προστίθεται στην ενέργεια που εγχέεται στο δίκτυο αυτής της περιόδου και ο ιδιοκτήτης καταβάλλει στον πάροχο ηλεκτρικής ενέργειας μόνο ένα επιπλέον τέλος για τη χρήση του δικτύου, ενώ τα ελλείμματα τιμολογούνται κανονικά στη λιανική τιμή ανά δίμηνο. Ο τελικός απολογισμός (μέτρηση του Απριλίου-Μαΐου) του ημερολογιακού έτους θα είναι η τελική διευθέτηση. Κατά την πραγματοποίηση του ετήσιου συμψηφισμού τυχόν πλεόνασμα συμψηφίζεται με τη χρεωστέα ενέργεια προηγούμενων περιόδων, για την οποία γίνεται αντιλογισμός. Το πλεόνασμα ηλεκτρικής ενέργειας που παραμένει στο τέλος του έτους δεν μπορεί να μεταφερθεί στο επόμενο ημερολογιακό έτος και επίσης δεν αποζημιώνεται.

Το επιπλέον τέλος χρήσης του δικτύου πληρώνεται ανά δίμηνο ανεξέρτητα του αν υπάρχει πλεόνασμα και υπολογίζεται ως εξής : Οι ισχύουσες χρεώσεις που παρουσιάζονται στον πίνακα 3.2 οι οποίες επιβάλλονται από τον προμηθευτή είναι επί της παργόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από το Φ/Β σύστημα.

Ο παραγωγός-καταναλωτής καταβάλλει ετήσιο τέλος στον προμηθευτή του ίσο με 37,02€ (ποσό που αντιστοιχεί στην εκτιμώμενη ετήσια παραγόμενη ενέργεια 1610kWh/kWp) ανά εγκατεστημένο kWp του φωτοβολταϊκού του συστήματος. Επιπλέον, επιβάλλεται χρέωση Υπηρεσιών Δημόσιας Ωφέλειας (ΥΔΩ) με βάση το συντελεστή τέλους 0,00136€/kWh και χρέωση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας με βάση το συντελεστή τέλους 0,005€/kWh. Οι συνολικές ετήσιες χρεώσεις (47,26€ ανά kWp) καταβάλλονται από τον παραγωγό-καταναλωτή σε έξι ισόποσες δόσεις και περιλαμβάνονται στο διμηνιαίο τιμολόγιο κατανάλωσης του προμηθευτή. Οπότε, ο πελάτης-παραγωγός οφείλει να πληρώνει, για ένα φωτοβολταϊκό των 3kWp, 27,36€ (με ΦΠΑ) ανά περίοδο χρέωσης (δίμηνο) [25].

Πίνακας ανάλυσης των χρεώσεων :

ΧΡΕΩΣΗ Ή ΠΙΣΤΩΣΗ	ΧΩΡΙΣ ΦΠΑ (€/kWp)	ΜΕ ΦΠΑ (19%) (€/kWp)
Δαπάνες λειτουργίας του Διαχειριστή του Συστήματος Μεταφοράς	1,48	1,76
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
<b>ΣΥΝΟΛΟ (ΠΡΟ ΦΟΡΩΝ)</b>	<b>37,02</b>	<b>44,06</b>
Υπηρεσίες Δημόσιας Ωφέλειας	2,19	2,61
Πράσινος Φόρος	8,05	8,05
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>47,26</b>	<b>54,72</b>

Πίνακας 3.2: Ανάλυση των χρεώσεων που συνιστούν το τέλος χρήσης του δικτύου για net metering ετησίως [5].

Το κόστος της εγκατάστασης του συστήματος, συμπεριλαμβανομένου και του κόστους αγοράς και της τοποθέτησης του μετρητή, αναλαμβάνεται εξ' ολοκλήρου από τους δικαιούχους.



Συνοψίζοντας τα παραπάνω ο αμφίδρομος μετρητής που εγκαθίσταται μετράει την εισερχόμενη και την εξερχόμενη ενέργεια και υπολογίζεται ανά δίμηνο η συμψηφιζόμενη ηλεκτρική ενέργεια (εισερχόμενη-εξερχόμενη). Εάν η συμψηφιζόμενη ηλεκτρική ενέργεια είναι θετική, τότε ο πελάτης-παραγωγός πληρώνει το καθαρό ποσό στη λιανική τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας και το τέλος χρήσης του δικτύου. Σε αντίθετη περίπτωση, ο πελάτης-παραγωγός δεν πληρώνει τίποτα για την ενέργεια (παρά μόνο το τέλος χρήσης του δικτύου) και το πλεόνασμα που προκύπτει μεταφέρεται ως πίστωση REC στο επόμενο δίμηνο. Οι φόροι και το ΦΠΑ χρεώνονται στην καθαρή ηλεκτρική ενέργεια (όταν είναι θετική) και στο επιπλέον τέλος χρήσης του δικτύου.

#### 3.2.4 Αρμόδια Αρχή

Η ΡΑΕΚ είναι υπεύθυνη για την επιθεώρηση και την έγκριση όλων των αιτήσεων. Η ΑΗΚ, υπό την ιδιότητα του διαχειριστή του συστήματος διανομής, αναλαμβάνει να εγκαταστήσει το σύστημα του συμψηφισμού. Ο μετρητής αυτός θα αντικαταστήσει τον υφιστάμενο μετρητή (μετρητή εισερχόμενης ενέργειας), που καταγράφει την ηλεκτρική ενέργεια που παρέχεται κανονικά από την ΑΗΚ. Ο νέος μετρητής θα εγκατασταθεί στην θέση του υφιστάμενου μετρητή που θα αφαιρεθεί ή σε νέα θέση που θα εγκριθεί από το διαχειριστή του συστήματος διανομής. Ο νέος μετρητής συμψηφισμού θα είναι μετρητής αμφίδρομης μέτρησης με δυνατότητα δύο ενδείξεων, μία ένδειξη για την εισαγόμενη ενέργεια από το δίκτυο προς την οικία ή το κτίριο τοπικής αρχής και μία ένδειξη για την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από το φωτοβολταϊκό σύστημα που εγχέεται στο δίκτυο. Η διαφορά μεταξύ των δύο ενδείξεων αντιστοιχεί με τη μέτρηση του συμψηφισμού.

#### 3.2.5 Παράδειγμα εφαρμογής του net metering

Ακολουθεί ένα απλό παράδειγμα για να κατανοήσουμε πως λειτουργεί ο μηχανισμός του net metering στην Κύπρο. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η μέση κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας μιας κυπριακής οικογένειας σε διμηνιαία βάση [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
<b>Μέσος Όρος:</b>	<b>859</b>	<b>798</b>	<b>131</b>	<b>131</b>	<b>798</b>	<b>28</b>	<b>215</b>	<b>43</b>
<b>Σύνολο:</b>	<b>5155</b>	<b>4787</b>	<b>787</b>	<b>787</b>	<b>4787</b>	<b>168</b>	<b>1289</b>	<b>260</b>
Συνολική ετήσια εξοικονόμηση λόγω Φ/Β: €1289 - €260 = €1029								

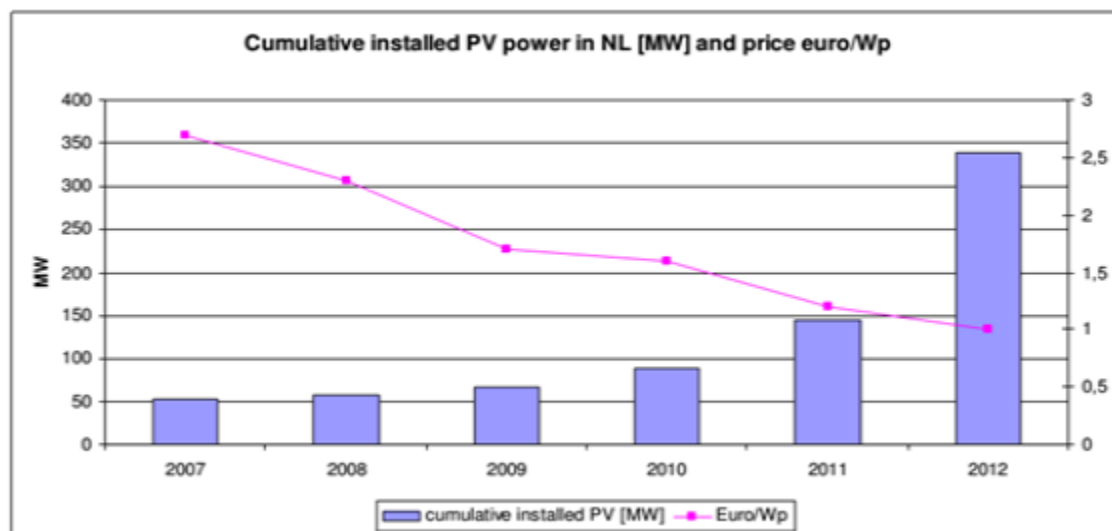
Πίνακας 3.3: Προφίλ κατανάλωσης και παραγωγής μιας οικογένειας ([26]).

Το δίμηνο Ιανουαρίου-Φεβρουαρίου η κατοικία κατανάλωσε 960kWh, οι οποίες αντιστοιχούν σε λογαριασμό της ΑΗΚ περίπου 240€ (με τιμή λιανικής 0,25€/kWh). Την ίδια περίοδο το φωτοβολταϊκό των 3kWp παρήγαγε περίπου 612kWh. Συνεπώς, ο ιδιοκτήτης οφείλει να πληρώσει μόνο τις 348kWh (960kWh-612kWh), οι οποίες αντιστοιχούν σε 87€ συν τα τέλη δικτύου που ανέρχονται σε 28€ το δίμηνο. Δηλαδή, ο ιδιοκτήτης οφείλει να πληρώσει 115€ αντί για 240€ και θα έχει κέρδος 125€ για το δίμηνο Ιανουαρίου-Φεβρουαρίου. Εάν η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια είναι μεγαλύτερη από την καταναλωμένη, οι κιλοβατώρες μεταφέρονται στους επόμενους δύο μήνες ως απόθεμα και εκκαθαρίζονται στο τέλος του ημερολογιακού έτους. Συνολικά η οικία καταναλώνει περίπου 5155kWh ετησίως και το φ/β σύστημα παράγει περίπου 4787kWh ετησίως. Δηλαδή ο ιδιοκτήτης θα πληρώσει συνολικά μόνο 260€ αντί για 1289€ και θα έχει κέρδος 1029€. Συνολικά η όλη εγκατάσταση ενός φωτοβολταϊκού συστήματος 3kWp στοιχίζει περίπου 4500€-5500€ με το ΦΠΑ. Επιπλέον, με την έγκριση της αίτησης ο ιδιοκτήτης είναι υποχρεωμένος να καταβάλει στην ΑΗΚ το ποσό των 250€+ΦΠΑ (αντικατοπτρίζει το κόστος διαχείρισης της αίτησης, το κόστος του μετρητή, του ελέγχου και της σύνδεσης της εγκατάστασης). Το φωτοβολταϊκό σύστημα εξοικονομεί περίπου 1029€ τον χρόνο για την διάρκεια ζωής των φωτοβολταϊκών πλαισίων που είναι 20-25 χρόνια. Συνεπώς, η απόσβεση του φωτοβολταϊκού συστήματος γίνεται περίπου στα 6 χρόνια (5750€/1029€) και στα 20 χρόνια η συνολική εξοικονόμηση ανέρχεται στις 16000€-18000€.

### 3.3 Ολλανδία

#### 3.3.1 Γενικά

Από το 2011 το κύριο κίνητρο για τα φωτοβολταϊκά και τις άλλες ΑΠΕ στην Ολλανδία είναι το σύστημα net metering για μικρά οικιακά συστήματα μέχρι 15kW και ετήσιο όριο εγχεόμενης ενέργειας στο δίκτυο που μπορεί να συμψηφιστεί, οι 5000kWh. Αυτό προκάλεσε μια σημαντική ανάπτυξη της αγοράς το 2012 κατά το οποίο εγκαταστάθηκαν 195MW, ωθώντας την συνολική εγκατεστημένη φωτοβολταϊκή ισχύ στα 340MW. Αυτή είναι μια αύξηση σχεδόν του 134% στο σύνολο της εγκατεστημένης ισχύος σε σύγκριση με το 2011. Αυτό οφείλεται στις χαμηλές τιμές των φωτοβολταϊκών πλαισίων σε συνδυασμό με τους κανονισμούς του net metering που οδήγησαν στην επίτευξη της ισοτιμίας του δικτύου. Το 2013 εγκαταστάθηκαν 357MW, η συνολική εγκατεστημένη ισχύς στο τέλος του έτους έφτασε τα 697MW και πλησίασε τα 739MW στα τέλη του Αυγούστου του 2014. Στο σχήμα 3.3 φαίνεται η συνολική εγκατεστημένη ισχύς και η μείωση της τιμής των φωτοβολταϊκών συστημάτων τα έτη 2007-2012.



Σχήμα 3.2: Συνολική εγκατεστημένη ισχύς και τιμή των φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Ολλανδία τα έτη 2007-2012 ([32]).

#### 3.3.2 Ισχύον σύστημα net metering

Στην Ολλανδία το net metering ισχύει για τους καταναλωτές που είναι ταυτόχρονα και παραγωγοί ηλεκτρικής ενέργειας και είναι συνδεδεμένοι με το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας μέσω μίας σύνδεσης μικρής κλίμακας μικρότερης ή ίσης των 3\*80A (τριφασικό), χωρίς κανένα περιορισμό στις kWh που εγχέονται στο δίκτυο. Οι πελάτες θα πρέπει να υποβάλουν αίτηση για μια προσφορά από τον υπεύθυνο χειριστή του δικτύου για την έγχυση ηλεκτρικής ενέργειας στο

δίκτυο και υποχρεούνται να καταβάλλουν ένα τέλος χρήσης του δικτύου για την έγχυση ηλεκτρικής ενέργειας. Υπεύθυνος για τη λειτουργία του net metering είναι οι εταιρείες ενέργειας και το κράτος (μέσω ενεργειακών φόρων). Ο ολλανδικός ενεργειακός συμψηφισμός λειτουργεί σε ετήσια βάση, που σημαίνει ότι οι ιδιοκτήτες των σπιτιών με ηλιακούς συλλέκτες μπορούν να ανταλλάξουν τυχόν πλεόνασμα ηλεκτρικής ενέργειας που θα προκύψει το καλοκαίρι με την κατανάλωση το χειμώνα. Ο ενεργειακός συμψηφισμός πραγματοποιείται κάθε μήνα (περίοδο χρέωσης). Οι ενεργειακοί φόροι (και το ΦΠΑ) ισχύουν μόνο για την καθαρή κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας των συστημάτων τους, η οποία ορίζεται ως η διαφορά μεταξύ της ηλεκτρικής ενέργειας που λαμβάνεται από το δίκτυο και αυτής που τροφοδοτείται στο δίκτυο. Σε περίπτωση που η παραπάνω διαφορά είναι θετική ο πελάτης-παραγωγός καλείται να την πληρώσει στη λιανική τιμή. Εάν η διαφορά είναι αρνητική οι πελάτες-παραγωγοί δεν πληρώνουν τίποτα για την ενέργεια και το πλεόνασμα που προκύπτει μεταφέρεται και πιστώνεται (προστίθεται στην εξερχόμενη ενέργεια) στον επόμενο μήνα. Στο τέλος του έτους γίνεται η εκκαθάριση, τυχόν πλεόνασμα ενέργειας συμψηφίζεται με τη χρεωστέα ενέργεια προηγούμενων περιόδων, για την οποία γίνεται αντιλογισμός. Εάν και μετά τον ετήσιο συμψηφισμό υπάρξει κάποιο πλεόνασμα, οι πελάτες-παραγωγοί λαμβάνουν για αυτό μια αποζημίωση σε ένα τιμολόγιο Feed-in-Tariff των 0,05-0,07€/kWh (κοντά στη χονδρική τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας). Τα πλεονάσματα δεν μπορούν να μεταφερθούν στο επόμενο έτος. Το τέλος χρήσης του δικτύου πρέπει να καταβάλλεται, είτε η συμψηφιζόμενη ηλεκτρική ενέργεια προκύψει θετική είτε αρνητική.

### 3.3.3 Επιλέξιμες τεχνολογίες

Το net metering ισχύει για όλες τις τεχνολογίες που συνδέονται με το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας μέσω μιας σύνδεσης μικρής κλίμακας ( $\leq 3 * 80A$ , περίπου μέχρι 15kW). Σε γενικές γραμμές όλες οι τεχνολογίες ΑΠΕ είναι επιλέξιμες, ωστόσο στην πράξη το net metering ισχύει κυρίως για φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις [31].

### 3.3.4 Παράδειγμα εφαρμογής του net metering

Ακολουθούν κάποια παραδείγματα, όπου φαίνεται η εφαρμογή του net metering σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία [30].

**Παράδειγμα 1** (εισερχόμενη ενέργεια > εξερχόμενη ενέργεια):

- Ετήσια εισερχόμενη από το δίκτυο ηλεκτρική ενέργεια: 6500kWh

- Ετήσια εξερχόμενη στο δίκτυο ηλεκτρική ενέργεια:6000kWh
- Ετήσια συμψηφιζόμενη ηλεκτρική ενέργεια (εισερχόμενη-εξερχόμενη):  
500kWh

Οι 6500kWh της εισερχόμενης ενέργειας συμψηφίζονται με τις 6000kWh της εξερχόμενης ενέργειας και ο πελάτης-παραγωγός πληρώνει τη λιανική τιμή για τις 500kWh.

**Παράδειγμα 2** (εισερχόμενη ενέργεια  $\leq$  εξερχόμενη ενέργεια):

- Ετήσια εισερχόμενη από το δίκτυο ηλεκτρική ενέργεια:6000kWh
- Ετήσια εξερχόμενη στο δίκτυο ηλεκτρική ενέργεια:8000kWh
- Ετήσια συμψηφιζόμενη ηλεκτρική ενέργεια (εισερχόμενη-εξερχόμενη):  
-2000kWh

Οι 8000kWh της εξερχόμενης ενέργειας συμψηφίζονται με τις 6000kWh της εισερχόμενης ενέργειας και ο πελάτης-παραγωγός δεν πληρώνει τίποτα για την ενέργεια. Το πλεόνασμα των 2000kWh που προκύπτει στο τέλος του έτους πληρώνεται στο πελάτη περίπου στη χονδρική τιμή της ενέργειας (0,05-0,07€/kWh), χωρίς να μεταφέρεται στο επόμενο έτος.

## 3.4 Ιταλία

### 3.4.1 Γενικά

Η Ιταλία έχει επιλέξει κυρίως το σύστημα FiT για την ανάπτυξη της φωτοβολταϊκής αγοράς. Το «Scambio Sul Posto» είναι ένα εναλλακτικό σύστημα υποστήριξης που ευνοεί την ιδιοκατανάλωση μέσω μιας οικονομικής αποζημίωσης της φωτοβολταϊκής παραγωγής και της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Με το «Scambio Sul Posto» χρησιμοποιείται ένα σύστημα FiT για το πλεόνασμα της ηλεκτρικής ενέργειας που δεν καταναλώνεται τοπικά και διοχετεύεται στο δίκτυο, μέσω του οποίου αποδίδονται διαφορετικές τιμές στην καταναλισκόμενη και παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια. Ο μηχανισμός αυτός παρέχει στους ιδιοκτήτες των συστημάτων ΑΠΕ «πιστώσεις» (όταν η περίσσεια ενέργεια που παράγουν τροφοδοτείται στο δίκτυο), ώστε να τις χρησιμοποιήσουν στους λογαριασμούς ενέργειας. Η Ιταλία είναι η πρώτη χώρα που έφτασε την ισοτιμία του δικτύου για φωτοβολταϊκά μεγάλης κλίμακας το 2013. Από την άποψη της εξέλιξης της αγοράς η Ιταλία κατείχε το παγκόσμιο ρεκόρ, αφού το 2011 παραχωρήθηκε σε 9,3GW φωτοβολταϊκών επισήμως η πρόσβαση στο δίκτυο ηλεκτρικής

ενέργειας. Αυτό το υψηλό επίπεδο επιτεύχθηκε κυρίως λόγω της πτώσης της τιμής των φωτοβολταϊκών συστημάτων, που συνοδευόταν από την εφαρμογή του «Scambio Sul Posto». Μέχρι το 2008 το ιταλικό σύστημα net metering βασιζόταν σε φυσική αποζημίωση (όπως τα συστήματα net metering των υπόλοιπων χωρών που περιγράψαμε), ενώ από το 2009 μετατράπηκε στο «Scambio Sul Posto (SSP)» δηλαδή σε οικονομική αποζημίωση (net billing) [28]. Με αυτό το σύστημα δεν υπάρχει καμία άμεση αμοιβή για το πλεόνασμα της ηλεκτρικής ενέργειας που διοχετεύεται στο δίκτυο, αλλά πραγματοποιείται ανταλλαγή της αξίας της ηλεκτρικής ενέργειας που λαμβάνεται από το δίκτυο και αυτής που εγχέεται σε αυτό. Το Δεκέμβριο του 2013 τροποποιήθηκε το net metering και το νέο σύστημα που τέθηκε σε ισχύ την 1η Ιανουαρίου του 2013 περιορίζεται σε ανανεώσιμα συστήματα που δεν είναι μεγαλύτερα από 200kW. Σύμφωνα με την Αρχή Ενέργειας και Αερίου (AEEG), αν υπάρχει μια φωτοβολταϊκή εγκατάσταση με ισχύ μεγαλύτερη από 20kW και ήδη λαμβάνει κάποια κίνητρα, τότε δεν θα λαμβάνει πλέον τη συνολική έκπτωση του κόστους των υπηρεσιών για την ηλεκτρική ενέργεια που ανταλλάσσεται σύμφωνα με τη σύμβαση του net metering [29]. Αυτό είχε ως συνέπεια να περιοριστεί το οικονομικό όφελος στους λογαριασμούς ηλεκτρικού ρεύματος των καταναλωτών, έτσι μειώθηκε σε υψηλό ποσοστό η κερδοφορία των εγκαταστάσεων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Επίσης, επεκτάθηκε ο μηχανισμός που επιτρέπει τη μείωση κατά 50% του κόστους της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης και μπορούσε να συνδυαστεί με το net metering, σύμφωνα με τον οποίο το κόστος του φωτοβολταϊκού ανακτάται μέσω φορολογικών ελαφρύνσεων για 10 χρόνια στον IRPEF (φόρος εισοδήματος) και έχει ανώτατο όριο τα 96000€ ανά μονάδα [30]. Μετά τις 31 Δεκεμβρίου του 2014 θα μειωθεί σταδιακά στο 36%.

#### 3.4.2 Ισχύον σύστημα net metering «Scambio Sul Posto (SSP)»

Η αρχή του SSP δεν στηρίζεται σε άμεσες πληρωμές αλλά στο συμψηφισμό της ενέργειας που εγχέεται στο δίκτυο και αυτής που λαμβάνεται από αυτό, χωρίς να υπάρχει κάποιος περιορισμός στην ποσότητα της εγχεόμενης στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας. Το Scambio Sul Posto διαφέρει από το παραδοσιακό net metering, καθώς ο χειριστής της εγκατάστασης πληρώνει κανονικά στη λιανική τιμή (το 2014 ήταν 0,2446€/kWh) τον προμηθευτή (διανομέα) για όλη την ηλεκτρική ενέργεια που λαμβάνεται από το δίκτυο μηνιαίως, ενώ η GSE (διαχειριστής των υπηρεσιών ενέργειας) παρεμβαίνει εκ των υστέρων για την επιστροφή μέρους των λογαριασμών που καταβάλλονται στην επιχείρηση ηλεκτρισμού, δίνοντας πιστώσεις για την ηλεκτρική ενέργεια που τροφοδοτείται στο δίκτυο σε κάποιες συγκεκριμένες περιόδους του έτους. Όταν η εγκατάσταση παράγει ενέργεια, εν μέρει αυτή αυτοκαταναλώνεται άμεσα και ένα μέρος της τροφοδοτείται στο δίκτυο. Εάν η εγκατάσταση δεν παράγει ενέργεια ο πελάτης- παραγωγός

λαμβάνει από το δίκτυο την ενέργεια που χρειάζεται και αυτό περιλαμβάνεται στο λογαριασμό. Το net metering αποζημιώνει την ενέργεια που προέρχεται από το δίκτυο και το λογαριασμό, σύμφωνα με την ενέργεια που διοχετεύεται στο δίκτυο.

### 3.4.3 Αρμόδια Αρχή

Η GSE είναι η αρμόδια αρχή, έχει το ρόλο της διαχείρισης του net metering και της καταβολής της σχετικής αποζημίωσης, που καλύπτει μέρος των εξόδων που επιβαρύνουν τον πελάτη για τη λήψη ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο. Ανά εξάμηνο επιχορηγεί το διαχειριστή της ανανεώσιμης εγκατάστασης με τη συνεισφορά (επιδότηση) του SSP και επιστρέφοντας έξοδα σχετικά με τη χρήση του δικτύου, όσον αφορά την εγχεόμενη στο δίκτυο ηλεκτρική ενέργεια. Επιπλέον, είναι υπεύθυνη για τη παροχή σε τακτική βάση του επιπέδου του κόστους των υπηρεσιών.

Ο ρόλος της GSE είναι [28] :

- να λαμβάνει πληροφορίες από τους διανομείς και το διαχειριστή του δικτύου για την ενέργεια που τροφοδοτείται και αποσύρεται όσον αφορά τις kWh ,
- να υπολογίζει το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας (COE:Cost Of Electricity) που καταβάλλεται στον διανομέα μείον τις δαπάνες που σχετίζονται με τις υπηρεσίες του δικτύου,
- να υπολογίζει την αξία της ηλεκτρικής ενέργειας που εγχέεται στο δίκτυο (VOE: Value Of Electricity fed in) με ωριαίες τιμές.

**Κύκλος συμψηφισμού:** Ο οικονομικός συμψηφισμός των μετρήσεων της ενέργειας που λαμβάνεται από το δίκτυο και αυτής που εγχέεται σε αυτό γίνεται στο τέλος κάθε έτους. Εάν η αξία (VOE) της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας που εγχέεται ετησίως στο δίκτυο είναι μεγαλύτερη από το κόστος της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας (COE) που λαμβάνεται ετησίως από αυτό, τότε η GSE αναγνωρίζει μία οικονομική πίστωση ίση με τη διαφορά τους που μπορεί να [28] :

- χρησιμοποιηθεί για την αγορά ηλεκτρικής ενέργειας σε απεριόριστο χρονικό διάστημα, δηλαδή να μεταφέρεται στα επόμενα έτη, ή
- πληρώνεται ετησίως στον πελάτη-παραγωγό, χρήστη του SSP.

**Τέλος χρήσης του δικτύου:** Οι διαχειριστές των εγκαταστάσεων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας υποχρεούνται να καταβάλλουν ένα ετήσιο τέλος ανά σημείο σύνδεσης για την κάλυψη των

διοικητικών εξόδων εκμετάλλευσης του ηλεκτρικού δικτύου: 15€ για εγκαταστάσεις με ισχύ κάτω των 3kW, 30€ για μονάδες με ισχύ μεταξύ 3 και 20kW και 45€ για εγκαταστάσεις με ισχύ άνω των 20kW [31].

#### **Τύπος υπολογισμού της αποζημίωσης του net metering:**

Η επιδότηση για την ανταλλαγμένη ενέργεια (CS) εγγυάται την οικονομική αποζημίωση της ενέργειας που λήφθηκε και πληρώθηκε στον πάροχο ηλεκτρικής ενέργειας, σε σχέση με την ποσότητα της ηλεκτρικής ενέργειας που εγχέεται στο δίκτυο και αυτής που λαμβάνεται από αυτό. Η συνεισφορά αυτή θα εκφράζεται σε ευρώ, και καταβάλλεται από τη GSE ανά εξάμηνο με ετήσιες προσαρμογές. Η μορφή της αμοιβής αυτής δεν είναι μόνο «πώληση» της ενέργειας, αλλά είναι «πώληση» και των περισσότερων από των καταβληθέντων υπηρεσιών του δικτύου, ενώ οι φόροι δεν επιστρέφονται. Ο τύπος για τον υπολογισμό της επιδότησης για την ανταλλαγμένη ενέργεια, για συστήματα κάτω των 20kW, είναι ο εξής [30] :

$$Cs = \min [COE; VOE] + CUsf * Es$$

όπου :

- **CS:** η συνεισφορά του net metering για την αντιστάθμιση της ενέργειας που ανταλλάσσεται.
- **COE:** το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας, δηλαδή η αξία της ηλεκτρικής ενέργειας που λαμβάνεται από το δίκτυο και πληρώνεται από τον καταναλωτή στον προμηθευτή ηλεκτρικής ενέργειας. Υπολογίζεται από τον πολλαπλασιασμό των kWh που λαμβάνονται από το δίκτυο και της ενιαίας εθνικής τιμής.
- **VOE:** η οικονομική αξία της ηλεκτρικής ενέργειας που εγχέεται στο δίκτυο. Υπολογίζεται από τον πολλαπλασιασμό των kWh που εγχέονται στο δίκτυο με τις ωριαίες τιμές (τιμή αγοράς της ενέργειας της προηγούμενης ημέρας). Κάθε μέρα σε πραγματικό χρόνο, οι τιμές για την αγορά και την πώληση ενέργειας κυμαίνονται ανάλογα με τη δυναμική της αγοράς.
- **CUsf:** μια αξία που εκφράζεται σε λεπτά του ευρώ ανά kWh και υπολογίζεται από τη GSE. Πιο αναλυτικά, η τιμή περιλαμβάνει τις τιμές μεταφοράς, διανομής, και κάποιες επιβαρύνσεις που συνήθως επιβάλλονται στο λογαριασμό, σε ισχύ εντός του τρέχοντος μηνός.



- **Es:** τεχνικά είναι ισοδύναμο με το ελάχιστο μεταξύ των kWh που εγχύθηκαν στο δίκτυο και αυτών που λήφθηκαν από αυτό, συνολικά κατά τη διάρκεια του έτους.

Επιπλέον, εάν στο τέλος του έτους η αξία της συνολικής έγχυσης ενέργειας στο δίκτυο (VOE) είναι μεγαλύτερη από ότι η συνολική αξία της ενέργεια που λαμβάνεται από αυτό (COE), τότε υπάρχει πλεόνασμα της ενέργειας που διοχετεύεται στο δίκτυο και είναι ίσο με τη διαφορά (VOE-COE). Το αντάλλαγμα για το πλεόνασμα είναι επιπλέον από το Cs. Αν λοιπόν υπάρχουν πλεονάσματα, ο πελάτης-παραγωγός μπορεί να ζητήσει στο τέλος του έτους τη ρευστοποίηση τους σε ευρώ. Αυτό το πλεόνασμα kWh θα αποζημιώνεται στην τιμή αγοράς της ενέργειας και υπόκειται σε φόρους, επειδή είναι ισοδύναμο με μια «πώληση ενέργειας». Αλλά εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως «πίστωση» στο επόμενο έτος για την αγορά ηλεκτρικής ενέργειας (χωρίς φορολογία) .

#### 3.4.4 Επιλέξιμες τεχνολογίες

Όλοι οι σταθμοί από 20kW έως 200kW είναι επιλέξιμοι, ανεξάρτητα από την τεχνολογία που χρησιμοποιείται. Επιπλέον, τα συστήματα ΑΠΕ που παράγουν μέχρι και 20kW είναι επιλέξιμα, εάν τους ανατέθηκε το net metering πριν από τις 31 Δεκεμβρίου 2007. Από την 1η Ιανουαρίου 2009, το Scambio Sul Posto ισχύει και για ΣΗΘ σταθμούς με ισχύ έως 200kW. Οι υβριδικοί σταθμοί είναι επίσης επιλέξιμοι, σε περίπτωση που η μη ανανεώσιμη παραγωγή τους είναι κάτω από 5%. Για την εφαρμογή του Scambio Sul Posto, η ηλεκτρική ενέργεια πρέπει να εγχέεται και να λαμβάνεται από το δίκτυο στο ίδιο σημείο σύνδεσης. Επίσης, επιτρέπεται σε δήμους με λιγότερους από 20000 κατοίκους να χρησιμοποιούν το net metering, χωρίς να είναι υποχρεωμένοι να χρησιμοποιούν το ίδιο σημείο σύνδεσης έγχυσης και λήψης της ηλεκτρικής ενέργειας [31].

Το ιταλικό κοινοβούλιο τον Αύγουστο του 2014 αποφάσισε την επέκταση του νόμου του net metering, έτσι ώστε να καλύπτει μεγαλύτερο αριθμό φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων και να ενισχύσει το εμπορικό τομέα των φωτοβολταϊκών στις στέγες. Το ανώτατο όριο για συστήματα net metering έχει αυξηθεί από τα 200kW στα 500kW ανά εγκατάσταση και θα ισχύει για τα συστήματα που τέθηκαν σε ισχύ από την 1η Ιανουαρίου του 2015.

### 3.4.5 Παράδειγμα εφαρμογής του net metering

Για τους σκοπούς του παραδείγματος θεωρούμε ότι έχουμε μια οικία με ένα εγκατεστημένο φωτοβολταϊκό σύστημα 10kW, με το εξής ετήσιο προφίλ παραγωγής/κατανάλωσης [30]:

- ενέργεια που παράγεται από το φωτοβολταϊκό:12000kWh
- κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας:7000kWh
- ενέργεια που αυτοκαταναλώνεται άμεσα:4000kWh
- ενέργεια που εγχέεται στο δίκτυο:8000kWh (12000kWh-4000kWh)
- ενέργεια που λαμβάνεται από το δίκτυο:3000kWh (7000kWh-4000kWh)

#### Υπολογισμός της συνεισφοράς (CS)του SSP:

Υποθέτουμε ότι η ενιαία εθνική τιμή της ενέργειας είναι περίπου 0,08€/kWh (καθαρή τιμή, δεν περιλαμβάνει φόρους, ΦΠΑ, εισφορές και τις υπηρεσίες του δικτύου), η τιμή αγοράς ενέργειας της προηγούμενης ημέρας είναι 0,07€/kWh και ότι η τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας για τις υπηρεσίες του δικτύου είναι 0,06€/kWh (υπηρεσίες μεταφοράς, διανομής και κάποιες άλλες επιβαρύνσεις, χωρίς ΦΠΑ, φόρους, εισφορές).

Υπολογίζεται:

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

Άρα, η συνεισφορά θα είναι περίπου 420€ ετησίως και υπενθυμίζεται ότι η συνεισφορά δεν πληρώνει φόρους που καταβλήθηκαν στο λογαριασμό, που είναι περίπου το 34% του λογαριασμού. Η συνεισφορά δεν φορολογείται αφού δεν θεωρείται ως «πρόσθετο εισόδημα» και δεν πληρώνει ούτε φόρους (φόρος εισοδήματος I<sub>ref</sub>), ούτε ΦΠΑ.

#### Υπολογισμός του πλεονάσματος:

Σε αυτό το παράδειγμα η οικονομική αξία των εγχύσεων στο δίκτυο (VOE) είναι μεγαλύτερη από την οικονομική αξία των αποσύρσεων από το δίκτυο (COE), αφού:

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

Για αυτό το λόγο ο κάτοχος της φωτοβολταϊκής μονάδας θα ωφεληθεί, όχι μόνο από τη συνεισφορά της ανταλλαγμένης ενέργειας, αλλά και για το πλεόνασμα αυτό. Αντιθέτως, αν δεν υπήρχε πλεόνασμα ο πελάτης-παραγωγός δεν πληρώνει τίποτα, αφού τα έχει ήδη πληρώσει στους λογαριασμούς κατά τη διάρκεια του έτους.

Η οικονομική αξία αυτού του πλεονάσματος είναι η διαφορά μεταξύ του VOE και του COE, άρα:

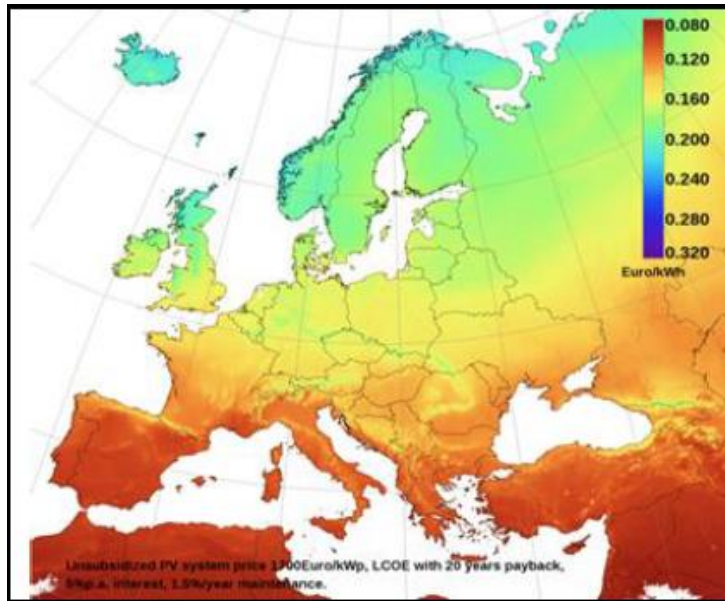
$$VOE - COE = 320\text{€}.$$

Εάν ο κάτοχος της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης θέλει διακανονισμό σε μετρητά, τότε αυτό το ποσό θα υπόκειται σε φορολογία (όπως ο φόρος Ιγref «άλλου εισοδήματος», δεν απαιτείται ΦΠΑ για τις μικρές εγκαταστάσεις). Διαφορετικά αυτά τα 320€ θα τοποθετηθούν επί πιστώσει στη συνεισφορά (CS) του επόμενου έτους (χωρίς φορολογία και ΦΠΑ).

**Συμπέρασμα:** Τελικά, ο κάτοχος του φωτοβολταϊκού των 10kW που χρησιμοποιεί το net metering με ένα ποσοστό αυτοκατανάλωσης του 33%, εξοικονομεί περίπου 978,4€ (0,2446€/kWh\*4000kWh) το χρόνο (λόγω ιδιοκατανάλωσης) και λαμβάνει ένα εισόδημα (αποζημίωση) περίπου των 740€ (240€+320€, χωρίς φορολογία) ετησίως για τη συνεισφορά του net metering και το πλεόνασμα που εγχέεται στο δίκτυο. Άρα, το πραγματικό κέρδος για το χρήστη είναι περίπου 1740€ ανά έτος. Χωρίς το φωτοβολταϊκό ο πελάτης θα πλήρωνε ετησίως στο λογαριασμό για την ηλεκτρική ενέργεια 1712,2€ (0,2446 €/kWh\*7000kWh), ενώ με το φωτοβολταϊκό πληρώνει 733,8€ (0,2446€/kWh\*3000kWh).

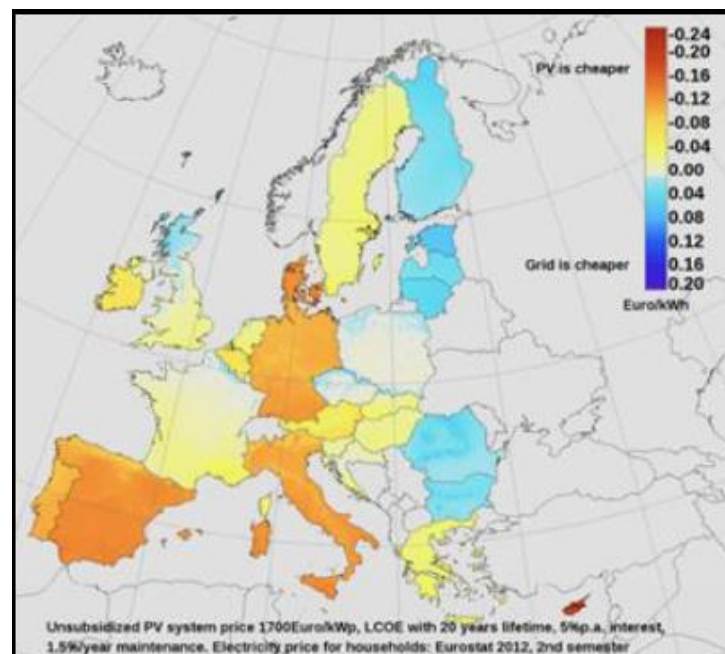
### 3.5 Σταθμισμένο κόστος Ηλεκτρικής Ενέργειας (LCOE) για Φ/Β στην Ευρώπη

Το LCOE είναι η τιμή στην οποία πρέπει να πληρώνεται η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από μια μονάδα, και στην περίπτωσή μας ενός Φ/Β συστήματος, ώστε να αντισταθμίσει όλα τα κόστη κατά τη διάρκεια ζωής του. Το LCOE των Φ/Β συστημάτων των Μεσογειακών χωρών κυμαίνεται από περίπου 0,08 έως 0,16 €/kWh. Οι κατά προσέγγιση ελάχιστες και μέγιστες τιμές LCOE για μερικές από αυτές τις χώρες είναι: Κύπρος και Ισπανία 0.08-0.10€/kWh, Ελλάδα 0.10-0.12€/kWh, Σλοβενία 0.14-0.16€/kWh.



Σχήμα 3.3 : Σταθμισμένο Κόστος Φ/Β ενέργειας στην Ευρώπη. 2013

Το παραπάνω σταθμισμένο κόστος παραγωγής από Φ/Β καθορίζει αν μια περιοχή έχει πετύχει την ισοτιμία δικτύου. Όπως φαίνεται στο χάρτη του LCOE οι Μεσογειακές χώρες έχουν το πλεονέκτημα του χαμηλού LCOE.



Σχήμα 3.4 : Χάρτης LCOE: Η διαφορά μεταξύ του LCOE και των λιανικών τιμών ηλεκτρικής ενέργειας

Η χώρα με την υψηλότερη διαφορά μεταξύ του LCOE για Φ/Β συστήματα και της λιανικής τιμής ηλεκτρικής ενέργειας είναι η Κύπρος με διαφορά  $-0,24$  €/kWh εξαιτίας των υψηλών τιμών ηλεκτρικής ενέργειας. Ακολουθεί η Ισπανία με διαφορά  $-0,16$  €/kWh, και τέλος η Σλοβενία και η Ελλάδα με  $-0,04$  έως  $-0,06$  €/kWh. Οι διαφορές μεταξύ του LCOE και της τιμής ηλεκτρικού ρεύματος για κάθε περιοχή φαίνονται στο χάρτη του LCOE. Η διαφορά αυτή δείχνει ότι οι μεσογειακές χώρες έχουν φτάσει ή βρίσκονται κοντά στην ισοτιμία του δικτύου και η αξιοποίηση του ηλιακού δυναμικού με τη χρήση Φ/Β συστημάτων έχει τη δυνατότητα να αποφέρει χαμηλότερες τιμές της ηλεκτρικής ενέργειας.

### 3.6 Συμπεράσματα - Παρατηρήσεις

Μελετήθηκαν διαφορετικά είδη συμψηφισμού και τιμές αποζημίωσης στο τέλος του κύκλου συμψηφισμού. Με δεδομένο τον τρόπο χρέωσης των αυτοπαραγωγών της Ελλάδας, συμπεραίνουμε ότι το ετήσιο net metering, το οποίο και θα εφαρμοστεί, είναι το αποδοτικότερο σενάριο για αυτούς

Οι διαφορές μεταξύ των διαφορετικών συστημάτων net metering εντοπίζονται κυρίως στα εξής στοιχεία:

- Περίοδος συμψηφισμού (κύκλος) και περίοδος χρέωσης.
- Αποζημίωση για την περίσσεια ενέργεια στο τέλος του κύκλου συμψηφισμού.
- Περίοδοι μετακύλισης της ενέργειας.
- Περιορισμοί στα μεγέθη των επιτρεπόμενων για net metering συστημάτων.
- Πλήρης ή μερικός συμψηφισμός.
- Κόστη δικτύου (επιπρόσθετο κόστος για την έγχυση ηλεκτρικής ενέργειας στο δίκτυο).

Η πολιτική αυτή απευθύνεται κυρίως σε καταναλωτές με αρκετά υψηλή κατανάλωση. Όσο μεγαλύτερη είναι η κατανάλωση τόσο μεγαλύτερη είναι και η εξοικονόμηση. Για τους καταναλωτές μικρού φορτίου ο συμψηφισμός δεν είναι ιδιαίτερα επικερδής, αφού εξαρτάται από διάφορους παραγοντες όπως είδαμε. Οι διακυμάνσεις της ηλιακής ακτινοβολίας μεταξύ διάφορων περιοχών στην Ελλάδα μπορούν να μειώσουν ή και να αποτρέψουν την ελκυστικότητα της επένδυσης και εγκατάστασης φωτοβολταϊκών συστημάτων.



## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [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 ΧΤ», 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](https://www.consuwijzer.nl).
- [19] Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ): <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 SELF-CONSUMPTION 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](http://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/article7_cy_syprus_annex-a.pdf).
- [23] Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας Κύπρου (ΡΑΕΚ): <http://www.cera.org.cy/>.
- [24] «ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΓΙΑ ΟΛΟΥΣ», Σχέδιο Προώθησης των εγκαταστάσεων φωτοβολταϊκών συστημάτων, Κυπριακή Δημοκρατία, [www.mcit.gov.cy](http://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](http://www.cea.org.cy) .
- [26] [\]http://www.csfsolartrust.com/](http://www.csfsolartrust.com/).
- [27] Autorità per l'energia elettrica il gas e il sistema idrico: <http://www.autorita.energia.it/it/index.htm>.
- [28] 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.





