

ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΟΣ  
ΤΜΗΜΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

Μόνιμη Επιτροπή Ενέργειας

Διαχείριση της ηλεκτρικής ζήτησης:  
Προκλήσεις και πλεονεκτήματα



Ομάδα Εργασίας

Ιωάννης Παναπακίδης, Η.Μ.&Μ.Υ.

Νικόλαος Τσιαντούλας, Η.Μ.&Μ.Υ.

Θεσσαλονίκη

Ιούνιος 2012

## Περιεχόμενα

Προλεγόμενα.....	3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Στοιχεία της απελευθερωμένης αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας.....	4
1.1 Εισαγωγή.....	4
1.2 Δομή και λειτουργία της απελευθερωμένης αγοράς.....	5
1.2.1 Μοντέλα αγοράς.....	5
1.2.2 Τύποι αγορών.....	6
1.2.3 Συμμετέχοντες στην αγορά.....	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Ελαχίστου-κόστους σχεδιασμός του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας.....	13
2.1 Τι είναι ο σχεδιασμός του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας;.....	13
2.2 Πρόβλεψη της ζήτησης.....	16
2.3 Εξέταση δράσεων SSM.....	17
2.4 Εξέταση δράσεων DSM.....	19
2.5 Αξιολόγηση δράσεων SSM και DSM.....	21
2.6 Εναλλακτικές επιλογές στο σχεδιασμό ελαχίστου-κόστους.....	22
2.7 Επιτήρηση και αξιολόγηση.....	23
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Μέτρα διαχείρισης της ηλεκτρικής ζήτησης.....	25
3.1 Ιστορική αναδρομή.....	25
3.2 Ευφυή δίκτυα.....	30
3.3 Βασικοί άξονες της διαχείρισης ηλεκτρικής ζήτησης.....	37
3.3.1 Τι περιλαμβάνει η έννοια της διαχείρισης ηλεκτρικής ζήτησης.....	37
3.3.2 Γιατί DSM;.....	40
3.3.3 Εμπόδια για την ενσωμάτωση του DSM.....	41
3.3.4 Βήματα για την ενσωμάτωση του DSM.....	42
3.3.5 Προγράμματα DSM.....	44
3.3.6 Απόκριση της ζήτησης.....	46
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Παραδείγματα εφαρμογής μέτρων διαχείρισης της ηλεκτρικής ζήτησης.....	59
4.1 Εισαγωγή.....	59
4.2 Μέτρα διαχείρισης της ηλεκτρικής ζήτησης στις Η.Π.Α.....	60
4.3 Μέτρα διαχείρισης της ηλεκτρικής ζήτησης σε διάφορες χώρες.....	63
4.4 Μέτρα διαχείρισης της ηλεκτρικής ζήτησης στην Ευρώπη.....	72
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Συμπεράσματα.....	79
Βιβλιογραφία.....	90

## Προλεγόμενα

Η εγγύηση της σταθερότητας και της ποιότητας της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας απαιτεί μία ισορροπία μεταξύ της παραγωγής και της ζήτησης της ηλεκτρικής ενέργειας. Η ισορροπία διασφαλίζεται μέσω της διαχείρισης στην πλευρά της παραγωγής (Supply Side Management) είτε μέσω της διαχείρισης στην πλευρά της ζήτησης (Demand Side Management). Στη πρώτη περίπτωση, η παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας διαμορφώνεται έτσι ώστε να καλύψει την αυξανόμενη ζήτηση. Το ενδιαφέρον για τη μεταβολή των προτύπων της κατανάλωσης είναι μικρό. Η αυξανόμενη ζήτηση καλύπτεται με την εγκατάσταση νέων μονάδων ή με τον βέλτιστο προγραμματισμό λειτουργίας των υπαρχόντων. Στην περίπτωση της του Demand Side Management, ο στόχος είναι η εφαρμογή τεχνικών περιορισμών της ζήτησης σε περιόδους που το κόστος παραγωγής είναι υψηλό ή η διαθεσιμότητα του ηλεκτρισμού είναι χαμηλή. Η διαχείριση των προτύπων της κατανάλωσης είναι υπεύθυνη για μία σειρά από πλεονεκτήματα που σχετίζονται με την λειτουργία του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας. Συν τοις άλλοις, δίνεται η δυνατότητα ενεργούς συμμετοχής των καταναλωτών στην απελευθερωμένη αγορά ηλεκτρικής ενέργειας.

Η παρούσα εργασία αποτελεί μία εισαγωγή στις μεθόδους που βρίσκονται υπό τη στέγη της ευρύτερης έννοιας του Demand Side Management. Πιο συγκεκριμένα, στο Κεφάλαιο 1 παρουσιάζονται τα κύρια χαρακτηριστικά της απελευθερωμένης αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Περιγράφονται οι τύποι των αγορών καθώς και οι βασικές οντότητες της αγοράς. Στο Κεφάλαιο 2 αναλύεται το πλαίσιο του σύγχρονου σχεδιασμού των συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας. Παρουσιάζονται οι βασικές συνιστώσες του σχεδιασμού καθώς και η διαδικασία αξιολόγησης των προγραμμάτων DSM. Στο Κεφάλαιο 3 περιγράφονται τα χαρακτηριστικά του DSM. Πιο συγκεκριμένα, αναλύεται η έννοια των Ευφύων Δικτύων (Smart Grids) όπως επίσης περιγράφεται το περιεχόμενο των προγραμμάτων DSM. Δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στον ένα εκ των δύο πυλώνων του DSM, στην Απόκριση της Ζήτησης (Demand Response) και παρουσιάζονται τα οφέλη που προκύπτουν από την ενσωμάτωση του DSM. Τέλος, στο Κεφάλαιο 4 παρατίθενται προγράμματα DSM που έχουν εφαρμοστεί σε διάφορες χώρες, με επίκεντρο της χώρες της Ευρωπαϊκής ηπείρου. Η μελέτη ολοκληρώνεται με την εξαγωγή διάφορων συμπερασμάτων στο Κεφάλαιο 5.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1**

### **Στοιχεία της απελευθερωμένης αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας**

#### **1.1 Εισαγωγή**

Στις περισσότερες χώρες η βιομηχανία της ενέργειας υπόκειται σε θεμελιώδης αλλαγές. Η μέχρι τώρα καθιερωμένη δομή της βιομηχανίας εξελίσσεται σε μία κατανομημένη και ανταγωνιστική μορφή όπου οι κινητήριοι μοχλοί της αγοράς της ενέργειας προσβλέπουν στο μειωμένο κόστος παραγωγής και διάθεσης του ηλεκτρισμού. Το μονοπωλιακό καθεστώς της αγοράς της ηλεκτρικής ενέργειας περιορίζει την ορθολογική λήψη αποφάσεων κατά τον σχεδιασμό και την επέκταση των συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας, δεν οδηγεί σε βέλτιστη αξιοποίηση των διαθέσιμων ενεργειακών πόρων και συνήθως η λήψη αποφάσεων επηρεάζεται από την εξυπηρέτηση πολιτικών συμφερόντων. Η απελευθέρωση της αγοράς έθεσε σαν προϋποθέσεις την “αποσύνθεση” της παραγωγής, της μεταφοράς και της διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας. Εστιάζει στον περιορισμό της κρατικής παρέμβασης στη λειτουργία των συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας αλλά και της ιδιοκτησίας αυτών καθώς και στην εισαγωγή ανταγωνισμού μέσω της εδραίωσης της χονδρεμπορικής (wholesale) και της λιανεμπορικής (retail) αγοράς. Επίσης, προϋποθέσεις αποτελεί ο έλεγχος των δικτύων μεταφοράς και διανομής από ανεξάρτητες υπηρεσίες διαχείρισης και η δυνατότητα της ενεργής συμμετοχής των καταναλωτών στην αγορά [1].

Η αναδιάρθρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας αφορά κυρίως στο διαχωρισμό του ανταγωνιστικού τομέα της παραγωγής από τα παραδοσιακά μονοπώλια των δικτύων μεταφοράς και διανομής. Ο αποτελεσματικός διαχωρισμός της παραγωγής από τη μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας είναι ιδιαίτερα σημαντικός καθώς έτσι αποφεύγονται φαινόμενα μη ανταγωνιστικής συμπεριφοράς και διασφαλίζεται η πρόσβαση άλλων επιχειρήσεων στον τομέα της μεταφοράς. Επίσης, με τον οριζόντιο διαχωρισμό των επιχειρήσεων μειώνεται η συγκέντρωση του ελέγχου της αγοράς σε λίγες επιχειρήσεις και ενθαρρύνεται ο ανταγωνισμός. Η προϋπόθεση αυτή είναι απαραίτητη ώστε να διευκολυνθεί ο ανταγωνισμός σε βραχυχρόνιο επίπεδο και να ενθαρρυνθεί η είσοδος νέων επιχειρήσεων μακροπρόθεσμα [2]. Σε αντίθετη περίπτωση, οι εταιρείες παραγωγής δεν έχουν κίνητρο

να δραστηριοποιηθούν στην αγορά. Επιπρόσθετα, η εδραίωση αγορών χονδρικής και λιανικής πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας είναι απαραίτητη για την απελευθέρωση της αγοράς. Αν και οι μεγάλοι καταναλωτές όπως οι βιομηχανίες έχουν ήδη επωφεληθεί από τον ανταγωνισμό σε επίπεδο χονδρικής πώλησης, οι οικιακοί καταναλωτές δεν απολαμβάνουν ακόμη τα οφέλη από τη λιανική πώληση.

Ο ρόλος των ρυθμιστικών αρχών σε κάθε χώρα είναι ιδιαίτερα σημαντικός για τη διατήρηση του ανταγωνισμού και η επιβολή ρυθμίσεων και ελέγχου από τις αρμόδιες ρυθμιστικές αρχές πρέπει να προηγείται της απελευθέρωσης. Ανάμεσα στα καθήκοντα των ρυθμιστικών αρχών συγκαταλέγεται ο έλεγχος διασφάλισης της ελεύθερης και χωρίς διακρίσεις πρόσβασης των επιχειρήσεων παραγωγής στα δίκτυα διανομής και μεταφοράς. Δεδομένου ότι περίπου το 1/3 της τιμής της ηλεκτρικής ενέργειας προέρχεται κυρίως από τη χρέωση για διανομή και μεταφορά, οι ρυθμιστικές αρχές πρέπει να ορίζουν ένα μοντέλο καθορισμού τιμής για τις υπηρεσίες αυτές. Τέλος, η ιδιωτικοποίηση των επιχειρήσεων έχει ως κύριο αποτέλεσμα την αύξηση της αποδοτικότητας και την μείωση του λειτουργικού κόστους των επιχειρήσεων, αφού αντικειμενικός σκοπός τους είναι η μεγιστοποίηση του κέρδους [1].

## **1.2 Δομή και λειτουργία της απελευθερωμένης αγοράς**

### **1.2.1 Μοντέλα αγοράς**

Σε γενικό πλαίσιο, υπάρχουν 2 στόχοι για την εδραίωση μίας αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας: η διασφάλιση ασφαλούς και οικονομικής λειτουργίας. Η ασφαλής λειτουργία κάνει χρήση διάφορων υπηρεσιών μερικές από τις οποίες σχετίζονται με τη παρουσία ειδικών συνθηκών λειτουργίας ενώ η οικονομική λειτουργία στοχεύει πρωτίστως στο κόστος παραγωγής. Για την κάλυψη των παραπάνω στόχων υπάρχουν 3 μοντέλα της αγοράς:

(i) Κοινοπραξία Ισχύος (Pool Corporation). Η Κοινοπραξία Ισχύος ορίζεται σαν μία κεντροποιημένη πλειοδοσία που εκκαθαρίζει την αγορά για τους πωλητές και τους αγοραστές. Οι πωλητές και οι αγοραστές της ηλεκτρικής ισχύος προτείνουν προσφορές για το ποσό της ισχύος που είναι πρόθυμοι να εμπορευτούν στην αγορά. Οι πωλητές ανταγωνίζονται για το δικαίωμα της τροφοδοσίας του δικτύου με ενέργεια και όχι των τελικών καταναλωτών. Εάν η τιμή της πλειοδοσίας ενός πω-

λητή είναι υψηλή τότε πιθανώς να μην είναι σε θέση να πουλήσει. Από την άλλη, εάν η τιμή της πλειοδοσίας είναι χαμηλής τότε πιθανώς να μην είναι σε θέση να αγοράσει. Σε αυτό το μοντέλο της αγοράς, ανταμείβονται κυρίως οι χαμηλού κόστους μονάδες παραγωγής. Ο Ανεξάρτητος Διαχειριστής του Δικτύου (Independent System Operator, ISO) μέσα στην Κοινοπραξία Ισχύος διαχειρίζεται την οικονομική διεκπεραίωση και παράγει μία απλή (spot) τιμή για την ηλεκτρική ενέργεια. Η τιμή αυτή αποτελεί μία ένδειξη για τη κατανάλωση αλλά και για τις διενέργειες των παραγωγών. Η δυναμική της αγοράς οδηγεί τη spot τιμή σε ένα ανταγωνιστικό επίπεδο που είναι ίσο με το οριακό κόστος των περισσότερων αποδοτικών πλειοδοτών. Οι νικητές πλειοδότες πιστώνονται με τη spot τιμή η οποία ισούται με την υψηλότερη τιμή της πλειοδοσίας.

(ii) Διμερή Συμβόλαια (Bilateral Contracts). Πρόκειται για διαπραγματεύσιμες συμφωνίες μεταξύ 2 εμπόρων για τη παράδοση και τη παραλαβή ηλεκτρικής ισχύος. Αυτές οι διαπραγματεύσεις θέτουν τους όρους και τις συμφωνίες μεταξύ των εμπόρων και είναι ανεξάρτητες του ISO. Παρόλα αυτά, σε αυτό το μοντέλο ο ISO θα επαληθεύσει ότι υφίσταται μία επαρκής ικανότητα μεταφοράς ισχύος ώστε να ολοκληρωθούν οι δοσοληψίες. Το μοντέλο των Διμερών Συμβολαίων είναι αρκετά ευέλικτο εφόσον οι συμμετέχοντες σε αυτό είναι σε θέση να επισυνάψουν την επιθυμητή συμφωνία. Μειονεκτεί στο υψηλό κόστος της διαπραγμάτευσης και της συγγραφής του συμβολαίου και εμπεριέχει το ρίσκο της φερεγγυότητας των συμμετεχόντων.

(iii) Υβριδικό Μοντέλο (Hybrid Model). Περιέχει στοιχεία από τα 2 προηγούμενα μοντέλα. Κάθε πελάτης είναι ελεύθερος στο να συνάψει συμβόλαια απ' ευθείας με τους παραγωγούς ή να επιλέξει να αγοράσει με τη τιμή της Κοινοπραξίας. Το πλεονέκτημα του Υβριδικού Μοντέλου είναι η κάλυψη των πραγματικών αναγκών σε ενέργεια των πελατών αλλά και η ώθηση της δημιουργίας ειδικών πολιτικών τιμολόγησης και υπηρεσιών που να ανταποκρίνονται αποτελεσματικότερα στις ανάγκες των πελατών [1].

### **1.2.2 Τύποι αγορών**

Υπάρχουν ορισμένοι τύποι αγορών που η λειτουργία της μίας αλληλοσχετίζεται με αυτή της άλλης.

(i) Αγορά Ενέργειας (Energy Market). Στην Αγορά ενέργειας λαμβάνει χώρα το ανταγωνιστικό εμπόριο του ηλεκτρισμού. Πρόκειται για ένα κεντροποιημένο μηχανισμό που διευκολύνει το εμπόριο ενέργειας μεταξύ πωλητών και αγοραστών. Η εκκαθάριση της αγοράς είναι έχει ουδέτερο χαρακτήρα και η όλη λειτουργία της αγοράς ελέγχεται από τον ISO.

(ii) Αγορά Επικουρικών Υπηρεσιών (Ancillary Services Market). Οι Επικουρικές Υπηρεσίες είναι απαραίτητες για την διασφάλιση της αξιοπιστίας της λειτουργίας του δικτύου και η προμήθεια τους γίνεται μέσω του ανταγωνισμού. Γενικά, οι πλειοδοσίες των Επικουρικών Υπηρεσιών αποτελούνται από πλειοδοσία χωρητικότητας και ενέργειας. Η εκκαθάριση μπορεί να γίνει σειριακά ή ταυτόχρονα. Κατά τη σειριακή προσέγγιση η εκκαθάριση γίνεται πρώτα στην υψηλότερη ποιοτικά υπηρεσία και στην συνέχεια στις αμέσως υψηλότερες. Για παράδειγμα, έστω 4 τύποι υπηρεσιών εμπορεύονται υψηλότερης προς χαμηλότερης ποιότητας ήτοι εφεδρεία ρύθμισης, στρεφόμενη εφεδρεία, μη στρεφόμενη εφεδρεία και εφεδρεία αντικατάστασης. Η εκκαθάριση θα γίνει πρώτα για την εφεδρεία ρύθμισης και έπειτα για τις άλλες που ακολουθούν. Σε κάθε γύρο, οι πλειοδότες μπορούν να πλειοδοτήσουν ξανά τους μη εκπληρωμένους πόρους τους των προηγούμενων γύρων. Δηλαδή, εάν η τιμή της πλειοδοσίας ενός πλειοδότη δεν γίνει δεκτή στον γύρο της εφεδρεία ρύθμισης, ο πλειοδότης μπορεί να πλειοδοτήσει ξανά στον γύρο της στρεφόμενης εφεδρείας. Επίσης, έχει το δικαίωμα να αλλάξει τη τιμή στον νέο γύρο. Στην ταυτόχρονη προσέγγιση, οι πλειοδότες πλειοδοτούν όλες τις υπηρεσίες τους ταυτόχρονα στον ISO. Ο τελευταίος θα εκκαθαρίσει την αγορά μέσω της επίλυσης ενός προβλήματος βελτιστοποίησης. Η αντικειμενική συνάρτηση προς βελτιστοποίηση εξαρτάται από την αγορά και μπορεί να λαμβάνει υπ' όψιν την ελαχιστοποίηση του κοινωνικού κόστους, του κόστους εφοδιασμού κ.α.

(iii) Αγορά Μεταφοράς (Transmission Market). Το δίκτυο μεταφοράς αποτελεί μία πλατφόρμα ανάπτυξης ανταγωνισμού μεταξύ των παραγωγών για την τροφοδότηση δικτύων διανομής και μεγάλων καταναλωτών. Το αγαθό που εμπορεύεται στην Αγορά Μεταφοράς είναι το δικαίωμα στην μεταφορά. Αυτό σημαίνει ότι είναι δικαίωμα στην έγχυση ισχύος στο δίκτυο ή στο δικαίωμα στην απορρόφηση ισχύος. Ο φέρων του δικαίωματος στη μεταφορά μπορεί να εξασκήσει αυτό για τη

μεταφορά ισχύος ή να αποζημιωθεί με το να διαβιβάσει το δικαίωμα σε άλλους. Η σημασία του δικαιώματος γίνεται πιο εμφανής σε περιπτώσεις μεγάλης συμμόρφωσης στην Αγορά Μεταφοράς. Ο πλειστηριασμός του δικαιώματος στη μεταφορά ελέγχεται από τον ISO και ο αντικειμενικός στόχος είναι να καθοριστούν εκείνες οι τιμές πλειοδοσίας που μεγιστοποιούν τις χρεώσεις δικτύου λαμβάνοντας υπ' όψιν του περιορισμούς του δικτύου. Ο αγοραστής του δικαιώματος οφείλει να γνωστοποιεί τη μέγιστη ποσότητα του δικαιώματος που διατίθεται να αγοράσει όπως επίσης τη τιμή αγοράς και τα σημεία της έγχυσης και της απορρόφησης. Ομοίως ο πωλητής οφείλει να γνωστοποιεί τη μέγιστη ποσότητα, τη τιμή πώλησης και τα σημεία.

Στο Σχήμα 1.1 παρουσιάζεται ένα διάγραμμα της λειτουργίας της απελευθερωμένης αγοράς. Ο ρόλος του ISO είναι να διαχειρίζεται την αγορά με αποδοτικό και ασφαλή τρόπο και να επιτηρεί τις κύριες ενέργειες που λαμβάνουν χώρα. Αρχικά, ο ISO πρέπει να διεξάγει πρόβλεψη φορτίου έτσι ώστε να εγγυηθεί την επάρκεια της παραγωγής για τη κάλυψη του αλλά και την επάρκεια των επικουρικών υπηρεσιών για την εξασφάλιση της αξιοπιστίας της όλης λειτουργίας. Στη συνέχεια, ο ISO οφείλει να κατέχει ειδικά εργαλεία για την επίλυση του προβλήματος της ένταξης των μονάδων καθώς για τη χρέωση χρήσης του δικτύου και των επικουρικών υπηρεσιών. Βασικές οντότητες στην αγορά, είναι οι εταιρείες παραγωγής. Ο στόχος του παραγωγού είναι η μεγιστοποίηση των κερδών και προς αυτή τη κατεύθυνση διεξάγεται πρόβλεψη φορτίου και τιμών. Η πρόβλεψη των τιμών είναι σημαντική εφόσον αντανακλάει την κατάσταση της αγοράς. Η λειτουργία της αγοράς χαρακτηρίζεται από διάφορες αβεβαιότητες όπως οι μελλοντικές τιμές, η ζήτηση και οι στρατηγικές των ανταγωνιστών παραγωγών. Η κυριαρχία της αγοράς είναι ένας όρος που χαρακτηρίζει μη ανταγωνιστικές πρακτικές. Για παράδειγμα, κάποιος παραγωγός που είναι σε θέση να επηρεάσει τη τιμή ή τη διάθεση της ηλεκτρικής ενέργειας. Η κυριαρχία της αγοράς περιορίζει τον υγιή ανταγωνισμό στη διάθεση της ενέργειας, στην προσφορά υπηρεσιών και στην τεχνολογική καινοτομία. Φαινόμενα κυριαρχίας μπορούν να λάβουν χώρα εσκεμμένα ή συμπτωματικά. Παράδειγμα εσκεμμένης κυριαρχίας είναι η προσφορά διατήρησης της αξιοπιστίας από ακριβές μονάδες ενώ παράδειγμα συμπτωματικής κυριαρχίας είναι ο περιορισμός της μεταφορικής ικανότητας του συστήματος μεταφοράς σε συγκεκριμένες περιοχές εντός του δικτύου. Στη τελευ-



ταία περίπτωση, οι περιορισμοί της μεταφοράς μπορούν να εμποδίσουν διάφορες μονάδες να τροφοδοτήσουν το δίκτυο. Επίσης, σε περιπτώσεις απουσία κατάλληλων μετρητικών διατάξεων, υπάρχει ελλιπής πληροφορία για τη ζήτηση με αποτέλεσμα να αυξάνεται το κόστος παραγωγής σε περιπτώσεις περιόδους μεγάλης ζήτησης. Το γεγονός αυτό μπορεί να ωφελήσει συγκεκριμένους παραγωγούς που, επικαλούμενοι έλλειψη πόρων, να οδηγήσουν την αύξηση των τιμών. Εσκεμμένη κυριαρχία της αγοράς συμβαίνει και στη περίπτωση που ο ιδιοκτήτης του δικτύου να παρέχει παρεμφερής πληροφορίες σε συγκεκριμένους παραγωγούς.

Εκτός από τους παραπάνω τύπους αγορών, υπάρχουν οι εξής μηχανισμοί αγορών:

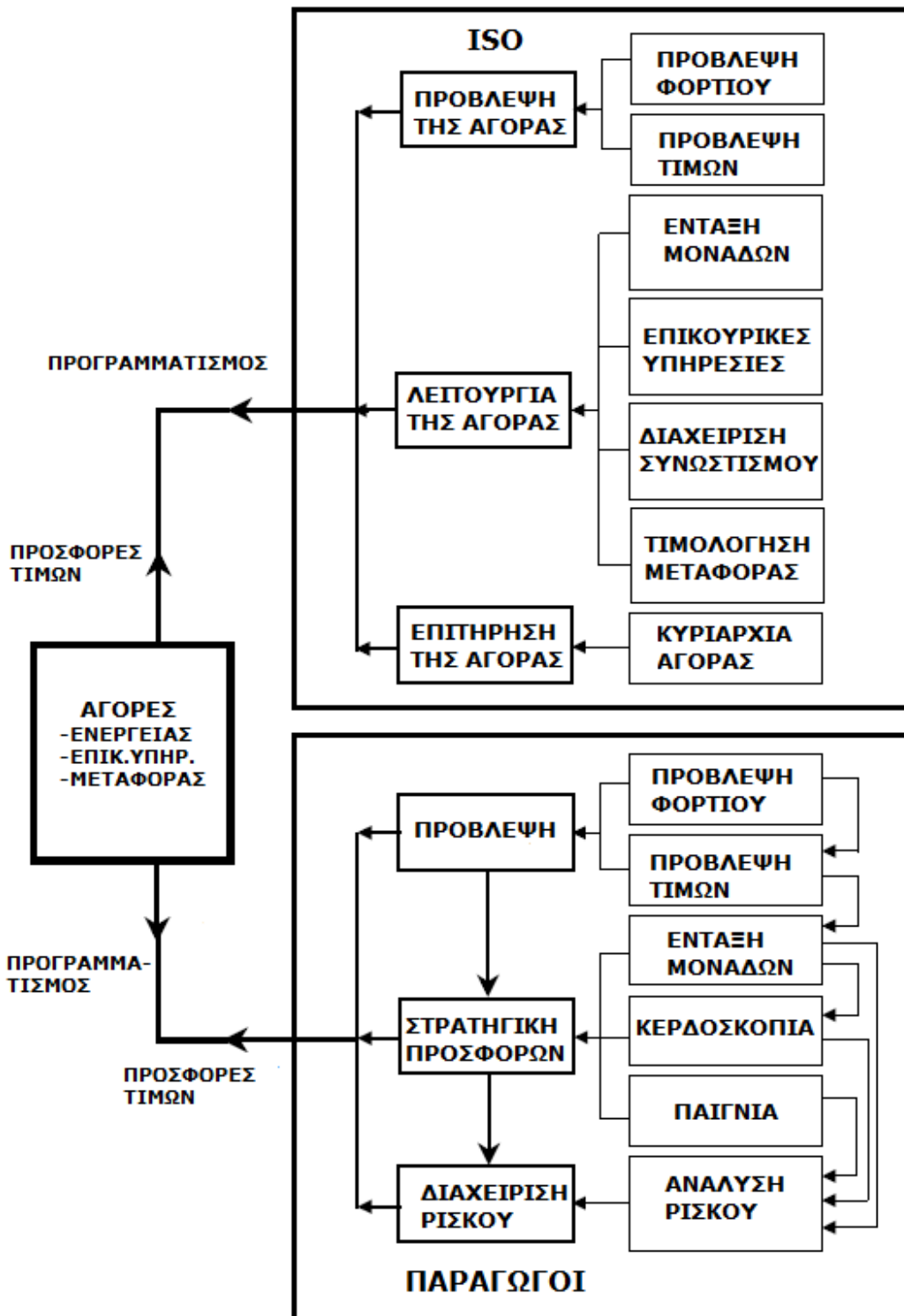
- Προθεσμιακή Αγορά (Forward Market). Στις περισσότερες αγορές ηλεκτρισμού, η προθεσμιακή αγορά επόμενης ημέρας (day-ahead) εξυπηρετεί στον προγραμματισμό των πόρων για κάθε ώρα της επόμενης ημέρας. Η προθεσμιακή αγορά επόμενης ώρας (hour-ahead) εξυπηρετεί για τη διευθέτηση των αποκλίσεων του προγραμματισμού της επόμενης ώρας. Οι υπηρεσίες της ενέργειας και της εφεδρείας μπορούν να εμπορευτούν στη προθεσμιακή αγορά. Εφόσον λάβει χώρα η εκκαθάριση ακολουθούν οι πλειοδοτήσεις για τις εφεδρικές υπηρεσίες, σειριακά ή ταυτόχρονα. Εάν ο προγραμματισμός μπορεί να γίνει χωρίς τη διαχείριση της συμφόρησης στην Αγορά Μεταφοράς, τότε ο ISO θα θέσει σε προμήθεια τις εφεδρικές υπηρεσίες. Εάν παρουσιαστεί συμφόρηση σε κάποιο μέρος του δικτύου, ο πλειστηριασμός των εφεδρικών υπηρεσιών θα γίνει σε ζωνική βάση και όχι σε όλο το δίκτυο.
- Αγορά Πραγματικού-Χρόνου (Real-Time Market). Η απαίτηση για αξιοπιστία της αγοράς ενέργειας προϋποθέτει την εξισορρόπηση της παραγωγής και της ζήτησης σε πραγματικό χρόνο. Παρόλα αυτά, οι διάφορες τιμές πραγματικού χρόνου του φορτίου, της παραγωγής και της μεταφοράς δύναται να διαφέρουν από το προγραμματισμό της Προθεσμιακής Αγοράς. Έτσι λοιπόν απαιτείται μία αγορά πραγματικού χρόνου για να καλύψει τις απαιτήσεις της εξισορρόπησης. Η Αγορά Πραγματικού-Χρόνου ελέγχεται από τον ISO. Οι διαθέσιμοι πόροι για την διευθέτηση του ενεργειακών ανισορροπιών πραγματικού χρόνου κατηγοριοποιούνται βάσει του χρόνου απόκρισης. Για παράδειγμα, ο αυτόματος έλεγχος της παραγωγής δρα σε μερικά δευτερόλεπτα ενώ οι στρεφόμενες και οι μη στρεφόμενες εφεδρείες μπορούν να είναι διαθέσιμες σε μερικά λεπτά από τη στιγμή που δίνεται το

σήμα από τον ISO. Η κατανομή (dispatch) των μονάδων σε πραγματικό χρόνο γίνεται από τον ISO και η αρχή περιλαμβάνει την μονάδα με τη χαμηλότερη τιμή πλειοδοσίας. Εάν η παραγωγή ξεπεράσει τη ζήτηση σε πραγματικό χρόνο τότε μπορούν να χρησιμοποιηθούν μειωμένες τιμές πλειοδοσίας. Η τιμή αγοράς συνήθως υπολογίζεται ανά χρονικά διαστήματα των 5 ή 10 λεπτών [1].

### **1.2.3 Συμμετέχοντες στην αγορά**

Η μετάβαση στο πλαίσιο της απελευθερωμένης αγοράς έχει φέρει αλλαγές στον ρόλο των παραδοσιακών οντοτήτων που ήταν οι κύριοι συμμετέχοντες στην καθετοποιημένη αγορά και έχει δημιουργήσει τις κατάλληλες συνθήκες για τη παρουσία νέων οντοτήτων που λειτουργούν ανεξάρτητα. Παρακάτω περιγράφονται οι κύριες οντότητες μίας απελευθερωμένης αγοράς:

- **Ανεξάρτητος Διαχειριστής Συστήματος (Independent System Operator).** Δεν μπορεί να υπάρξει ουσιαστικός έλεγχος του δικτύου χωρίς την ύπαρξη του ISO. Ανάμεσα σε άλλα, ο ISO είναι υπεύθυνος για την διαχείριση των χρεώσεων του δικτύου, για τη διατήρηση της ασφάλειας του συστήματος, για τον προγραμματισμό των εργασιών συντήρησης και για τον μακροπρόθεσμο προγραμματισμό του συστήματος. Ο ISO δρα αμερόληπτα και παρέχει τις απαραίτητες πληροφορίες σε άλλες οντότητες της αγοράς.
- **Ρυθμιστή Αρχή (Regulation Authority).** Επιτηρεί την αγορά, προάγει τον υγιή ανταγωνισμό, εισηγείται και εκδίδει οδηγίες για την εύρωστη λειτουργία της αγοράς, είναι υπεύθυνη για σχετικές αδειοδοτήσεις, παρέχει συμβουλευτική στα όργανα χάραξης της ενεργειακής πολιτικής, κ.α.
- **Εταιρείες Παραγωγής (Generation Companies).** Ο Παραγωγός λειτουργεί μονάδες παραγωγής που τροφοδοτούν το δίκτυο, μεγάλους καταναλωτές ή εταιρίες διανομής. Μπορεί να συμμετάσχουν στις αγορές ενέργειας και επικουρικών υπηρεσιών και οφείλουν να αξιολογούν από μόνοι τους τα διάφορα ρίσκα που σχετίζονται με την αγορά. Εκτός από την ενεργή ισχύς, οι Εταιρείες Παραγωγής μπορούν να εμπορευτούν άεργη ισχύ και εφεδρείες λειτουργίας.



Σχήμα 1.1: Λειτουργία απελευθερωμένης αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας.

- **Εταιρίες Μεταφοράς (Transmission Companies).** Έχουν τον ρόλο της κατασκευής, της ιδιοκτησίας, της λειτουργίας και της συντήρησης του δικτύου μεταφοράς σε μία συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή. Παρέχουν την μεταφορά του ηλεκτρισμού της χονδρεμπορικής αγοράς και τα έσοδα τους προέρχονται από τις χρεώσεις του δικτύου τους που το χρησιμοποιούν άλλες οντότητες και επιβαρύνονται για αυτή τη χρήση.
- **Εταιρίες Διανομής (Distribution Companies).** Παρέχει μέσω των εγκαταστάσεων της την ηλεκτρική ενέργεια στους καταναλωτές μέσα σε μία συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή. Είναι υπεύθυνες για τη λειτουργία του δικτύου διανομής και έχουν την υποχρέωση να ανταποκρίνονται σε θέματα σε ανεπάρκειας ηλεκτρισμού και σε θέματα αξιοπιστίας. Επίσης, είναι υπεύθυνες για τη διατήρηση της τάσης στα επιθυμητά επίπεδα και για τις επικουρικές υπηρεσίες.
- **Εταιρίες Προμήθειας (Retail Companies).** Σε μονοπωλιακή αγορά ενέργειας, η προμήθεια του ηλεκτρισμού γίνεται από τις Εταιρίες Διανομής. Οι Προμηθευτές είναι νεοσύστατες εταιρίες μέσα στην ανταγωνιστική αγορά. Αγοράζουν ηλεκτρική ενέργεια από την χονδρεμπορική αγορά και την πουλάνε στους τελικούς καταναλωτές. Εκτός από την ηλεκτρισμό, παρέχουν επίσης μία σειρά υπηρεσιών στους πελάτες.
- **Aggregator.** Πρόκειται για οντότητα που ομαδοποιεί διάφορους καταναλωτές σε ομάδες-αγοραστές. Η ομάδα αγοράζει μεγάλα μπλοκ ηλεκτρισμού και υπηρεσιών σε χαμηλότερη τιμή. Στην ουσία, ο Aggregator είναι ένας μεσολαβητής μεταξύ των προμηθευτών και των τελικών καταναλωτών. Όταν ένας Aggregator αγοράζει ηλεκτρισμό και τον πουλάει στους καταναλωτές δρα σαν Προμηθευτής.
- **Καταναλωτές (Consumers).** Οι Καταναλωτές είναι είτε συνδεδεμένοι απ' ευθείας με το δίκτυο μεταφοράς υψηλής τάσης (πελάτες δικτύου) ή με την διανομή. Στην απελευθερωμένη αγορά ο Καταναλωτής, βάσει της σχετικής νομοθεσίας, να επιλέξει τον προμηθευτή που επιθυμεί ανεξάρτητα της γεωγραφικής του θέσης [1].

Η σχετική νομοθεσία της απελευθερωμένης αγοράς προβλέπει και ενθαρρύνει την ενεργό συμμετοχή των τελικών καταναλωτών στην αγορά. Η νέα τάση του διαχωρισμού των υπηρεσιών της διανομής και της προμήθειας του ηλεκτρισμού καθώς και οι βαθμοί ελευθερίας που προέκυψαν από τη νομοθεσία για τον σχεδιασμό ειδικών τιμολογίων πώλησης του ηλεκτρισμού, προσφέρουν νέες ευκαιρίες για τους προμηθευτές [3]. Ουσιαστικά, η βιωσιμότητα και η κερδοφορία των προ-

μηθευτών είναι άμεσα συνυφασμένες από τα καταναλωτικά πρότυπα. Προκύπτει επομένως η ανάγκη για την επιρροή των προτύπων αυτών, πρωτίστως για λόγους κερδοφορίας. Συν τοις άλλοις, η επιρροή της κατανάλωσης, όπως θα αναλυθεί παρακάτω, παρέχει μία σειρά πλεονεκτημάτων όπως η ακριβής βραχύ- και μεσο-πρόθεσμη πρόβλεψη φορτίου, η ελάττωση των ορίων παραγωγής (generation margins), η αποδοτικότερη λειτουργία των δικτύων μεταφοράς και διανομής, η εξισορρόπηση παραγωγής και ζήτησης ειδικά σε περιπτώσεις παρουσίας μονάδων με διακοπτόμενη παραγωγή (ανανεώσιμες πηγές ενέργειας), η αποφυγή ή η καθυστέρηση δημιουργίας νέων μονάδων (εξοικονόμηση καυσίμου, μείωση εισαγωγών, προστασία του περιβάλλοντος), ο σχεδιασμός τιμολογίων που να αντανακλούν ακριβέστερα το κόστος παραγωγής του ηλεκτρισμού, κτλ [4-6].

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2**

### **Ελαχίστου-κόστους σχεδιασμός του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας**

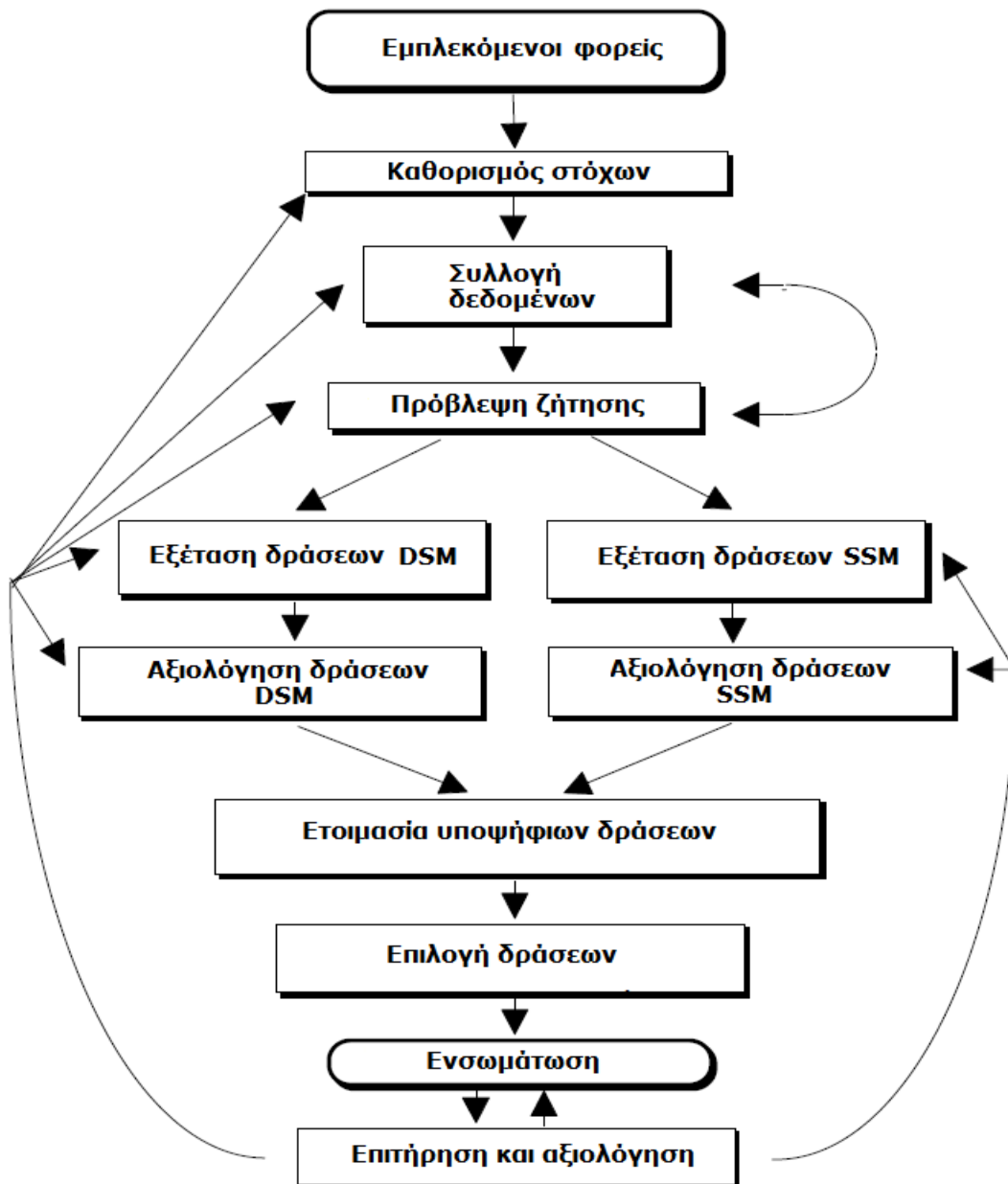
#### **2.1 Τι είναι ο σχεδιασμός του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας;**

Ο ολοκληρωμένος σχεδιασμός του συστήματος μπορεί να θεωρηθεί ως μία διαδικασία σχεδιασμού με απώτερο σκοπό την κάλυψη των αναγκών των καταναλωτών σε ενεργειακές υπηρεσίες, με τέτοιο τρόπο ώστε να ικανοποιούνται διάφορες προϋποθέσεις για την εκμετάλλευση των διαθέσιμων πόρων. Οι στόχοι του σχεδιασμού περιλαμβάνουν τη κάλυψη των εθνικών και τοπικών αναγκών για ανάπτυξη, την εξασφάλιση της πρόσβασης σε ενεργειακές υπηρεσίες των διάφορων κατηγοριών καταναλωτών, τη διατήρηση της αξιοπιστίας της παροχής του ηλεκτρισμού, την ελαχιστοποίηση του κόστους παραγωγής, την μείωση της επίδρασης στο περιβάλλον των διαδικασιών που σχετίζονται με την παραγωγή και τη διάθεση του ηλεκτρισμού, την διασφάλιση της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού και τη μείωση της εξάρτησης από τα εισαγόμενα καύσιμα. Ο σχεδιασμός του συστήματος ανήκει στο πλαίσιο της ενεργειακής πολιτικής μίας χώρας και μπορεί να διαφέρει από χώρα σε χώρα. Όμως, οι βασικές επιδιώξεις είναι κοινές. Αναλυτικότερα, οι στόχοι του σχεδιασμού είναι:

- Αξιοπίστετες ενεργειακές υπηρεσίες.
- Εξηλεκτρισμός της πλειοψηφίας των καταναλωτών και ειδικότερα των αναπτυσσόμενων χωρών.
- Ελαχιστοποίηση των επιδράσεων στο περιβάλλον.
- Ενεργειακή ασφάλεια. Περιορισμός των επιδράσεων διάφορων παραγόντων που μπορεί να οδηγήσουν σε ανεπάρκεια ενέργειας.
- Βέλτιστη αξιοποίηση των εγχώριων πόρων.
- Ποικιλότητα στην παροχή της ενέργειας (ως προς τις κατηγορίες καυσίμων και ως προς τη γεωγραφική θέση των μονάδων).
- Ελαχιστοποίηση του κόστους παραγωγής, του περιβαλλοντικού κόστους, του κοινωνικού κόστους, κτλ.
- Τοπική ανάπτυξη και οικονομική ανταγωνιστικότητα.

- Εισαγωγή τεχνολογικών καινοτομιών στο σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας.

Οι διαδικασίες που αποτελούν τον σχεδιασμό του συστήματος φαίνονται στο Σχήμα 2.1.



Σχήμα 2.1: Επιμέρους διαδικασίες κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας.

Ο σχεδιασμός του συστήματος επηρεάζεται από κοινωνικούς παράγοντες (δημογραφικοί δείκτες, βιοτικό επίπεδο, κτλ.), από οικονομικούς (ανταγωνισμός, εμπορικές δραστηριότητες) και από πολιτικούς (προσέγγιση ως προς την εκμετάλλευση των πόρων, περιβαλλοντική πολιτική, εναρμόνιση της ενεργειακής πολιτικής με αυτή διεθνών οργανισμών, κτλ.). Ακολουθεί μία περιγραφή των διαδικασιών που εμπλέκονται στον σχεδιασμό [1].

## 2.2 Πρόβλεψη της ζήτησης

Οι προβλέψεις της ζήτησης εκτιμούν το ποσό της ηλεκτρικής ενέργειας που απαιτείται σε μία συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή. Η πρόβλεψη αναφέρεται στην ενέργεια (Wh) και στην ισχύ (W). Συνήθως, η πρόβλεψη της ζήτησης που περιλαμβάνει ο σχεδιασμός του συστήματος αναφέρεται σε χρονικό ορίζοντα των 5 έως 30 ετών. Τα θέματα προς διερεύνηση είναι η εγκατεστημένη ισχύς που απαιτείται για να καλυφτεί η ενδεχόμενη αύξηση της ζήτησης, το είδος των ενεργειακών πόρων που θα χρησιμοποιηθεί, η ανάπτυξη του συστήματος μεταφοράς και διανομής και ποιες είναι οι τάσεις της κατανάλωσης ανά τύπο καταναλωτή και ανά γεωγραφική περιοχή. Ένα αξιόπιστο μοντέλο πρόβλεψης απαιτεί διάφορες κατηγορίες δεδομένων όπως:

- Καταγραφές πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας ανά τύπο καταναλωτή (οικίες, κτίρια, βιομηχανίες, κτλ.) και ανά περιοχή. Επίσης, απαιτείται ο αριθμός των καταναλωτών ανά κατηγορία.
- Καταγραφές ζήτησης. Τα δεδομένα μπορεί να αναφέρονται σε ωριαίες, ημερήσιες, μηνιαίες ή ετήσιες καταγραφές. Ουσιαστικά αυτό που ενδιαφέρει είναι το σχήμα της καμπύλης φορτίου έτσι ώστε να εξαχθούν συμπεράσματα για τις τάσεις της κατανάλωσης συναρτήσει του χρόνου.
- Οικονομικά και δημογραφικά δεδομένα.
- Εκτιμήσεις για την οικονομική και τη δημογραφική εξέλιξη.
- Δεδομένα ενεργειακής κατανάλωσης. Αυτά αναφέρονται στο είδος και τον αριθμό των φορτίων (π.χ. ηλεκτρική έλξη, φωτισμός, θέρμανση, κτλ.)

Οι μέθοδοι πρόβλεψης περιλαμβάνουν μοντέλα που αναλύουν τις τάσεις, οικονομικά μοντέλα, μοντέλα που εξομοιώνουν τον τελικό χρήστη ή συνδυασμούς των παραπάνω. Η πρόβλεψη βάσει των τάσεων θεωρεί ότι το ποσοστό μεταβολής



της χρήσης του ηλεκτρισμού παρελθόντων ετών θα παραμείνει το ίδιο μελλοντικά. Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιεί απλή στατιστική ανάλυση και απαιτεί μόνο βασικές ποσότητες των πωλήσεων του ηλεκτρισμού και τις αιχμές του φορτίου. Δεν αποτελεί την ακριβέστερη μέθοδο μιας και προϋποθέτει μελλοντικά τα ίδια ποσοστά μεταβολής με το παρελθόν. Χρησιμοποιείται κυρίως για μεσοπρόθεσμες προβλέψεις (1 ή 2 έτη). Τα οικονομομετρικά μοντέλα είναι πιο λεπτομερή και εξετάζουν την επίδραση που έχουν οι διάφοροι παράγοντες στην εξέλιξη της ζήτησης, δηλαδή εξετάζεται η συσχέτιση μεταξύ των καταγεγραμμένων δεδομένων. Τα μοντέλα που αναφέρονται στον τελικό χρήστη εξετάζουν τη κατανομή της κατανάλωσης ανά τύπο φορτίου. Συνήθως, πραγματοποιείται ξεχωριστή πρόβλεψη για κάθε κατηγορία φορτίου. Για παράδειγμα, η ενεργειακή χρήση μίας μονάδας κλιματισμού προκύπτει από το γινόμενο που περιλαμβάνει τον αριθμό των οικιών, το ποσοστό των οικιών που χρησιμοποιεί μονάδα κλιματισμού, το ποσό της ψύξης που απαιτείται για κάθε οικία και από την ενεργειακή ένταση του αντίστοιχου μοντέλου κλιματισμού. Τα μοντέλα που εξομοιώνουν τη τελική χρήση του ηλεκτρισμού είναι τα πιο λεπτομερή και παρέχουν τις απαραίτητες πληροφορίες για τον σχεδιασμό μέτρων ενεργειακής αποδοτικότητας. Στο παραπάνω παράδειγμα, ο σχεδιαστής των μέτρων μπορεί να αλλάξει το μοντέλο του κλιματιστικού, άρα και την ενεργειακή ένταση, με αποτέλεσμα την πιο αποτελεσματική κάλυψη του ψυκτικού φορτίου. Αξίζει να σημειωθεί, ότι η πρόβλεψη της ζήτησης βασίζεται σε ένα βασικό σενάριο που αντιστοιχεί στο πως οι παράμετροι που επηρεάζουν την ζήτηση θα εξελιχθούν στο μέλλον. Επιπλέον, δημιουργούνται σενάρια που αντιστοιχούν σε “υψηλή” και “χαμηλή” οικονομική ανάπτυξη, υψηλές και χαμηλές τιμές των καυσίμων, μεγάλη και μικρή αύξηση του πληθυσμού, κτλ. Τα σενάρια πρόβλεψης μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην εκτίμηση της “ευελιξίας” μίας μονάδας παραγωγής, δηλαδή εάν οι αλλαγές στο τρόπο λειτουργίας της (που αντιστοιχούν σε υψηλή και χαμηλή ζήτηση) είναι οικονομικά ασύμφωρες ή όχι [1].

### **2.3 Εξέταση δράσεων SSM**

Ένα σύστημα τροφοδοσίας ηλεκτρικής ενέργειας αποτελείται από τεχνολογίες παραγωγής, μεταφοράς και διανομής του ηλεκτρισμού και από μονάδες διαχείρισης των καταλοίπων που προκύπτουν από τη χρήση των καυσίμων. Η αξιολόγηση της τροφοδοσίας αναφέρεται από τον προσδιορισμό όλων των εναλλακτικών

επιλογών για την παραγωγή ηλεκτρισμού και των διάφορων ιδιοτεροτήτων που έχει η χρήση κάθε τεχνολογίας παραγωγής. Η διαχείριση της πλευράς της παραγωγής (Supply Side Management, SSM) αναφέρεται στη κάλυψη της ζήτησης μέσω των διαφορετικών εναλλακτικών τεχνολογιών παραγωγής [7]. Η αυξανόμενη ζήτηση καλύπτεται με την αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος του συστήματος παραγωγής. Δίνεται έμφαση στη τήρηση των περιβαλλοντικών δεσμεύσεων και στους οικονομικούς περιορισμούς. Η παραγωγή του ηλεκτρισμού μπορεί να γίνει με κεντρικούς, διανεμημένους σταθμούς ή συνδυασμό αυτών. Οι τεχνολογίες παραγωγής κάνουν χρήση στερεών καυσίμων (ατμοηλεκτρικοί και πυρηνικοί σταθμοί, σταθμοί συνδυασμένου κύκλου), υγρών καυσίμων (μηχανές εσωτερικής καύσης, αεριοστροβιλικοί και ατμοηλεκτρικοί σταθμοί, κυψέλες καυσίμου) και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (φωτοβολταϊκά στοιχεία, αιολικά πάρκα, μονάδες γεωθερμίας, υδροηλεκτρικοί, ηλιοθερμικοί και υβριδικοί σταθμοί). Ο σχεδιασμός του συστήματος μέσω SSM θα πρέπει να λάβει υπ' όψιν τα εξής:

- Εγκατεστημένη ισχύς του σταθμού παραγωγής.
- Μέγιστος και βέλτιστος συντελεστής φορτίου. Ο συντελεστής φορτίου αναφέρεται στο χρονικό διάστημα που ο σταθμός παράγει ηλεκτρισμό υπό μέγιστη ισχύ (πλήρης φόρτιση).
- Τύπος καυσίμου. Τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά των διαθέσιμων καυσίμων.
- Απόδοση. Για τους σταθμούς παραγωγής, αναφέρεται στην παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια ανά μονάδα καυσίμου. Για το δίκτυο μεταφοράς και διανομής, αναφέρεται στο ποσοστό των απωλειών της ηλεκτρικής ενέργειας κατά τη διαδικασία της μεταφοράς και της διανομής.
- Κόστος καυσίμου. Ποιο είναι το παρών κόστος του καυσίμου και πως αναμένεται να εξελιχθεί στο μέλλον;
- Κόστος εγκατάστασης, λειτουργίας και συντήρησης.
- Διάρκεια ζωής των τεχνολογιών παραγωγής.
- Επίδραση στο περιβάλλον. Ποιες οι ποσότητες καταλοίπων παράγονται, πόση έκταση γης απαιτείται για τη κατασκευή φράγματος αλλά και πως επηρεάζονται η άρδευση και η ύδρευση σε περίπτωση υδροηλεκτρικού σταθμού, ποιες επιδράσεις στο περιβάλλον κατά τη διάρκεια της κατασκευής και της αποσύνθεσης του σταθμού παραγωγής;

Ο σχεδιασμός του συστήματος έχει επίδραση και σε άλλους τομείς, π.χ. στην μηχανική, στο δίκαιο, στη δημοσιονομία, κτλ. Το γεγονός αυτό οδηγεί στη συμμετοχή φορέων διαφορετικών κλάδων της ενέργειας κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού [1].

## **2.4 Εξέταση δράσεων DSM**

Η διαχείριση της πλευράς της ζήτησης (Demand Side Management, DSM) αναφέρεται σε μέτρα που στοχεύουν στον έλεγχο, στην επιρροή και στην μείωση της ηλεκτρικής ζήτησης. Σκοπός του DSM είναι η μεταβολή της τελικής χρήσης της ηλεκτρικής ενέργειας, η ολίσθηση της ζήτησης από περιόδους υψηλής σε περιόδους χαμηλής και η διαχείριση της σε καταστάσεις διακοπτόμενης παραγωγής, με απώτερο ενδιαφέρον τη μείωση του κόστους λειτουργίας στην πλευρά της παραγωγής [8]. Με άλλα λόγια το DSM περιλαμβάνει εκείνα τα μέτρα που βοηθούν τους καταναλωτές να χρησιμοποιούν την ηλεκτρική ενέργεια με αποδοτικότερο τρόπο. Τα μέτρα DSM μπορούν να καθυστερήσουν ή να αναβάλουν τη κατασκευή νέων μονάδων παραγωγής και να ελαττώσουν τη χρήση των υπάρχοντων μονάδων ή να οδηγήσουν τις υπάρχουσες μονάδες να εξυπηρετούν περισσότερους καταναλωτές [9]. Τα μέτρα DSM διακρίνονται σε 4 κατηγορίες όπου η κάθε μία απαιτεί διαφορετική μέθοδο ενσωμάτωσης:

- (i) Προγράμματα ενημέρωσης. Στοχεύουν στην ενημέρωση του κοινού για τα πλεονεκτήματα της ενεργειακής απόδοσης. Αυτό μπορεί να γίνει μέσω διαφημιστικών εκστρατειών, φυλλαδίων, σεμιναρίων, κτλ. Τα προγράμματα ενημέρωσης αποτελούν τη βάση του DSM και είναι παρόντα σε κάθε μέτρο DSM.
- (ii) Προγράμματα τεχνικής υποστήριξης. Παρέχουν τους καταναλωτές ενεργειακές επιθεωρήσεις και καταγράφουν τα τεχνικά εμπόδια που υπάρχουν για την εισαγωγή μεθόδων μεταβολής της ζήτησης.
- (iii) Προγράμματα οικονομικής υποστήριξης. Στοχεύουν στη μείωση του κόστους για την εισαγωγική μέτρων ενεργειακής απόδοσης. Τα προγράμματα περιέχουν δανειοδοτήσεις και επιδοτήσεις για αγορά ενεργειακά αποδοτικού εξοπλισμού.
- (iv) Προγράμματα άμεσης παρέμβασης. Πρόκειται για προγράμματα που “παρεμβαίνουν” στην αγορά και προωθούν αποδοτικό εξοπλισμό χωρίς ή με μηδενι-

κό κόστος. Οι κυβερνητικές οδηγίες που αναφέρονται στον καθορισμό των ελάχιστων κριτηρίων που πρέπει να πληροί ο εξοπλισμός για να θεωρηθεί ενεργειακά αποδοτικός, είναι ουσιαστικά προγράμματα άμεσης παρέμβασης.

Από πλευράς αυξημένης πολυπλοκότητας ως προς την ενσωμάτωση, τα προγράμματα ενημέρωσης είναι τα πιο απλά, ακολουθεί η τεχνική υποστήριξη, τα οικονομικά κίνητρα και τέλος η άμεση παρέμβαση.

Η προώθηση του ενεργειακά αποδοτικού εξοπλισμού είναι βασική προσέγγιση του DSM. Μερικά μέτρα ενεργειακής απόδοσης ανά κατηγορία καταναλωτών παρουσιάζονται παρακάτω:

- Οικιακός τομέας: λαμπτήρες φθορισμού, αποδοτικά ψυγεία, κλιματιστικά, φούρνοι, κτλ., αυτόματος έλεγχος φωτισμού, αναβαθμίσεις στα κτίρια, κτλ.
- Εμπορικός/κτιριακός τομέας: αναβαθμίσεις στα κτίρια, έλεγχος φωτισμού, θέρμανσης, ψύξης, κτλ.
- Βιομηχανικός τομέας: έλεγχος φωτισμού, ψύξης, θέρμανσης, αποδοτικότεροι κινητήρες, συμπαραγωγή ηλεκτρισμού-θερμότητας, διατάξεις διόρθωση συντελεστή ισχύος, κτλ.

Για την προώθηση και την ενσωμάτωση μέτρων DSM θα πρέπει να διευθετηθούν θέματα όπως:

- Εφαρμογή: σε ποιους καταναλωτές θα απευθύνονται τα μέτρα και σε ποια κλίμακα αγοράς;
- Αξιοπιστία και διάρκεια ζωής: Ποια τα αποτελέσματα ενός μέτρου DSM κατά την εφαρμογή του στο παρελθόν; Ποια η τυπική διάρκεια ζωής του;
- Απόδοση: Ποιο το ποσό ενέργειας που εξοικονομείται σε σχέση με τη χρήση του παραδοσιακού εξοπλισμού;
- Κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας: Ποιο το κόστος κτίσης, λειτουργίας και συντήρησης μίας τεχνολογίας;
- Περιβαλλοντική επίδραση: Ποια η επίδραση της τεχνολογίας σε σχέση με τον συμβατικό εξοπλισμό;
- Διακίνηση κονδυλίων: Ποιο το ποσοστό των κονδυλίων που μπορεί να διατεθεί από εγχώριες πηγές και ποιο είναι αυτό που εισάγεται;

Δεδομένα για το κόστος και την απόδοση διάφορων μέτρων DSM μπορούν να είναι διαθέσιμα από αρκετές πηγές όπως κυβερνητικούς οργανισμούς, τεχνολογικές βάσεις δεδομένων, εταιρίες εμπορίας ενεργειακά αποδοτικού εξοπλισμού, παραγωγούς ηλεκτρισμού, κ.α. [10]

## **2.5 Αξιολόγηση δράσεων SSM και DSM**

Από τη στιγμή που έχουν συγκεντρωθεί δεδομένα για τα πιθανά SSM και DSM μέτρα και εφόσον έχουν έχει αποφασιστεί μία σειρά από μέτρα, το επόμενο βήμα του κύκλου του σχεδιασμού του συστήματος είναι η κατάρτιση των επιλογών σε υποψήφια μέτρα προς ενσωμάτωση.

Ένα σχέδιο SSM είναι αυτό που καλύπτει τις ανάγκες της ζήτησης έτσι όπως ορίστηκαν από τη πρόβλεψη της ζήτησης με πρακτικό τρόπο χρησιμοποιώντας τους υπάρχοντες πόρους. Μπορεί να υπάρχουν διαφορετικά σχέδια SSM και αρχικά θα πρέπει να μειωθεί ο αριθμός των σχεδίων. Για την προετοιμασία και την αξιολόγηση των σχεδίων, θα πρέπει να βρεθεί απάντηση στα παρακάτω:

- Τοποθεσία του σταθμού παραγωγής: Ποια είναι τα ιδανικά μέρη για την φιλοξενία του σταθμού; Η επιλογή επηρεάζεται από την πρόσβαση στο καύσιμο, την απόσταση από το δίκτυο μεταφοράς, τη πυκνότητα του πληθυσμού και από πολιτικές και περιβαλλοντικές επιλογές.
- Συγχρονισμός με τη ζήτηση: Πότε θα χρειαστούν οι πόροι;
- Κόστος και χρηματοδότηση: Ποιο το ύψος των απαραίτητων κονδυλίων; Υποστηρίζεται η εγκατάσταση του σταθμού από ιδιωτικά ή δημόσια κονδύλια;
- Αξιοπιστία του σχεδίου SSM: Είναι επαρκής η εγκατεστημένη ισχύς που προτείνεται;

Κάθε σχέδιο SSM αξιολογείται βάσει τεχνοικονομικών και περιβαλλοντικών κριτηρίων. Σχετικά με τα μέτρα DSM, αρχικά αναγνωρίζονται οι περισσότερες ελκυστικές επιλογές που θα οδηγήσουν σε μία σειρά από οφέλη. Στη συνέχεια, αποφασίζεται ποια οντότητα της αγοράς θα είναι υπεύθυνη για την ενσωμάτωση των μέτρων DSM. Η ενσωμάτωση απαιτεί προώθηση, εποπτεία και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων. Τα μέτρα μπορούν να περιέχουν ενημέρωση του κοινού, οικονο-

μικά κίνητρα για τη μεταβολή της ζήτησης ή προώθηση ενεργειακών αποδοτικών συσκευών. Ένα σχέδιο DSM είναι μία σειρά από ένα ή περισσότερα προγράμματα DSM που ενθαρρύνουν την υιοθέτηση των μέτρων DSM. Το σχέδιο DSM περιγράφει τις δράσεις της οντότητας για το χρονικό διάστημα της εφαρμογής των μέτρων. Η αξιολόγηση ενός σχεδίου DSM πρέπει να δώσει βαρύτητα στα παρακάτω:

- Τεχνολογική διαθεσιμότητα: Είναι διαθέσιμες οι τεχνολογίες που θα προωθηθούν εμπορικά στην χώρα; Εάν όχι, τι πρέπει να γίνει για να αυξηθεί η διαθεσιμότητα τους;
- Αποδοτικότητα του προγράμματος: Μέσο αξιολόγησης της αποδοτικότητας ενός μέτρου DSM είναι η ετήσια και η συνολική εξοικονόμηση ενέργειας που αναμένεται από το μέτρο.
- Χρονική περίοδος της εξοικονόμησης: Πόσο χρονικό διάστημα θα διαρκέσει η εξοικονόμηση σε σχέση με την διάρκεια του σχεδίου DSM;
- Χρηματοδότηση: Υπάρχουν επαρκή κονδύλια για την υποστήριξη των μέτρων DSM;
- Κοινωνικά θέματα: Ποια είναι η επίδραση των μέτρων DSM στους καταναλωτές, στις εταιρίες παραγωγής, στις εταιρίες προμήθειας και εγκατάστασης του ενεργειακά αποδοτικού εξοπλισμού και γενικά σε όλους τους εμπλεκόμενους φορείς;
- Περιβαλλοντικά θέματα: Ποια η επίδραση στο περιβάλλον της εφαρμογής των μέτρων;

Το κριτήριο αξιολόγησης της αποδοτικότητας του σχεδίου DSM είναι η σύγκριση του κόστους του με αυτό του μέτρου SSM που αντικαθιστά. Η εμπειρία από προηγούμενα προγράμματα DSM είναι χρήσιμη στο να προβλεφτεί η αντίδραση της αγοράς στα υπό ενσωμάτωση νέα μέτρα [1].

## **2.6 Εναλλακτικές επιλογές στο σχεδιασμό ελαχίστου-κόστους**

Οι διαφορετικές επιλογές για τον σχεδιασμό του συστήματος που προκύπτουν από διαφορετικά σχέδια SSM και DSM θα πρέπει να ανταποκρίνονται στην προβλεπόμενη μελλοντική ζήτηση. Τα κριτήρια βάσει των οποίων γίνεται η αποτίμηση μίας επιλογής ανάμεσα σε εναλλακτικές σχεδιασμού του συστήματος είναι:

- Οικονομικά κριτήρια: κόστος εγκατάστασης, λειτουργίας και συντήρησης του σταθμού, κόστος καυσίμου, κερδοφορία εταιριών παραγωγής κτλ.
- Κριτήρια απόδοσης: κάλυψη της ζήτησης, εφεδρικά όρια των σταθμών, κτλ.
- Κριτήρια ενεργειακής ασφάλειας: ποικιλία στην τροφοδοσία, εκμετάλλευση εγχώριων πόρων, διείσδυση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, κτλ.
- Περιβαλλοντικά κριτήρια: εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, διαθέσιμη έκταση για την εγκατάσταση των σταθμών, κτλ.
- Λοιπά κριτήρια: νέες θέσεις εργασίας, πολιτική και κοινωνική αποδοχή, κτλ.

Στην πράξη, μετά την ολοκλήρωση ενός συγκεκριμένου σχεδιασμού, δηλαδή ενός συνδυασμού πλάνων SSM και DSM, εξάγεται μία αναφορά που είναι μία σύνοψη του σχεδιασμού. Παρακάτω παρουσιάζεται η μορφή του:

- Εισαγωγή: στόχοι του προγράμματος, συμμετέχοντες και αρμοδιότητες αυτών.
- Σύνοψη: μέρη που απαρτίζουν τον σχεδιασμό, κόστος και επιδράσεις, βραχυπρόθεσμες δράσεις.
- Απαιτήσεις ηλεκτρισμού: ιστορικά δεδομένα φορτίου, μέθοδοι για την πρόβλεψη της ζήτησης ανά κατηγορία καταναλωτή, διαμόρφωση σεναρίων.
- Μέτρα SSM: παραγωγή, μεταφορά και διανομή, χαρακτηριστικά υποψήφιων μονάδων παραγωγής.
- Μέτρα DSM: προσδιορισμός των μέτρων DSM για κάθε κατηγορία καταναλωτή, πλεονεκτήματα έναντι SSM.
- Εξωτερικό κόστος: επίδραση στο περιβάλλον.
- Επιλογή των σχεδίων: διαφορές μεταξύ των σχεδίων, κριτήρια και διαδικασία επιλογής.
- Ενσωμάτωση και επιτήρηση: παρακολούθηση της πορείας, ανατροφοδότηση και αξιολόγηση [1].

## **2.7 Επιτήρηση και αξιολόγηση**

Μετά την επιλογή και την ενσωμάτωση συγκεκριμένου σχεδιασμού, η διαρκής παρακολούθηση του είναι αναγκαία ώστε να αξιολογούνται τα διαδοχικά βήματα. Η συνεχής παρακολούθηση είναι χρήσιμη για τροποποιήσεις ή βελτιώσεις διάφορων παραμέτρων. Επίσης, η παρακολούθηση απαιτείται κυρίως για τις νέες τεχνολογίες που περιλαμβάνουν μερικά από τα μέτρα DSM.

Τα μέτρα SSM περιλαμβάνουν τη εκτέλεση των συμβολαίων για τη αγορά της ενέργειας ή για τη κατασκευή μονάδων. Από την άλλη, τα μέτρα DSM περιλαμβάνουν τεχνικές που στοχεύουν στην κατανάλωση και η αξιολόγηση της αποδοτικότητας τους είναι πιο δύσκολο για να αποτιμηθεί. Η αξιολόγηση των μεθόδων περιλαμβάνει τη χρήση μετρητών για την καταγραφή της κατανάλωσης, την ανάλυση των λογαριασμών του ηλεκτρισμού των καταναλωτών που συμμετέχουν στο σχέδιο DSM, την δημοσκόπηση των καταναλωτών και τον μετασχηματισμό της αγοράς που αναφέρεται σε τάσεις που σχετίζονται με την ενεργειακή απόδοση.

Ο σχεδιασμός του συστήματος είναι μία επαναλαμβανόμενη και δυναμική διαδικασία που περιλαμβάνει συνεχείς τροποποιήσεις και βελτιώσεις. Οι αλλαγές στον σχεδιασμό είναι αναπόφευκτες αλλά και απαραίτητες. Ο σχεδιασμός του συστήματος αποτελεί ένα πλαίσιο συνεργασίας μεταξύ των διάφορων οντοτήτων της αγοράς ενέργειας [1].



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3**

### **Μέτρα διαχείρισης της ηλεκτρικής ζήτησης**

#### **3.1 Ιστορική αναδρομή**

Η ενεργειακή πολιτική πολλών χωρών έχει στραφεί προς την απελευθέρωση της αγοράς της ηλεκτρικής ενέργειας, στη μείωση του κόστους παραγωγής, μεταφοράς και διανομής του ηλεκτρισμού, στη προώθηση τεχνολογικών καινοτομιών και στην ενίσχυση της διακρατικής ανταγωνιστικότητας [11-13]. Σαν πρώτο βήμα της απελευθέρωσης της αγοράς θεωρείται η αναμόρφωση της τιμολογιακής πολιτικής των καταναλωτών. Η χρέωση του ηλεκτρισμού θα πρέπει να αντανακλά αφενός μεν το κόστος παραγωγής αφετέρου δε τις πραγματικές ανάγκες των καταναλωτών. Υπό αυτό το πλαίσιο, ο σχεδιασμός των τιμολογίων οφείλει να είναι τέτοιος που να δίνει κίνητρο στον καταναλωτή να μειώνει τη ζήτηση του ή να την μετατοπίζει σε περιόδους υψηλού κόστους παραγωγής.

Η διαχείριση της ηλεκτρικής ζήτησης είναι ένα πλαίσιο που περιλαμβάνει μία σειρά από μέτρα για τη μεταβολή της ζήτησης έτσι ώστε να επωφεληθούν όλες οι εμπλεκόμενες οντότητες της αγοράς. Η πορεία του DSM διακρίνεται σε 5 “κύματα” που αναφέρονται στη χρονική εξέλιξη του στις Η.Π.Α. Παρόλα αυτά, η εξέλιξη στις Η.Π.Α. είναι άμεσα ανάλογη με την εξέλιξη σε διεθνές επίπεδο.

#### **1<sup>ο</sup> κύμα: Δεκαετία του 1970**

Η πετρελαϊκή κρίση του 1973 έφερε αυξήσεις στις τιμές των καυσίμων αλλά και έδωσε το έναυσμα για την έναρξη επίσημων συζητήσεων για εύρεση τρόπων τον εύλογο περιορισμό της ζήτησης. Αναγνωρίστηκε ότι οι τιμές του ηλεκτρισμού δεν είναι άμεσα ανάλογες με το κόστος παραγωγής και από τη στιγμή που οι τιμές επηρεάζονται από τις πολιτικές αποφάσεις, έπρεπε να ευρεθούν κίνητρα για το περιορισμό της κατανάλωσης. Το σημείο εστίασης του 1<sup>ου</sup> κύματος ήταν τα προγράμματα ενεργειακής απόδοσης. Θεωρήθηκε ότι αυτά τα προγράμματα θα είναι πιο οικονομικά από την εγκατάσταση νέων μονάδων. Λόγω του ευρύτερου κλίματος ενεργειακής κρίσης τα προγράμματα ήταν σχεδιασμένα με τέτοιο τρόπο ώστε να φέρουν άμεσα αποτελέσματα. Δεν δόθηκε επαρκής χρόνος αλλά και κονδύλια για την επιτήρηση και την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων. Οι αξιολογήσεις γί-

νονταν μέσω συνεντεύξεων του κοινού. Η Ομοσπονδιακή Διεύθυνση Ενέργειας (ο πρόγονος του Υπουργείου Ενέργειας) ήταν ο υπεύθυνος φορέας για την εποπτεία των DSM προγραμμάτων στις Η.Π.Α. Αξίζει να σημειωθεί ότι προτάθηκαν για πρώτη φορά δυναμικά τιμολόγια χρέωσης (time-varying rates) για μεγάλους εμπορικούς και βιομηχανικούς καταναλωτές, και συγκεκριμένα τα τιμολόγια ανά περίοδο χρήσης (time-of-use rates).

#### 2<sup>ο</sup> κύμα: Δεκαετία του 1980

Το δεύτερο κύμα έλαβε χώρα κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1980. Κατά το πρώτο μέρος της δεκαετίας, το ενδιαφέρον στράφηκε στην επίτευξη ενός κατανοητού συνόλου στόχων για τη διαμόρφωση της καμπύλης του φορτίου. Θεωρήθηκε ότι τα προγράμματα DSM θα διαδραμάτιζαν βασικό ρόλο στον σχεδιασμό του συστήματος και μάλιστα στο κομμάτι που αναφέρεται στη διαχείριση των ενεργειακών πόρων. Αυτό οδήγησε στην έννοια του σχεδιασμού του συστήματος ελαχίστου κόστους. Κατά το δεύτερο μέρος της δεκαετίας, προέκυψαν ζητήματα περί μείωσης των εσόδων των εταιριών που προωθούσαν μεγάλα και δαπανηρά προγράμματα DSM. Προφανώς, τα προγράμματα DSM μιας και μειώνουν τη χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας οδηγούν σε χαμηλότερες πωλήσεις ηλεκτρισμού αλλά αντιθέτως, μειώνεται και το κόστος παραγωγής. Για να διασφαλιστεί η κερδοφορία των εταιριών παραγωγής έλαβε χώρα μία αύξηση των τιμών του ηλεκτρισμού. Κατά τη διάρκεια του 2<sup>ου</sup> κύματος πραγματοποιήθηκαν πολλές μελέτες ανάλυσης κόστους έτσι ώστε να εξαχθούν όλα τα αλληλοσυγκρουόμενα φαινόμενα των προγραμμάτων DSM για τους παραγωγούς, τους καταναλωτές και γενικότερα για το κοινωνικό σύνολο. Τέλος, διεξήχθησαν πειράματα με τιμολόγια χρέωσης πραγματικού χρόνου (real-time pricing).

#### 3<sup>ο</sup> κύμα: Αρχές της δεκαετίας του 1990

Στις αρχές της δεκαετίας του 1990, εκδόθηκαν νέες οδηγίες και ρυθμιστικά πλαίσια για την ενσωμάτωση προγραμμάτων DSM και την παροχή κινήτρων για διάφορους φορείς για την επένδυση σε προγράμματα ενεργειακής απόδοσης. Υπήρξε μία διευρυμένη εξάπλωση του DSM σε 447 εταιρίες παραγωγής των Η.Π.Α. Η συνολική επένδυση στις Η.Π.Α. έφτασε τα \$3.20 δις και μεγάλη προσοχή δόθηκε

στην εξέταση της επίδρασης του DSM στο περιβάλλον. Στα μέσα της δεκαετίας, αυξήθηκε ο ανταγωνισμός μεταξύ των ανεξάρτητων παραγωγών και των κατοπινημένων παραγωγών. Λόγω του ανταγωνισμού μειώθηκε ο προϋπολογισμός για επενδύσεις σε προγράμματα DSM.

4<sup>ο</sup> κύμα: Τέλη της δεκαετίας του 1990

Κατά τη διάρκεια του 4<sup>ου</sup> κύματος, οι ρυθμιστικές αρχές εκδήλωσαν ενδιαφέρον για αύξηση των δαπανών από τις εταιρίες παραγωγής για τα προγράμματα DSM. Έτσι προτάθηκε προσθήκη της “χρέωσης κοινωνικού αγαθού” στα τιμολόγια του ηλεκτρισμού για να συγκεντρωθούν έσοδα που θα ενίσχυαν τις δαπάνες. Ο έλεγχος των προγραμμάτων άνηκε στις εταιρίες παραγωγής και συχνά την ενσωμάτωση την αναλάμβαναν Εταιρίες Ενεργειακών Υπηρεσιών (Energy Serving Companies, ESCOs). Κατά τη διάρκεια της περιόδου 1989-1999 οι συνολικές δαπάνες για το DSM ανέρχονταν στα \$14.70 δις.

5<sup>ο</sup> κύμα: Δεκαετία του 2000 και μετέπειτα

Το 5<sup>ο</sup> κύμα ξεκινάει το 2001 και μάλιστα από τη κρίση της χονδρεμπορικής αγοράς του ηλεκτρισμού στην Καλιφόρνια που επεκτάθηκε και σε άλλες πολιτείες. Κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης, το βάρος δόθηκε στα δυναμικά τιμολόγια και λιγότερο στην ενεργειακή απόδοση. Η δυναμική τιμολόγηση (dynamic pricing) είναι μία μορφή τιμολόγησης όπου είτε είναι άγνωστη η τιμή μίας επερχόμενης περιόδου είτε είναι άγνωστη η διάρκεια μίας περιόδου με γνωστή τιμή. Το real-time pricing είναι μία μορφή dynamic pricing. Τέλος, το 5<sup>ο</sup> κύμα χαρακτηρίστηκε από την εισαγωγή ψηφιακών τεχνολογιών σε μεγάλη κλίμακα της αγοράς.

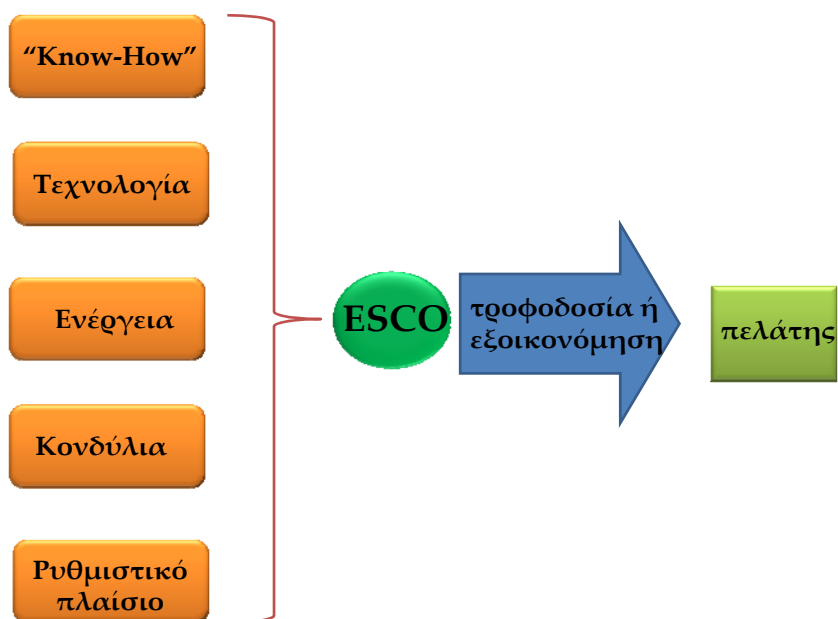
Τα προγράμματα DSM μετρούν πάνω από 30 έτη εφαρμογής και αυτό συνεπάγει τη συλλογή αρκετών εμπειριών. Καταρχήν, ένα σημαντικό χαρακτηριστικό είναι ότι η εξοικονόμηση ενέργειας που προκύπτει δεν μπορεί να προβλεφτεί σε μεγάλο βάθος χρόνου. Δεύτερον, στη μεγάλη πλειοψηφία τους οι εταιρίες παραγωγής δεν συμμετέχουν στο DSM εάν δεν διασφαλιστεί ένας μηχανισμός ανάκτησης τους κόστους επένδυσης στο DSM. Η “χρέωση κοινωνικού αγαθού” είναι απαραίτητη για την κάλυψη του κόστους επένδυσης. Τρίτον, το DSM θα πρέπει να

σχεδιαστεί ώστε να είναι μία αυτό-συντηρούμενη διαδικασία που συμμετέχουν παραγωγοί, προμηθευτές, κατασκευαστές και προμηθευτές ενεργειακά αποδοτικού εξοπλισμού, ESCOs και καταναλωτές. Η διαδικασία της μετατόπισης της αγοραστικής τάσης προς νέα προϊόντα και καινοτόμες υπηρεσίες καλείται μετασχηματισμός της αγοράς. Πρόκειται για τη δημιουργία νέων τάσεων για προμήθεια ενεργειακά αποδοτικού εξοπλισμού έτσι ώστε να μην απαιτείται η εισαγωγή μέτρων DSM για την προώθηση του εξοπλισμού αλλά να αποτελεί αγοραστική τάση. Τέλος, στο πλαίσιο της αναδιάρθρωσης των αγορών ενέργειας, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι το DSM δεν έχει γίνει επαρκώς αποδεκτό. Είναι σημαντικό ότι οι οργανισμοί που είναι αρμόδιοι για τον επανασχεδιασμό της αγοράς, συμπεριλαμβανομένων των υπουργείων και τις ρυθμιστικές επιτροπές, δεν παραμελούν τα οφέλη που φέρνει το DSM. Η εφαρμογή του DSM έχει εναλλακτικές προσεγγίσεις. Για παράδειγμα, το πρόγραμμα μπορεί να σχεδιαστεί από ένα παραγωγό και η εισαγωγή, η παρακολούθηση και η αξιολόγηση του προγράμματος να γίνει από έναν ανεξάρτητο ανάδοχο. Επίσης, μπορεί ο παραγωγός να σχεδιάσει το πρόγραμμα και να ενθαρρύνει τη μετοχική συνδρομή από άλλους φορείς ως προς την χρηματοδότηση του [10].

Η επιτυχία της περαιτέρω αύξησης της ενεργειακής αποδοτικότητας σε όλους τους τομείς της κατανάλωσης κατέχει ζωτικό ρόλο στην αντιμετώπιση των προκλήσεων του ενεργειακού συστήματος. Η μείωση της ενέργειας κατανάλωσης μέσω την αύξηση της απόδοσης είναι ένας πολύ αποτελεσματικός τρόπος για την επίτευξη των τριών βασικών στόχων της ενεργειακής πολιτικής: ασφάλεια του εφοδιασμού, προσιτό κόστος των ενεργειακών υπηρεσιών και προστασία του περιβάλλοντος. Επιπλέον, η αυξανόμενη ενσωμάτωση των Α.Π.Ε. στα νέα ευφυή δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας θα πρέπει να υποστηριχθεί από την ισορροπία μεταξύ αγορών ενέργειας και επικουρικών υπηρεσιών. Η έννοια της ενεργειακής απόδοσης περιλαμβάνεται σε πολλές πολιτικές ατζέντες αλλά απαιτείται μεγαλύτερος βαθμός συμμετοχής διάφορων καταναλωτών. Οι ESCOs είναι ένας σχετικά νέος εμφανιζόμενος φορέας στο χώρο των αγορών της ενέργειας.

Το “Ενεργειακό Συμβόλαιο” (Energy Contracting) ή “Υπηρεσία Ενεργειακής Απόδοσης” (Energy Efficiency Service) είναι μία ενεργειακή υπηρεσία με στόχο την επικύρωση ενεργειακών αποδοτικών αναπτυξιακών έργων ή επιλογών παραγωγής σε συμφωνία με κάποιο ελαχιστοποιημένο κόστος κύκλου του αναπτυξιακού έργου. Στην τυπική περίπτωση, ένα ESCO ενεργεί ως ο ανάδοχος για την σύναψη

και την εκτέλεση του ενεργειακού συμβολαίου. Το ESCO ενσωματώνει ένα προσαρμοσμένο στις εκάστοτε ανάγκες πακέτο ενεργειακής αποδοτικότητας που περιλαμβάνει σχεδιασμό, (συν-)χρηματοδότηση, λειτουργία και συντήρηση, βελτιστοποίηση, αγορά καυσίμου (ενεργειακών πόρων) και παρότρυνση του τελικού χρήστη. Το ESCO αναλαμβάνει όλες τις κατηγορίες ρίσκου, όπως οικονομικές, τεχνικές και λειτουργικές. Το Ενεργειακό Συμβόλαιο αναφέρεται σε περίοδο 5-15 ετών. Η έννοια του Ενεργειακού Συμβολαίου μετατοπίζει το ενδιαφέρον από την πώληση μονάδων τελικής ενέργειας (όπως αέριο, πετρέλαιο, ηλεκτρισμός) προς τα επιδιωκόμενα οφέλη που προκύπτουν από τη χρήση της ενέργειας, όπως θέρμανση και ψύξη υπό χαμηλότερο κόστος, κτλ. Το Συμβόλαιο δεν αναφέρεται σε συγκεκριμένη τεχνολογία ή ενεργειακό φορέα αλλά αποτελεί ένα ευέλικτο “εργαλείο απόδοσης” που εκτελεί σχέδια ενεργειακής απόδοσης, σε συμφωνία πάντα με τις εκάστοτε απαιτήσεις του χρήστη. Το σχεδιάγραμμα της λειτουργίας του ESCO φαίνεται στο παρακάτω Σχήμα.



Σχήμα 3.1: Λειτουργία ESCO.

Το ESCO παρέχει είτε ποσά ενέργειας είτε πακέτα εξοικονόμησης στον πελάτη. Ο τελικός στόχος είναι η κάλυψη των ενεργειακών αναγκών υπό προκαθορισμένα οικονομικά και περιβαλλοντικά κριτήρια. Το 1<sup>ο</sup> συστατικό του ESCO είναι το

“Know-How” περιλαμβάνει την απαραίτητη τεχνογνωσία μέσω εταιρικών συμβούλων, μηχανικών και συναφών ειδικοτήτων. Το 2<sup>ο</sup> συστατικό είναι η τεχνολογία που αναφέρεται στον τομέα της παροχής ενέργειας. Το 3<sup>ο</sup> συστατικό αναφέρεται στην ενέργεια που περιλαμβάνει μία πλειάδα επιλογών όπως αέριο, βιομάζα, πετρέλαιο, ηλιακό δυναμικό, κτλ. Το 4<sup>ο</sup> συστατικό είναι τα κονδύλια που αναφέρονται στην χρηματοδότηση του έργου (δανειοδότηση, χορηγίες, επιδοτήσεις, κτλ.). Τέλος, το 5<sup>ο</sup> συστατικό αναφέρεται στο ρυθμιστικό πλαίσιο (νομοθεσία, οδηγίες, τεχνικοί κανονισμοί, κτλ.). Το ESCO ακολουθεί 2 επιχειρηματικά μοντέλα:

- (i) Energy Supply Contracting. Αναφέρεται στην αποδοτική τροφοδοσία με ενεργειακούς πόρους για την κάλυψη ηλεκτρικών και θερμικών αναγκών. Το παρόν μοντέλο έχει ομοιότητες με τα συμβατικά συμβόλαια κάλυψης θερμικών φορτίων και με τα συμβόλαια συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού.
- (ii) Energy Performance Contracting. Ο στόχος είναι η μείωση της κατανάλωσης μέσω μέτρων DSM.

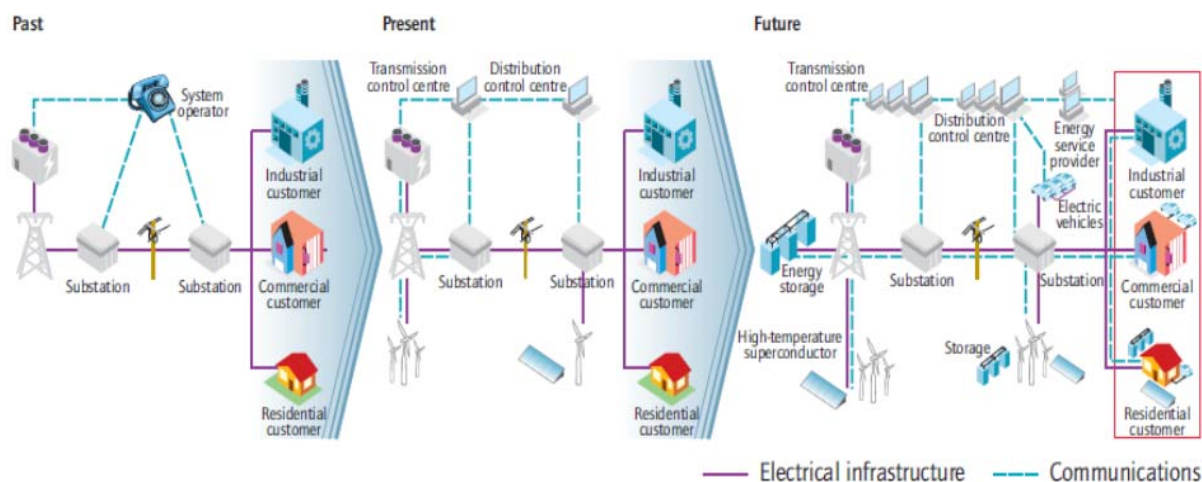
Η βιομηχανία των ESCO είναι ταχέως αναπτυσσόμενη με μεγάλο κύκλο εργασιών, ειδικά στις Η.Π.Α. [14-15]

### **3.2 Ευφυή δίκτυα**

Η λειτουργία των σύγχρονων συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας αντιμετωπίζει διάφορα προβλήματα όπως η χαμηλή (περίπου 30%) απόδοση της μετατροπής της πρωτογενούς ενέργειας σε ηλεκτρική, οι σχετικά υψηλές απώλειες (περίπου το 8% της παραγόμενης ενέργειας) κατά τη μεταφορά καθώς και περίπου 20% της εγκατεστημένης ισχύος εξυπηρετεί τις αιχμές του φορτίου. Η σημαντικότερη πρόκληση των σημερινών συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας παραμένει η ραγδαία αύξηση της κατανάλωσης, ειδικά στις αναπτυσσόμενες χώρες. Επιπλέον, η σημερινή “οικονομία του άνθρακα” βασίζεται στην εκμετάλλευση ορυκτών καυσίμων με αποτέλεσμα τις περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις. Η συγκέντρωση και η μονοπωλική διάθεση των ενεργειακών πόρων θέτει συγκεκριμένες γεωπολιτικές ισορροπίες. Τα τελευταία χρόνια η διεύθυνση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι σημαντική αλλά σηματοδοτεί αρκετά τεχνοοικονομικά προβλήματα. Ένα νέο ζήτημα των συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας είναι η προώθηση των ηλεκτρικά

οχημάτων (plug-in hybrid electric vehicles) [16-20]. Προβλέπεται ότι τα ηλεκτρικά οχήματα θα συνδέονται σε σταθμούς τροφοδότησης με ηλεκτρισμό και μάλιστα προτείνεται, ότι η σύνδεση τους να γίνεται σε περιόδους υψηλής ζήτησης. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, το υπάρχων σύστημα μεταφοράς είναι υπεύθυνο για μεγάλο ποσοστό απωλειών. Θα πρέπει να επενδυθούν κεφάλαια για την ανάπτυξη ή την αντικατάσταση του υπάρχουσας υποδομής. Η βελτίωση του δικτύου δεν είναι μόνο τεχνικό ζήτημα αλλά υπάρχουν εμπόδια από το παρών ρυθμιστικό πλαίσιο και γενικά την δομή της αγοράς. Συνεχίζοντας, προκλήσεις αποτελούν θέματα αξιοπιστίας, όπως η αντιμετώπιση τυχαίων συμβάντων αλλά και θέματα ασφάλειας, όπως η προστασία του εξοπλισμού [21].

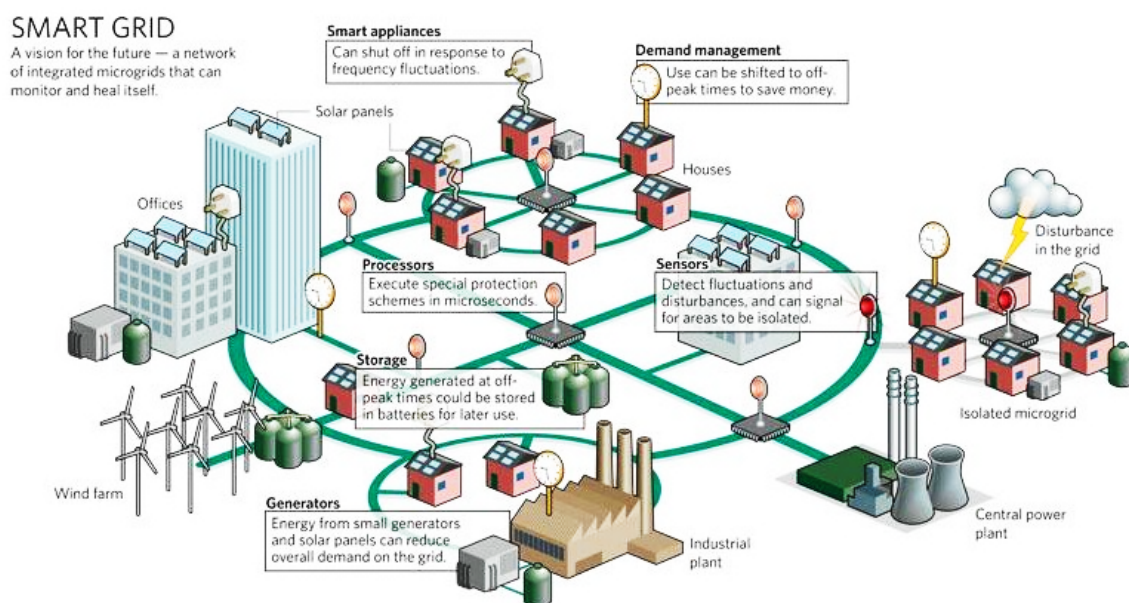
Σύμφωνα με την παραπάνω ανάλυση, κρίνεται η επιτακτική η ανάγκη για μία “μετατόπιση παραδείγματος” από το σημερινό δίκτυο προς μία άλλη μορφή ηλεκτρικού δικτύου, όπου πολλά θέματα αντιμετωπίζονται με το πλέον βέλτιστο τρόπο. Στο Σχήμα 3.2 παρουσιάζεται η εξέλιξη του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας.



Σχήμα 3.2: Εξέλιξη του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας.

Μεγάλο κομμάτι της σημερινής έρευνας στα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας επικεντρώνεται στα Ευφυή Δίκτυα (Smart Grids), έτσι ώστε να ξεπεραστούν πολλά από τα προβλήματα των συστημάτων [22-23]. Αν και δεν υπάρχει γενικός ορισμός των Ευφυσών Δικτύων, σύμφωνα με το Υπουργείο Ενέργειας των Η.Π.Α. και το Ευρωπαϊκό SmartGrids Technology Platform, το Ευφύες Δίκτυο χρησιμοποιεί τηλεπικοινωνιακή και πληροφορική τεχνολογία έτσι ώστε να μεταφέρει και να

διανέμει με τον βέλτιστο τρόπο ηλεκτρική ενέργεια από τους παρόχους στους πελάτες. Σύμφωνα με την International Energy Agency, το Ευφύες Δίκτυο είναι ένα ηλεκτρικό δίκτυο που χρησιμοποιεί ψηφιακή και άλλου είδους τεχνολογία για να παρακολουθήσει και να μεταφέρει τον ηλεκτρισμό από όλες τις πηγές έτσι ώστε να καλυφτούν οι μεταβαλλόμενες ανάγκες των χρηστών [24]. Τα Ευφύη Δίκτυα συντονίζουν τις ανάγκες και τις δυνατότητες των παραγωγών, των διαχειριστών των δικτύων, των καταναλωτών και άλλων οντοτήτων της αγοράς, έτσι ώστε όλα τα μέρη του συστήματος να λειτουργούν με τον βέλτιστο τρόπο, ελαχιστοποιώντας το κόστος και την επίδραση στο περιβάλλον και μεγιστοποιώντας την προσαρμοστικότητα, σταθερότητα και αξιοπιστία. Στο Σχήμα 3.3 φαίνεται μία γενική αναπαράσταση του Ευφυούς Δικτύου.



Σχήμα 3.3: Αναπαράσταση Ευφυούς Δικτύου.

Μερικές από τις τεχνολογίες που σχετίζονται με το Ευφύες Δίκτυο βρίσκονται σε στάδιο ανάπτυξης ενώ άλλες είναι ήδη δοκιμασμένες. Το Ευφύες Δίκτυο περιλαμβάνει μία σειρά τεχνολογιών που αναφέρονται στη παραγωγή, μεταφορά και διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας. Στη συνέχεια παρουσιάζονται αυτές οι τεχνολογίες.

Τεχνολογία: Γενική παρακολούθηση και έλεγχος.



Υλικό: Phasor measurement units και άλλος εξοπλισμός.

Λογισμικό: Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA), προγράμματα παρακολούθησης και ελέγχου.

Περιγραφή: Η γενική παρακολούθηση αναφέρεται στην παραγωγή και μεταφορά του ηλεκτρισμού. Πρόκειται για παρακολούθηση (monitoring) πραγματικού χρόνου των συστημάτων και της λειτουργίας αυτών της παραγωγής και της μεταφοράς και των διασυνδέσεων ανάμεσα σε γεωγραφικές περιοχές. Η παρακολούθηση μειώνει τις πιθανότητες εμφάνισης σφαλμάτων στο δίκτυο και παρέχει εποπτεία σε ειδικού τύπου τεχνολογίες παραγωγής όπως οι ΑΠΕ. Επίσης, τα δεδομένα που συγκεντρώνονται αποτελούν τη βάση για τις στρατηγικές λήψης αποφάσεων.

Τεχνολογία: Τηλεπικοινωνιακή και πληροφορική τεχνολογία.

Υλικό: Power line carrier, WIMAX, RF, servers, routers, relays, switches.

Λογισμικό: Enterprise resource planning, customer information systems.

Περιγραφή: Η IT υποδομή αναφέρεται σε όλο το δίκτυο και πρόκειται για την υποδομή της μεταφοράς της πληροφορίας. Τα δίκτυα μεταφοράς μπορεί να είναι ιδιωτικά (π.χ. ραδιοφωνικά δίκτυα, κτλ.) ή δημόσια (Internet, τηλεφωνικό δίκτυο, κτλ.). Το Ευφυές Δίκτυο προϋποθέτει τη μεταφορά πληροφορίας διπλής ροής, δηλαδή προς και από τους καταναλωτές.

Τεχνολογία: ΑΠΕ και διανεμημένη παραγωγή.

Υλικό: Συστήματα ελέγχου της λειτουργίας, μετρητικές διατάξεις, αποθηκευτικά μέσα.

Λογισμικό: Energy management systems, distribution management systems, SCADA, geographic information systems.

Περιγραφή: Η αποκέντρωση της παραγωγής έχει απασχολήσει τους φορείς λήψης αποφάσεων στην αγορά ενέργειας. Η διανεμημένη παραγωγή προσφέρει λύσεις για κάλυψη απομονωμένων φορτίων. Στην ιδεατή περίπτωση, εμπορικά κτίρια και οικίες καλύπτουν μέρος των αναγκών τους από μονάδες διανεμημένης παραγωγής. Το Ευφυές Δίκτυο περιλαμβάνει μονάδες ελέγχου και αποθηκευτικά μέσα για τη βέλτιστη λειτουργία των μονάδων.

Τεχνολογία: Εφαρμογές αναβάθμισης του συστήματος μεταφοράς.

Υλικό: Υπεραγωγοί, FACTS, HVDC.

Λογισμικό: Προγράμματα ανάλυσης της ευστάθειας του δικτύου, συστήματα αυτόματης ανάκτησης.

Περιγραφή: Υπάρχουν αρκετές τεχνολογίες για την αναβάθμιση της λειτουργικότητας του δικτύου, όπως τα ευέλικτα AC συστήματα μεταφοράς, (Flexible AC Transmission Systems, FACTS). Επίσης, για τη διασύνδεση υπεράκτιων αιολικών πάρκων ή φωτοβολταϊκών πάρκων χρησιμοποιούνται τεχνολογίες συνεχούς ρεύματος, τα High Voltage DC (HVDC). Επίσης η χρήση υψηλής θερμοκρασίας υπεραγωγών μπορούν να μειώσουν τις απώλειες κατά τη μεταφορά και τον περιορισμό των ρευμάτων σφάλματος.

Τεχνολογία: Διαχείριση του δικτύου διανομής.

Υλικό: Αυτόματοι διακόπτες, αισθητήρες στους μετασχηματιστές και στα καλώδια τροφοδοσίας.

Λογισμικό: geographic information systems, distribution management systems, outage management systems, workforce management systems.

Περιγραφή: Η εισαγωγή αυτοματισμών στους υποσταθμούς μπορεί να συνδράμει στην σταθεροποίηση της τάσης, στην ανίχνευση των σφαλμάτων και στη μείωση του χρόνου αποκατάστασης αυτών, στον έλεγχο της άεργης ισχύος, κτλ.

Τεχνολογία: Εξειλιγμένη υποδομή μέτρησης (Advanced Metering Infrastructure, AMI).

Υλικό: Έξυπνοι μετρητές (smart meters), αισθητήρες, servers.

Λογισμικό: Meter data management systems.

Περιγραφή: Το AMI είναι από τις βασικότερες τεχνολογίες του Ευφυούς Δικτύου και παρέχει διπλή ροή πληροφορίας, καταγραφή του φορτίου σε πραγματικό χρόνο, αποστολή δεδομένων που αφορούν τις τιμές της ηλεκτρικής ενέργειας, κ.α. Τα δεδομένα του φορτίου καταγράφονται, αποθηκεύονται και υπόκεινται σε επεξεργασία έτσι ώστε να εξαχθούν συμπεράσματα για τα πρότυπα της κατανάλωσης. Το AMI αποτελεί τη βάση για τη ανάπτυξη της λιανεμπορικής αγοράς της ενέργειας αλλά και για τη προώθηση ενεργειακά αποδοτικού εξοπλισμού και αντιστοιχών υπηρεσιών.

Τεχνολογία: Υποδομή υποστήριξης της λειτουργίας ηλεκτρικών συστημάτων.

Υλικό: Συστήματα φόρτισης, αντιστροφείς (inverters).

**Λογισμικό:** Συστήματα για την σύνδεση και την φόρτιση των ηλεκτρικών οχημάτων.

**Περιγραφή:** Τα οχήματα που συνδέονται στην “πρίζα” είναι ένας νεωτερισμός που εισάγεται από το Ευφύες Δίκτυο. Εκτός από το περιβαλλοντικό όφελος, τα ηλεκτρικά οχήματα μπορούν να συμβάλλουν στην περικοπή της αιχμής του φορτίου.

**Τεχνολογία:** Συστήματα στην πλευρά των καταναλωτών.

**Υλικό:** Έξυπνες συσκευές, συστήματα διαχείρισης των φορτίων.

**Λογισμικό:** energy management systems, εφαρμογές smart phones κτλ.

**Περιγραφή:** Τα συστήματα στην πλευρά της κατανάλωσης αναφέρονται σε διατάξεις και εφαρμογές που αποσκοπούν στον έλεγχο της κατανάλωσης. Νέες προσεγγίσεις προτείνουν την ανάπτυξη εφαρμογών για συσκευές κινητής τηλεφωνίας αλλά και τη χρήση των μέσων κοινωνικής δικτύωσης (social networks) για τη δημιουργία τάσεων για την αποδοχή της ενεργειακής απόδοσης.

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται οι βασικές διαφορές μεταξύ του συμβατικού και του Ευφυούς Δικτύου.

**Πίνακας 1: Κύριες διαφορές μεταξύ του υπάρχοντος δικτύου και του Ευφυούς Δικτύου.**

<b>Συμβατικό δίκτυο</b>	<b>Ευφύες Δίκτυο</b>
ηλεκτρομηχανικές διατάξεις	ψηφιακές διατάξεις
επικοινωνία απλής ροής	επικοινωνία διπλής ροής
κεντρική παραγωγή	διανεμημένη παραγωγή
ελάχιστοι αισθητήρες	πληθυσμός αισθητήρων
χωρίς παρακολούθηση	αυτο-παρακολούθηση
δυσλειτουργίες και μπλακ άουτ	προσαρμοστικό και αυτο-ιάση
χειρωνακτικός έλεγχος	φορητός έλεγχος
ελάχιστες επιλογές των καταναλωτών	πλειάδα επιλογών των καταναλωτών

Τα χαρακτηριστικά του Ευφυούς Δικτύου περιγράφονται παρακάτω:

- Κάνει δυνατή τη πληροφόρηση των καταναλωτών. Οι καταναλωτές είναι σε θέση να συνδράμουν στην εξισορρόπηση παραγωγής και ζήτησης και να εγγραθούν την αξιοπιστία του συστήματος μέσω της μεταβολής της ζήτησης τους. Η μετα-

βολή της ζήτησης γίνεται μέσω κατάλληλου εξοπλισμού και μέσω οικονομικών κινήτρων (ευέλικτα τιμολόγια).

- Κάνει χρήση όλων των διαθέσιμων ενεργειακών πόρων. Το Ευφυές Δίκτυο χρησιμοποιεί κεντρική και διανεμημένη παραγωγή και ενισχύει την συνεισφορά των ΑΠΕ στο μίγμα της ηλεκτροπαραγωγής.
- Προωθεί νέα προϊόντα και υπηρεσίες. Οι καταναλωτές είναι σε θέση να επιλέξουν από ένα σύνολο προϊόντων και υπηρεσιών ώστε να καλύψουν τις ανάγκες. Οι νέες αγορές που αναπτύσσονται περιλαμβάνουν ESCOs, κατασκευαστές και προμηθευτές αποδοτικών συσκευών, έξυπνων μετρητών και IT υποστήριξης.
- Παρέχει ποιότητα ισχύος για ένα ευρύ σύνολο αναγκών. Είναι γεγονός πως δεν απαιτείται η ίδια ποιότητα ισχύος για όλες τις κατηγορίες των καταναλωτών. Το Ευφυές Δίκτυο παρέχει πακέτα ισχύος-χρέωσης και μπορούν να καθοριστούν διαφορετικά συμβόλαια που να ανταποκρίνονται στις αντίστοιχες ανάγκες. Τα συστήματα παρακολούθησης και ελέγχου περιορίζουν φαινόμενα που υποβαθμίζουν την ποιότητα της ισχύος όπως οι αρμονικές της τάσης και του ρεύματος, φαινόμενα διακοπής, σφάλματα στις γραμμές, κτλ.
- Βελτιστοποίηση της λειτουργίας των μονάδων παραγωγής, ελαχιστοποίηση κόστους λειτουργίας, μείωση πιθανοτήτων εμφάνισης σφαλμάτων.
- Προσαρμοστικότητα. Το Ευφυές Δίκτυο περιέχει τους μηχανισμούς απομόνωσης των σφαλμάτων και επαναφοράς στις κανονικές συνθήκες λειτουργίας [25-31].

Το ευρύτερο πλαίσιο των Ευφυσών Δικτύων περιλαμβάνει 2 άλλες έννοιες δικτύων, τα Μικροδίκτυα (Microgrids) και τους Εικονικούς Σταθμούς Παραγωγής (Virtual Power Plants). Τα Μικροδίκτυα είναι δίκτυα χαμηλής τάσης που περιλαμβάνουν μονάδες διανεμημένης παραγωγής, αποθηκευτικά μέσα και διατάξεις ελέγχου των φορτίων. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς ποικίλλει από μερικές εκατοντάδες kW έως μερικά MW. Το χαρακτηριστικό των Μικροδικτύων είναι ότι μπορούν να μεταβούν άμεσα σε λειτουργία νησιδοποίησης (islanding) έτσι ώστε να απομονωθούν από τα σφάλματα των συνδεδεμένων με αυτά δικτύων. Οι Εικονικοί Σταθμοί Παραγωγής είναι συστάδες εγκατεστημένης ισχύος που περιλαμβάνει διανεμημένη παραγωγή (π.χ. συμπαραγωγή ηλεκτρισμού θερμότητας, μικρά-υδροηλεκτρικά, κτλ.) και η οποία ελέγχεται από μία μονάδα κεντρικού ελέγχου. Πλεονεκτεί σε σχέση με τους συμβατικούς σταθμούς σε θέματα ευελιξίας

αλλά προκύπτουν θέματα βελτιστοποίησης της λειτουργίας, ελέγχου και ασφάλειας [32-25].

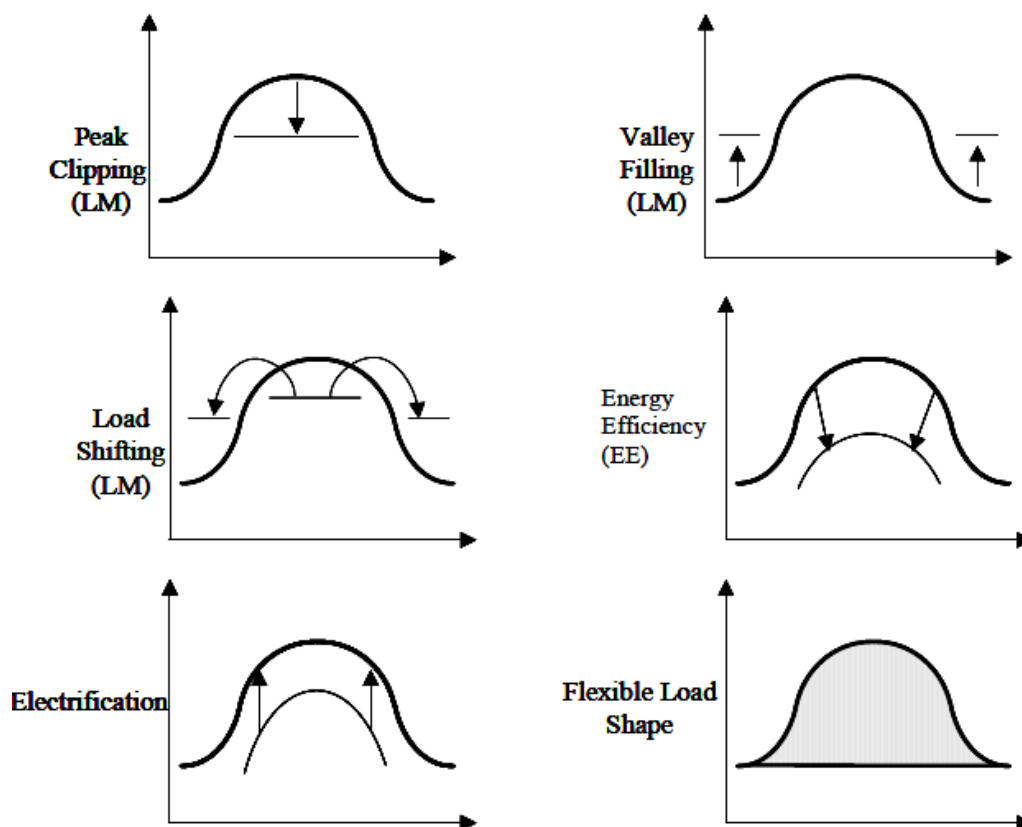
Κεντρική θέση στα Ευφυή Δίκτυα κατέχουν οι μέθοδοι για τη μεταβολή της ζήτησης. Μέχρι τώρα, το DSM ήταν μέρος του σχεδιασμού του συμβατικού δικτύου και σε πολλές περιπτώσεις συνεχίζει να είναι. Με άλλα λόγια, το DSM αποτελεί σημαντική παράμετρο στον σχεδιασμό των παρόντων και των μελλοντικών συστημάτων [36-37].

### **3.3 Βασικοί άξονες της διαχείρισης ηλεκτρικής ζήτησης**

#### **3.3.1 Τι περιλαμβάνει η έννοια της διαχείρισης ηλεκτρικής ζήτησης**

Η έννοια του DSM προέκυψε από την ανάγκη για την διευθέτηση πολλών ζητημάτων του τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας στις αναπτυσσόμενες και τις αναπτυσσόμενες χώρες. Τα ζητήματα περιλαμβάνουν την ραγδαία αύξηση της ζήτησης, την εξάρτηση και αβεβαιότητα των τιμών των εισαγόμενων καυσίμων, την επίδραση στο περιβάλλον, κ.α. Το DSM μπορεί να θεωρηθεί ως “τις δραστηριότητες των κυβερνήσεων ή των εταιριών παροχής του ηλεκτρισμού που είναι σχεδιασμένες για να μεταβάλλουν την ποσότητα ή/και την χρονική στιγμή της χρήσης της ηλεκτρικής ενέργειας από τους καταναλωτές” έτσι ώστε να προκύψουν οφέλη για τις εταιρίες παροχής, τους καταναλωτές και γενικά για το κοινωνικό σύνολο [40-42]. Προσεγγίζοντας το DSM από την σκοπιά των εταιριών παροχής, θα ήταν εύλογο για έναν πάροχο να προωθήσει την κατανάλωση κάτι που θα οδηγούσε σε αυξημένες πωλήσεις. Αυτό θα ήταν αλήθεια εάν υπήρχε επαρκή παραγωγική ικανότητα και τα έσοδα ήταν ο μόνος σημαντικός παράγοντας σε ένα σύστημα ενεργειακού εφοδιασμού. Ωστόσο, η αύξηση των εσόδων δεν μεταφράζεται αναγκαστικά σε αύξηση των κερδών και σε ορισμένες περιπτώσεις σχεδιασμού ελαχίστου κόστους του συστήματος θα μπορούσε να αποδειχθεί ότι η εφαρμογή των μέτρων DSM είναι πιο κερδοφόρα από την επένδυση σε αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος. Από περιβαλλοντικής οπτικής, η μείωση της ζήτησης λόγω βελτιωμένης απόδοσης μειώνει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της κατανάλωσης της ενέργειας. Ο πάροχος που θα επενδύσει στο DSM παρουσιάζει ένα πρόσωπο καλής πρακτικής, όσων αφορά το περιβάλλον, προς το κοινό.

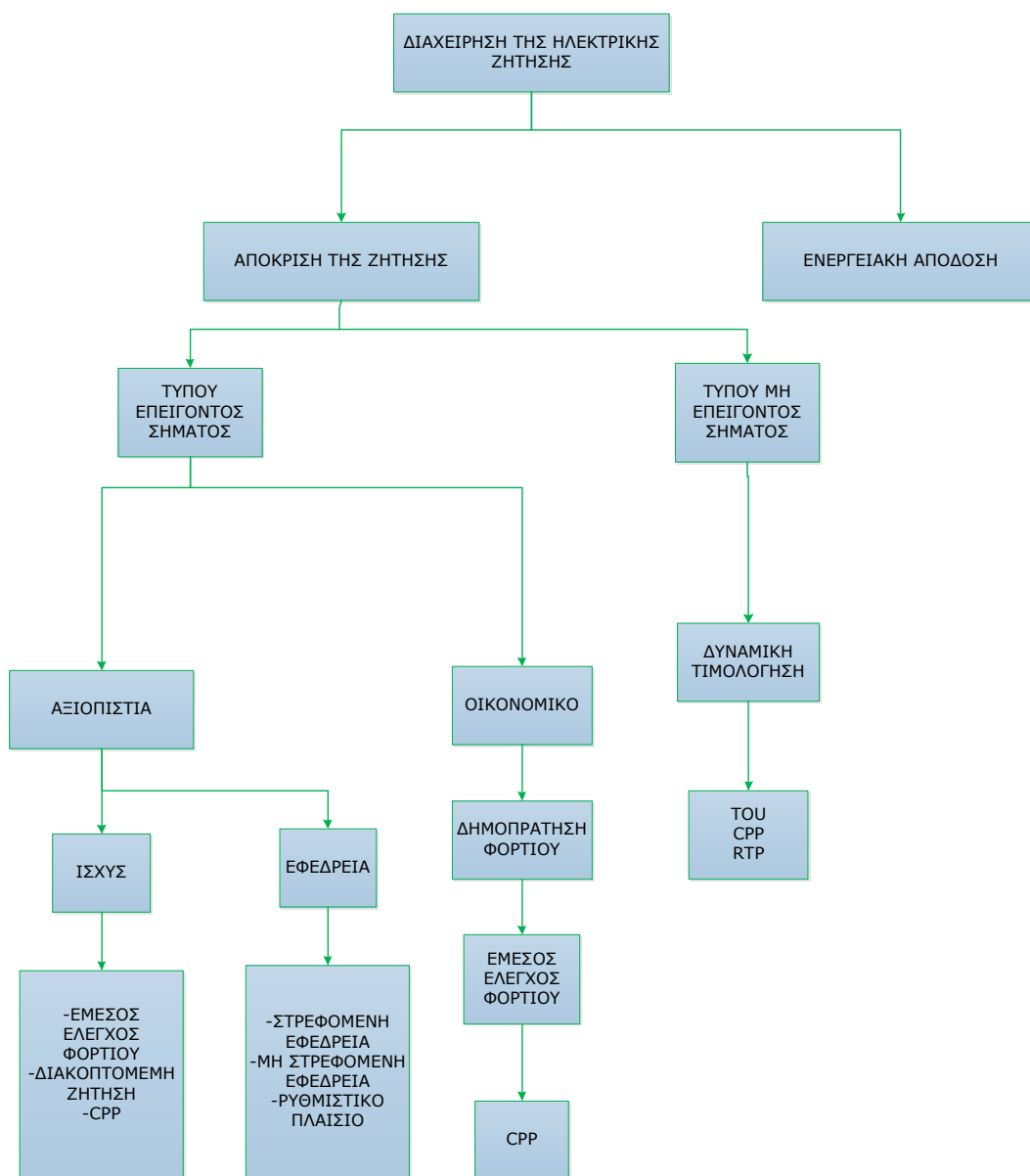
Κάτω από την ομπρέλα του DSM περιλαμβάνονται διάφοροι στόχοι για την διαμόρφωση της καμπύλης του φορτίου, μέσω της ενεργειακής απόδοσης (energy efficiency ή energy conservation) και της διαχείρισης του φορτίου (load management). Στο Σχήμα 3.4 φαίνονται οι 6 τρόποι για την διαμόρφωση της καμπύλης φορτίου. Πιο συγκεκριμένα, το Peak Clipping στοχεύει στη μείωση της ζήτησης σε περιόδους αιχμής, το Valley Filling στοχεύει στην βελτίωση του συντελεστή φορτίου του συστήματος με την αύξηση της ζήτησης σε περιόδους εκτός αιχμής, το Load Shifting στοχεύει στη μείωση της ζήτησης σε περιόδους αιχμής και ταυτόχρονα την αύξηση της ζήτησης σε περιόδους μη αιχμής, το Energy Efficiency στοχεύει στην γενική μείωση της ζήτησης, το Electrification στοχεύει στην γενική αύξηση της ζήτησης και το Flexible Load Shape στοχεύει στη δημιουργία ευελιξίας των φορτίων που να ανταποκρίνονται άμεσα σε επείγουσες καταστάσεις.



Σχήμα 3.4: Τρόποι μεταβολής της καμπύλης φορτίου.

Στο Σχήμα 3.5 φαίνονται τα μέρη που απαρτίζουν το DSM. Οι 2 κύριοι άξονες του DSM είναι η Ενεργειακή Απόδοση (Energy Efficiency ή Energy Conservation)

και η Απόκριση της Ζήτησης (Demand Response) [43]. Σύμφωνα με το “National Action Plan for Energy Efficiency” που εκδόθηκε από την U. S. Department of Energy and Environmental Protection Agency του Υπουργείου Ενέργειας των Η.Π.Α., ο όρος Ενεργειακή Απόδοση αναφέρεται στη χρήση λιγότερης ενέργειας για να παρέχει το ίδιο ή βελτιωμένο επίπεδο υπηρεσιών στο καταναλωτή με οικονομικά αποδοτικό τρόπο.



Σχήμα 3.5: Συστατικά μέρη του DSM.

Σύμφωνα με το Υπουργείο Ενέργειας των Η.Π.Α., η Απόκριση της Ζήτησης (Demand Response, DR) αναφέρεται σε αλλαγές στη χρήση του ηλεκτρισμού των καταναλωτών από τη συνήθη λειτουργία τους αποκρινόμενοι στις αλλαγές των τιμών του ηλεκτρισμού ανά χρονική περίοδο, ή χρηματικά κίνητρα σχεδιασμένα να επάγουν μικρότερη χρήση του ηλεκτρισμού σε περιόδους υψηλών τιμών στην χονδρεμπορική αγορά ή όταν απειλείται η αξιοπιστία του συστήματος.

Το DR διακρίνεται σε Τύπου Επείγοντος Σήματος (Event Based) και σε Τύπου Μη Επείγοντος Σήματος (Non-Event Based). Στην 1<sup>η</sup> κατηγορία ανήκουν τα προγράμματα DR που έχουν τη δυνατότητα να ανταποκρίνονται σε επείγοντα γεγονότα που σχετίζονται με την αξιοπιστία του συστήματος ή/και σε γεγονότα που σχετίζονται με μείωση της αιχμής του φορτίου. Στην 2<sup>η</sup> κατηγορία ανήκουν προγράμματα που δεν αναφέρονται απαραίτητως σε επείγουσες καταστάσεις του δικτύου. Οι 2 κατηγορίες του DR θα αναλυθούν σε μεταγενέστερη ενότητα [44].

### **3.3.2 Γιατί DSM;**

Τα κίνητρα πίσω από την εφαρμογή του DSM είναι προφανώς διαφορετικά για τους διάφορους εμπλεκόμενους φορείς. Έτσι, για τους παρόχους η μείωση ή η αλλαγή της ενεργειακής ζήτησης σημαίνει την αποφυγή ή την καθυστέρηση της κατασκευής νέων μονάδων. Σε ορισμένες περιπτώσεις, αυτό το γεγονός συνεπάγεται τη αποφυγή επιβολής επιπλέον χρέωσης στους καταναλωτές έτσι ώστε να καλυφτεί μέρος των δαπανών για την εγκατάσταση των μονάδων. Για τους καταναλωτές το DSM προσφέρει την ευκαιρία για μείωση των ενεργειακών δαπανών τους. Ειδικά στην περίπτωση των βιομηχανικών καταναλωτών, αυτό σημαίνει μείωση του κόστους παραγωγής και συνεπώς παραγωγής ενός πιο ανταγωνιστικού προϊόντος. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, τα οφέλη που προκύπτουν από τα μέτρα DSM αναφέρονται στον πάροχο, στον καταναλωτή και στο κοινωνικό σύνολο:

- (i) Οφέλη για τον πάροχο: βελτίωση της απόδοσης της ηλεκτροπαραγωγής, μείωση της ανάγκης για εγκατάσταση νέων μονάδων, βελτίωση της αξιοπιστίας του συστήματος και αναβάθμιση της ποιότητας ισχύος, προσφορά ποιοτικότερων ενεργειακών υπηρεσιών, αυξημένη διείσδυση των ΑΠΕ, κ.α.
- (ii) Οφέλη για τον καταναλωτή: χαμηλότερη χρέωση ηλεκτρισμού, πλειάδα υπηρεσιών για κάλυψη των πραγματικών αναγκών, κ.α.



(iii) Οφέλη για το κοινωνικό σύνολο: δημιουργία νέων αγορών, οικονομική ανάπτυξη, τεχνολογική καινοτομία, προστασία του περιβάλλοντος, αποκεντροποίηση της παραγωγής, μείωση εξάρτησης από εισαγόμενους ενεργειακούς πόρους, κ.α.

Η “ποσοτικοποίηση” των πλεονεκτημάτων που προκύπτουν από τα μέτρα DSM απαιτεί διάφορες πληροφορίες όπως:

- Επιλογές μέτρων DSM: εάν υπάρχει ένα ευυπόληπτο σύνολο εναλλακτικών που να ανταποκρίνεται σε αρκετές ανάγκες.
- Συμμετοχή των καταναλωτών: πιθανότητα ευρείας αποδοχής από τους καταναλωτές.
- Ανταπόκριση των καταναλωτών: σε ποιο βαθμό ανταποκρίνονται οι καταναλωτές στις απαιτήσεις ενός μέτρου DSM;
- Οικονομικά οφέλη: ανάπτυξη μεθόδων για την εκτίμηση της εξοικονόμησης κονδυλίων κάτω από τις μεταβαλλόμενες συνθήκες της αγοράς.
- Άλλα οφέλη: λειτουργικά ζητήματα του δικτύου, προστασία του περιβάλλοντος, κτλ. [10]

### **3.3.3 Εμπόδια για την ενσωμάτωση του DSM**

Διάφορες μελέτες έχουν παρουσιάσει τα υπάρχοντα εμπόδια που αποθαρρύνουν την υιοθέτηση ενεργειακά αποδοτικών πολιτικών. Δεν θα αποτελούσε εξαίρεση και μια μέθοδος DSM, η οποία για να ενσωματωθεί στην αγορά θα πρέπει πρωτίστως να αξιολογηθεί μέσω κάποιων κριτηρίων. Αυτά ακολουθούν μια ιεράρχηση η οποία παρουσιάζεται παρακάτω:

1. Αποδοτικότητα: η ικανότητα μιας μεθόδου DSM στο να ικανοποιήσει τους εκ των προτέρων στόχους.
2. Οικονομική εφαρμοσιμότητα: το οικονομικό αντίκτυπο που θα έχει στη βιωσιμότητα ενός προμηθευτή ηλεκτρικής ενέργειας.
3. Ευκαμψία: η προσαρμοστικότητα ενός προμηθευτή στο να συμμορφώσει τις υπάρχουσες δραστηριότητες του προμηθευτή.
4. Νομική εφαρμοσιμότητα: η ανάγκη για θέσπιση νέων νόμων ή η τροποποίηση των υπαρχόντων ώστε να υιοθετηθεί μια DSM στρατηγική.
5. Δυναμικό για τροποποίηση της αγοράς: μείωση των εμποδίων της αγοράς

6. Πολιτική εφαρμοσιμότητα: οι παρόντες πολιτικοί περιορισμοί στο να εφαρμοστεί μια μέθοδος DSM.

Εκτός από τα παραπάνω η σύγχρονη έρευνα στο DSM καλείται να αντιμετωπίσει και τα εξής:

- Περιορισμένο ενδιαφέρον για θέματα ενεργειακής απόδοσης και ελλιπής χρηματοδότηση.
- Ανεπαρκής υποδομή των τεχνολογιών μέτρησης και τηλεπικοινωνίας.
- Χαμηλό επίπεδο ανταγωνισμού μεταξύ των προμηθευτών ηλεκτρικής ενέργειας.

Συμπερασματικά λοιπόν, η υιοθέτηση μιας μεθόδου DSM μπορεί να χαρακτηριστεί χρονοβόρα λόγω της ικανοποίησης κάποιων κριτηρίων [45-51].

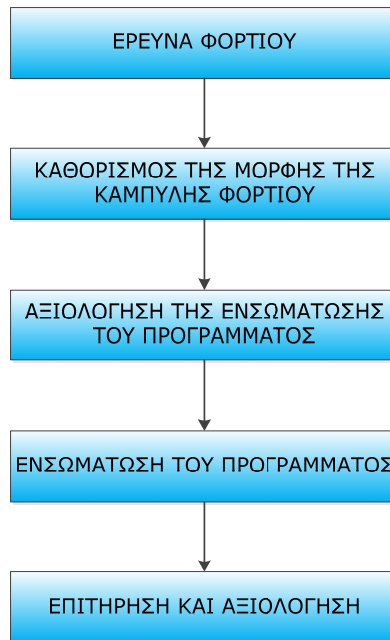
### **3.3.4 Βήματα για την ενσωμάτωση του DSM**

Στην Ενότητα 2.4 παρουσιάστηκαν οι παράμετροι που πρέπει να ληφθούν υπ' όψιν για την ενσωμάτωση των προγραμμάτων DSM. Η επιτυχής ενσωμάτωση του DSM προϋποθέτει επαρκής πληροφορίες για το κόστος, τις απαιτήσεις του εξοπλισμού, τις διαδικασίες των προγραμμάτων, τα χαρακτηριστικά και τις ανάγκες των καταναλωτών και τις υπάρχουσες τεχνολογίες. Στο Σχήμα 3.6 παρουσιάζονται τα βήματα για την ενσωμάτωση του DSM. Η διαδικασία αποτελείται από τα εξής βήματα:

#### **Βήμα 1: Έρευνα φορτίου**

Το 1ο στάδιο περιλαμβάνει την αξιολόγηση των χαρακτηριστικών της καμπύλης φορτίου κατά τη διάρκεια της υπό εξέταση περιόδου (ημερήσια, εβδομαδιαία, εποχιακή, ετήσια, κτλ.). Η έρευνα στοχεύει στην αποτίμηση της συνεισφοράς του κάθε τομέα (οικιακός, βιομηχανικός, κτλ.) στην συνολική καμπύλη φορτίου. Εξετάζονται θέματα όπως ο αριθμός των καταναλωτών της κάθε κατηγορίας, η κατηγοριοποίηση τους βάσει διάφορων κριτηρίων (επίπεδο τάσης, συμφωνημένη ισχύς, συντελεστής ισχύος, εμπορικοί κώδικες δραστηριότητας, κτλ.), τα χαρακτη-

ριστικά των διάφορων φορτίων (φωτισμός, ηλεκτρική έλξη, ψύξη και θέρμανση, κτλ.) και άλλοι παράγοντες.



Σχήμα 3.6: Διαδικασία ενσωμάτωσης του DSM.

**Βήμα 2: Καθορισμός της καμπύλης φορτίου**

Το επόμενο στάδιο περιλαμβάνει την εξαγωγή της επιθυμητής μορφής της καμπύλης φορτίου.

**Βήμα 3: Αξιολόγηση της ενσωμάτωσης του προγράμματος**

Το 3ο στάδιο επικεντρώνεται στην αναγνώριση των φορτίων που συνεισφέρουν περισσότερο στην αιχμή της καμπύλης, έτσι ώστε οι ανάλογες δράσεις να στοχεύουν στα αντίστοιχα φορτία. Εκτός από αυτό, το παρών στάδιο περιλαμβάνει μία διευρυνμένη ανάλυση κόστους-οφέλους για την αποτίμηση των κοινωνικών και περιβαλλοντικών οφελών.

**Βήμα 4: Ενσωμάτωση του προγράμματος**

Η ενσωμάτωση του προγράμματος γίνεται με τη προώθηση του (εκστρατείες ενημέρωσης, διαφήμιση, κτλ.) στους στοχευόμενους καταναλωτές.

### Βήμα 5: Επιτήρηση και αξιολόγηση

Στο τελευταίο βήμα διεξάγεται ανάλυση για την σύγκριση των στόχων που έθεσε ο φορέας σχεδιασμού του προγράμματος με τα υπάρχοντα αποτελέσματα που έδωσε το πρόγραμμα. Η ανάλυση περιλαμβάνει την ενδεχόμενη μείωση του κόστους παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας και την μείωση της χρέωσης των καταναλωτών [10].

#### 3.3.5 Προγράμματα DSM

(i) Τίτλος: Συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού.

Στόχος: Το πρόγραμμα αυτό στοχεύει να ενθαρρύνει τους πελάτες να εγκαταστήσουν συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού και να αντικαταστήσουν τις υπάρχουσες λάμπες πυρακτώσεως.

Περιγραφή: Ένας συμπαγής λαμπτήρας φθορισμού, χρησιμοποιεί περίπου το 25% ενέργειας ενός λαμπτήρα πυρακτώσεως, ενώ παρέχει ισοδύναμη απόδοση φωτισμού. Το κόστος αυτών των λαμπτήρων είναι πολύ υψηλότερο και αυτό αποτελεί εμπόδιο που πρέπει να αντιμετωπιστεί στο σχεδιασμό του προγράμματος. Υπάρχουν αρκετές διαθέσιμες επιλογές που περιλαμβάνουν την πίστωση (μέσω του λογαριασμού του ηλεκτρικού ρεύματος) των καταναλωτών που έχουν εγκαταστήσει λαμπτήρες και την προσφορά εκπτώσεων για την εγκατάστασή τους από τους προμηθευτές των λαμπτήρων ή από τους παρόχους. Το πρόγραμμα περιλαμβάνει μια διαφημιστική εκστρατεία για την διαμόρφωση της συνείδησης των καταναλωτών σχετικά με την ενεργειακή απόδοση.

(ii) Τίτλος: Υψηλής απόδοσης συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού.

Στόχος: Το πρόγραμμα προωθεί λαμπτήρες φθορισμού 18 και 36 W για να αντικαταστήσει του συμβατικούς λαμπτήρες των 20 και 40 W, αντίστοιχα και

Περιγραφή: Οι λαμπτήρες φθορισμού παρουσιάζουν μία πολύ υψηλή διείσδυση στον βιομηχανικό και εμπορικό τομέα. Οι πιο κοινοί τύποι των λαμπτήρων φθορισμού είναι 40 W και 20 W. Ο λαμπτήρας των 40 W μπορεί να αντικατασταθεί με κάποιο των 36 W με την ίδια απόδοση φωτισμού και ο λαμπτήρας των 20 W μπορεί να αντικατασταθεί με κάποιο των 18 W. Οι τρέχουσες τιμές λιανικής πώλησης των λαμπτήρων υψηλής απόδοσης είναι παρόμοιες ή ελαφρώς χαμηλότερες από τους συνήθεις λαμπτήρες και ως εκ τούτου, δεν απαιτούνται οικονομικά κίνητρα.

Τα βασικά εμπόδια για την εγκατάσταση των λαμπτήρων φθορισμού είναι η μικρή διαθεσιμότητα και η ελλιπής ενημέρωση σχετικά με αυτούς.

(iii) Τίτλος: Χαρακτηρισμός (labelling) ψυγείων.

Στόχος: Ο στόχος είναι ο ενεργειακός χαρακτηρισμός των ψυγείων έτσι ώστε να γίνει ο διαχωρισμός των κατηγοριών σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας. Επίσης, να καθοριστούν οι ελάχιστες κατασκευαστικές απαιτήσεις των ψυγείων πριν την προώθηση τους στην αγορά.

Περιγραφή: Οι εξελίξεις για την αύξηση της αποδοτικότητας των ψυγείων περιλαμβάνουν βελτιωμένη απόδοση συμπιεστή, υψηλότερα επίπεδα μόνωσης, επανασχεδιασμός του κύκλου ψύξης και βελτίωση των ελέγχων. Χωρίς την ενεργειακή επισήμανση, οι καταναλωτές δεν είναι σε θέση να καταλήξουν σε επιλογή αποδοτικού ψυγείου. Μέσω καθορισμού ομοίων εργαστηριακών δοκιμών για τα ψυγεία που απευθύνονται σε μία συγκεκριμένη αγορά, μπορούν να χαρακτηριστούν τα ψυγεία.

(iv) Τίτλος: Συντήρηση ψυκτικού εξοπλισμού στον εμπορικό τομέα.

Στόχος: Ο στόχος είναι η δωρεάν βελτιωμένη συντήρηση από εξειδικευμένο προσωπικό σε διάφορα ψυκτικά φορτία των εμπορικών κτιρίων.

Περιγραφή: Τα ψυκτικά φορτία (ψυγεία, κλιματιστικά, κ.α.) λειτουργούν συνήθως καθ' όλη τη διάρκεια του 24-ώρου. Εκτός από την εκτέλεση εργασιών συντήρησης, το κοινό μπορεί να ενημερωθεί μέσω φυλλαδίων για το πώς μπορεί να γίνει η συντήρηση χωρίς τη παρουσία του εξειδικευμένου προσωπικού, τονίζοντας μάλιστα τις μειώσεις στα τιμολόγια που μπορεί να οδηγήσει η επιτυχής συντήρηση. Επίσης, το φυλλάδιο μπορεί να περιέχει τα μέσα επικοινωνίας με το εξειδικευμένο προσωπικό.

(v) Τίτλος: Διακοπτόμενα ποσοστά (interruptible rates) για μεγάλους καταναλωτές.

Στόχος: Παροχή οικονομικών κινήτρων στους καταναλωτές πελάτες με διακοπτόμενα φορτία για την απενεργοποίηση αυτών σε περιόδους υψηλής ζήτησης.

Περιγραφή: Πολλοί μεγάλοι καταναλωτές έχουν την δυνατότητα να θέσουν εκτός συγκεκριμένα φορτία κατά τη διάρκεια της αιχμής του φορτίου, χωρίς μεγάλη αλλαγή στην παραγωγική τους διαδικασία. Αυτή η διακοπή δεν έχει συγκεκρι-

μένα οφέλη στον καταναλωτή εκτός και εάν του δοθεί οικονομικό κίνητρο από τον πάροχο. Το πρόγραμμα περιλαμβάνει την επικοινωνία του παρόχου με τον καταναλωτή για την απενεργοποίηση συγκεκριμένων φορτίων ορισμένων ωρών ή καθ' όλης της διάρκειας της περιόδου 08:00-16:00, σε ημέρες υψηλής ζήτησης. Το κόστος του προγράμματος περιλαμβάνει την εγκατάσταση μετρητών στους συμμετέχοντες καταναλωτές για την καταγραφή της κατανάλωσης τους. Σχετικά με την καταγραφή, υπάρχει η δυνατότητα μέτρησης μόνο του διακοπτόμενου φορτίου με ξεχωριστό κύκλωμα σε σχέση με το συνολικό φορτίο. Τέλος, η διακοπή του φορτίου μπορεί να γίνει χειροκίνητα από τον καταναλωτή ή άμεσα από τον πάροχο μέσω κατάλληλης διάταξης απομακρυσμένου ελέγχου.

(vi) Τίτλος: Ενεργειακές επιθεωρήσεις για μεγάλους καταναλωτές.

Στόχος: Το πρόγραμμα αποσκοπεί στον προσδιορισμό των ποσοστών εξοικονόμησης ενέργειας για εμπορικούς και βιομηχανικούς καταναλωτές. Η χρηματοδότηση των επιθεωρήσεων μπορεί να γίνει μέσω μερικής ή ολικής δανειοδότησης και η αποπληρωμή μπορεί να γίνει μέσω της εξοικονόμησης χρημάτων που επιτυγχάνεται με την ενεργειακή απόδοση.

Περιγραφή: Αυτό το πρόγραμμα απαιτεί από τον πάροχο να διεξάγει ενεργειακές επιθεωρήσεις ή να την αναθέσει σε ιδιωτικό φορέα. Προϋπόθεση είναι η απόκτηση επαρκών δεδομένων κατανάλωσης. Η επιθεώρηση προσδιορίζει όλες τις επιλογές για αποδοτική χρήση της ενέργειας και την ιεράρχηση αυτών ανά κόστος και ποσού εξοικονόμησης. Επίσης, μπορεί να τεθεί ως προϋπόθεση μία αρχική εφαρμογή μέτρων ενεργειακής απόδοσης μηδαμινού ή ελαχίστου κόστους από τον καταναλωτή, για να εισαχθεί σε πρόγραμμα ενεργειακής επιθεώρησης. Μέσω των ενεργειακών επιθεωρήσεων μπορεί να αναδειχθεί ο ρόλος των ESCOs.

(vii) Τίτλος: Έλεγχος λειτουργίας κλιματιστικών.

Στόχος: Το πρόγραμμα αποσκοπεί στην προώθηση διατάξεων ελέγχου για την απενεργοποίηση των κλιματιστικών σε ώρες που δεν είναι απαραίτητη η λειτουργία τους (νυχτερινές ώρες, μη εργάσιμες ημέρες, κτλ.). Η προμήθεια των διατάξεων μπορεί να γίνει από τον πάροχο και η αποπληρωμή να γίνει σε δόσεις.

Περιγραφή: Εκτός από κλιματιστικά στα εμπορικά κτίρια, ο έλεγχος μπορεί να γίνει σε φωτοτυπικά μηχανήματα, φορτία φωτισμού, κτλ. [10]

### **3.3.6 Απόκριση της ζήτησης**

Σε αποδοτικές αγορές ηλεκτρικής ενέργειας, οι τιμές διαμορφώνονται μέσω πολύπλοκων αλληλεπιδράσεων μεταξύ αγοραστών και πωλητών. Σε πολλές σημαντικές αγορές ενέργειας, οι περισσότεροι αγοραστές δεν συμμετέχουν ενεργά στην διαδικασία του καθορισμού των τιμών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το γεγονός της αστάθειας των τιμών εφόσον δεν αντιπροσωπεύουν το πραγματικό κόστος της παραγωγής του ηλεκτρισμού [52].

Η Απόκριση της Ζήτησης (Demand Response, DR) αναφέρεται σε ένα σύνολο στρατηγικών που αποσκοπούν στο να φέρουν την πλευρά της κατανάλωσης του ηλεκτρισμού πίσω στην διαδικασία του καθορισμού των τιμών. Οι πόροι της απόκρισης της ζήτησης είναι μεταβλητά φορτία που δημιουργούνται καθώς οι καταναλωτές προσαρμόζουν την ζήτηση τους στα μεταδιδόμενα σήματα που περιέχουν πληροφορίες τιμών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την μείωση των αιχμών των τιμών της χονδρεμπορικής αγοράς και την ελαχιστοποίηση των ρίσκων από τους συμμετέχοντες στην αγορά. Το DR είναι ένας αποδοτικός και ευέλικτος μηχανισμός για την κάλυψη της ζήτησης που εκτός από την αποφυγή της επένδυσης σε εγκατεστημένη ισχύ, μπορεί να οδηγήσει και σε αυξημένη ασφάλεια και αξιοπιστία της διάθεσης του ηλεκτρισμού: μείωση της συμφόρησης σε ευαίσθητους κόμβους του ηλεκτρικού δικτύου μεταφοράς [53-58].

Η έμφαση του DR είναι η μείωση της κατανάλωσης σε κρίσιμες περιόδους για το σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας. Οι κρίσιμες περίοδοι είναι κάποιες ώρες κατά τη διάρκεια του έτους που οι τιμές της χονδρεμπορικής αγοράς είναι υψηλές ή οι ώρες που υπάρχει μειωμένο δυναμικό σε εφεδρεία ή οι ώρες που εμφανίζεται δυσλειτουργία του δικτύου μεταφοράς ή τέλος, οι ώρες που εμφανίζονται ακραία καιρικά φαινόμενα. Το DR μπορεί να εκδηλωθεί στους καταναλωτές είτε ως τιμολόγια ηλεκτρικής ενέργειας που περιλαμβάνουν χρονικά μεταβαλλόμενες χρεώσεις που αντανakλούν το κόστος παραγωγής είτε ως προγράμματα που προσφέρουν μία ανταμοιβή (ανεξάρτητη της τιμής χρέωσης του ηλεκτρισμού) στους καταναλωτές που μειώνουν το φορτίο τους στις κρίσιμες περιόδους. Οι εν λόγω κατηγορίες αναφέρονται ως “price-based DR” και “incentive-based DR”. Η 1<sup>η</sup> κατηγορία περιλαμβάνει τιμολόγια με διαφορετική χρέωση κατά τη διάρκεια του χρόνου. Πιο συγκεκριμένα, υπάρχουν οι εξής κατηγορίες τιμολογίων:

- Τιμολόγιο “Time-of-Use Rates”. Διαφορετική χρέωση ανά χρονολογικές ζώνες (συνήθως σε περίοδο αιχμής και περίοδο εκτός αιχμής) κατά τη διάρκεια του

24ωρου. Αντικατοπτρίζουν το μέσο κόστος παραγωγής και διανομής του ηλεκτρισμού κατά τη διάρκεια των χρονολογικών ζωνών. Εκτός από την ημερήσια διακύμανση, υπάρχουν διαφορετικά TOU rates τιμολόγια ανά εποχή (αντικατοπτρίζοντας την εποχιακή επίδραση στους ενεργειακούς πόρους, π.χ. διαθέσιμη υδροηλεκτρική και αιολική ενέργεια, κτλ.) του έτους και συνήθως προκαθορίζονται μερικούς μήνες ή έτη πριν από την εφαρμογή τους. Η χρήση αυτών των τιμολογίων είναι ευρέως διαδεδομένη σε μεγάλους εμπορικούς και βιομηχανικούς καταναλωτές. Η απαίτηση είναι η ύπαρξη μετρητών που να καταγράφουν αθροιστικά την κατανάλωση των αντίστοιχων χρονολογικών ζωνών.

- Τιμολόγιο “Real Time Pricing”. Χρέωση που αντανακλά την ωριαία διακύμανση του κόστους παραγωγής. Οι τιμές πώλησης του ηλεκτρισμού αλλάζουν ανά ώρα. Υπάρχει επικοινωνία πραγματικού χρόνου μεταξύ προμηθευτή και καταναλωτή. Πρόκειται για πλήρες δυναμικό τιμολόγιο. Οι χρεώσεις γνωστοποιούνται στους καταναλωτές μία ημέρα ή μία ώρα πριν την εφαρμογή τους.

- Τιμολόγιο “Critical Peak Pricing”. Υβριδικό τιμολόγιο που περιλαμβάνει μία βασική TOU χρέωση συν μία επιπλέον χρέωση σε ώρες υψηλής αιχμής. Ο καταναλωτής ενημερώνεται 24 ώρες πριν για την εφαρμογή ή όχι της επιπλέον CPP χρέωσης. Συνάπτεται συμβόλαιο για τον αριθμό των ημερών που θα λάβει χώρα η επιπλέον χρέωση. Συνήθως οι καταναλωτές που συμμετέχουν σε αυτή τη χρέωση ανταμείβονται με μία έκπτωση σε ώρες εκτός CPP.

Αξίζει να σημειωθεί πως στο price-based DR δεν είναι υποχρεωτική η απόκριση των καταναλωτών. Δηλαδή, οι τελευταίοι ανάλογα με τις ανάγκες τους, δύναται να μην ανταποκρίνονται στις αντίστοιχες χρεώσεις.

Το incentive-based DR είναι ένα σύνολο προγραμμάτων που προσφέρονται στους καταναλωτές μέσω συμβολαίων. Τα τελευταία σχεδιάζονται από φορείς λήψης αποφάσεων, χειριστές του δικτύου, παρόχους και προμηθευτές. Ο απώτερος στόχος είναι ο περιορισμός της ζήτησης σε κρίσιμες περιόδους για το σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας. Τα προγράμματα παρέχουν οικονομικά κίνητρα για την μεταβολή της ζήτησης. Το ποσό πίστωσης των κινήτρων μπορεί να είναι σταθερό ή χρονικά μεταβαλλόμενο. Σε αυτή την κατηγορία του DR, οι καταναλωτές υποχρεούνται να ανταποκριθούν όταν τους ζητηθεί και σε περίπτωση που δεν το κάνουν, τιμωρούνται με οικονομικές ποινές. Για την αποτίμηση της εξοικονόμησης του φορτίου, σε κάθε καταναλωτή αντιστοιχίζεται μία βασική κατανάλωση ενέρ-



γιας. Αποκλίσεις από αυτή την κατανάλωση αντιστοιχεί σε απόκριση του καταναλωτή στο πρόγραμμα. Οι κατηγορίες των προγραμμάτων είναι οι παρακάτω:

- **Direct load control.** Στο πρόγραμμα του άμεσου έλεγχου φορτίου, ο πάροχος είναι σε θέση να διακόψει τη λειτουργία κάποιων φορτίων όπως τα κλιματιστικά, οι θερμαντήρες νερού, κτλ. Αυτό γίνεται μετά από την αποστολή σήματος ενημέρωσης προς τον καταναλωτή. Οι καταναλωτές λαμβάνουν μειώσεις στους λογαριασμούς τους για τη συμμετοχή τους στο πρόγραμμα. Τα προγράμματα Direct Load Control απευθύνονται κυρίως στους οικιακούς καταναλωτές.
- **Interruptible/curtailable service.** Πρόκειται για τις πρώτες μορφές DSM που έχουν εφαρμοστεί σε μεγάλους καταναλωτές. Τα προγράμματα προσφέρουν εκπτώσεις στους λογαριασμούς των καταναλωτών και η συμμετοχή των τελευταίων είναι υποχρεωτική. Ο πάροχος μπορεί να ζητήσει την αποκοπή του φορτίου σε κρίσιμες περιόδους.
- **Demand Bidding/Buyback Programs.** Πρόκειται για προγράμματα που ενθαρρύνουν τον καταναλωτή να προσφέρει (πλειοδοτήσει) μείωση του φορτίου στην χονδρεμπορική αγορά και για προγράμματα που προσφέρουν τη δυνατότητα στους καταναλωτές να αποφασίσουν το μέγεθος του φορτίου που θα μειώσουν υπό μία συγκεκριμένη τιμή που προσφέρεται από τον πάροχο για την μείωση αυτή.
- **Emergency Demand Response Programs.** Αναφέρονται σε μειώσεις φορτίου σε κρίσιμες περιόδους για την αξιοπιστία του συστήματος.
- **Capacity Market Programs.** Προσφέρονται σε καταναλωτές που είναι σε θέση να εγγυηθούν εκ των προτέρων συγκεκριμένα ποσά μείωσης του φορτίου τους τις κρίσιμες περιόδους. Οι καταναλωτές ενημερώνονται μία ημέρα πριν για την εμφάνιση του κρίσιμου γεγονότος.
- **Ancillary Services Market Programs.** Επιτρέπουν τους καταναλωτές να πλειοδοτήσουν μειώσεις φορτίου σε αγορές που τις διαχειρίζονται οι Regional Transmission Organizations ως εφεδρείες. Εάν γίνει αποδεκτή η τιμή της πλειοδοσίας τότε οι καταναλωτές πληρώνονται για την προσφορά τους να βρίσκονται σε ετοιμότητα.

Όσον αφορά τον έλεγχο του φορτίου υπάρχουν δύο προσεγγίσεις σε αυτή τη κατεύθυνση. Ο άμεσος έλεγχος του φορτίου (direct load control), όπου το φορτίο του καταναλωτή ελέγχεται απευθείας από τον πάροχο. Ο άμεσος έλεγχος έγκει-

ται στην αποσύνδεση ορισμένων τύπων φορτίου όταν η ζήτηση είναι υψηλή. Στη πράξη, στον οικιακό τομέα, συνήθως αποσυνδέονται διατάξεις όπως θερμαντήρες ύδατος και συστήματα ψύξεως του αέρα. Όταν πραγματοποιείται ο έλεγχος του φορτίου από τον πάροχο, ο καταναλωτής δεν μπορεί να επέμβει στην όλη διαδικασία. Η δεύτερη μέθοδος είναι ο επονομαζόμενος έμμεσος έλεγχος του φορτίου (indirect load control), ο οποίος σχετίζεται με οικονομικές παραμέτρους. Στον έμμεσο έλεγχο, ο καταναλωτής έχει μερικό ή πλήρη έλεγχο πάνω στο φορτίο του [59].

Οι τεχνολογίες που σχετίζονται με το DR είναι οι παρακάτω:

### Μέτρηση

Η σημερινή διαθέσιμη τεχνολογία μέτρησης αναμένεται ότι θα διαδραματίσει καιρίο ρόλο στην ανάδειξη των οφελών του DR. Οι συμβατικοί μετρητές καθορίζουν το ποσό της ηλεκτρικής ενέργειας που έχει καταναλωθεί. Για εφαρμογές DR απαιτούνται διατάξεις που να μετρούν και το ποσό που έχει εξοικονομηθεί. Οι εξελιγμένοι μετρητές (Ευφυείς Μετρητές) έχουν τη δυνατότητα μέτρησης με δειγματοληψία 15, 30 ή 60 λεπτών. Στον Πίνακα 2 παρουσιάζεται το κόστος εγκατάστασης και συντήρησης των διάφορων τύπων μετρητών.

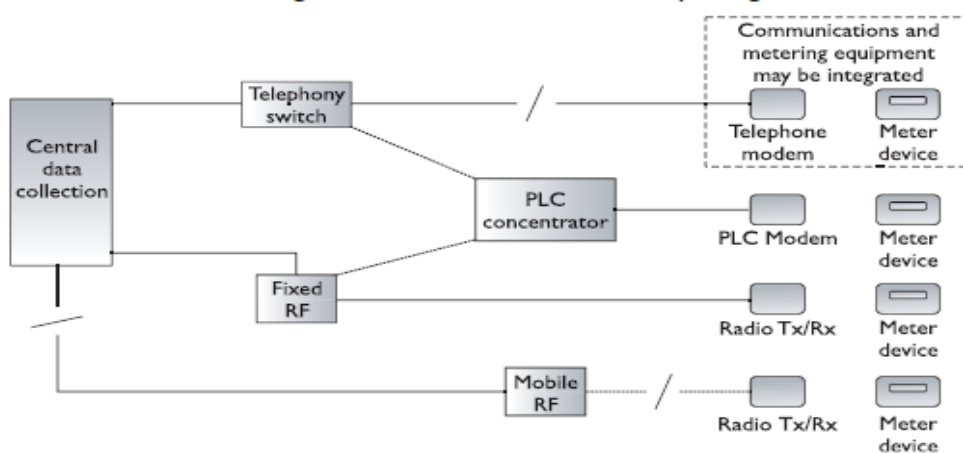
**Πίνακας 2: Κόστος εγκατάστασης βασικού και εξελιγμένου μετρητή (οι τιμές είναι σε \$ του 2009).**

	Αντικατάσταση		Γενικευμένη ανάπτυξη	
	Οικιακός	Βιομηχανικός	Οικιακός	Βιομηχανικός
<b>Βασικός μετρητής</b>	20-25	150-200	15-20	100-150
<b>Εξελιγμένος μετρητής</b>	80-100	175-200	30-35	150-175
<b>Εγκατάσταση μετρητή</b>	50	150	25	100

Η διακριτή μέτρηση της κατανάλωσης προσφέρει τη δυνατότητα της εξαγωγής ενός ημερήσιου προφίλ ζήτησης του καταναλωτή. Αυτή η δυνατότητα είναι ζωτικής σημασίας για τον σχεδιασμό χρονικά μεταβαλλόμενων τιμολογίων [60-66].

### Φορητές τηλεπικοινωνίες

Έχουν προταθεί διάφορες τοπολογίες με διαφορετικό κόστος και λειτουργικότητα. Το Σχήμα 3.7 είναι μία ένδειξη των διαφορετικών τοπολογιών που είναι διαθέσιμες στην αγορά.



Σχήμα 3.7: Τεχνολογίες μέτρησης και τηλεπικοινωνιών.

Η βασική επιδίωξη είναι η επικοινωνία διπλής ροής (πάροχος-καταναλωτής) με στόχο την μεταβολή της ζήτησης σε συγκεκριμένες περιόδους. Το κομμάτι της τηλεπικοινωνιακής τεχνολογίας μπορεί να περιλαμβάνει κάποιο από τα εξής:

- Διαδίκτυο. Πρόκειται για τη περισσότερο διαδεδομένη τεχνολογία. Ο έλεγχος των φορτίων, η αποστολή σημάτων με δεδομένα χρέωσης και η επεξεργασία των δεδομένων της κατανάλωσης γίνεται με φυλλομετρητή (browser).
- Power Line Carrier (PLC). Η μεταφορά σήματος μέσω PLC μπορεί να γίνει μέσω των γραμμών μεταφοράς μέσης και υψηλής τάσης αλλά και μέσω της υπάρχουσας τηλεφωνικής γραμμής. Προσφέρουν την δυνατότητα της μέτρησης της κατανάλωσης από απόσταση.
- Σταθερή και κινητή τηλεφωνία. Το δίκτυο σταθερής τηλεφωνίας έχει χρησιμοποιηθεί σε μεγάλο βαθμό για την φορητή συλλογή των καταγεγραμμένων δεδομένων κάνοντας χρήση της υπάρχουσας υποδομής και εμπορικά διαθέσιμης τεχνολογίας. Πολλές εταιρίες σταθερής τηλεφωνίας παρέχουν μία χαμηλή χρέωση στους παρόχους για την ενημέρωση των καταναλωτών σε περιόδους που πρέπει να ενεργοποιηθεί κάποιος μηχανισμός DR. Επίσης, τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί με ραγδαίους ρυθμούς τα δίκτυα της κινητής τηλεφωνίας. Τα σήματα μπορούν να αποσταλούν μέσω γραπτών μηνυμάτων. Τα δίκτυα της τηλεφωνίας

είναι συστήματα απλής ροής της μετάδοσης της πληροφορίας (από τον πάροχο προς τον καταναλωτή).

▪ Δίκτυο Radio Frequency (RF). Οι διάφορες κατηγορίες κόστους ανά σημείο (ή κόμβο) των δικτύων RF εξαρτώνται από διάφορους παράγοντες όπως ο αριθμός των καταναλωτών που είναι συνδεδεμένοι, η γεωγραφική συγκέντρωση των καταναλωτών, η τοπολογία της περιοχής (που επηρεάζει την διάδοση των ραδιοκυμάτων) και η τοποθεσία των μετρητών (εντός ή εκτός του κτιρίου). Συνήθως τα δίκτυα RF ανήκουν σε τρίτους, οι οποίοι χρεώνουν τους παρόχους για την χρησιμοποίησή τους [59].

Οι προκλήσεις για την ενσωμάτωση του DR παρουσιάζονται παρακάτω:

Τεχνικές προκλήσεις

(i) Κατασκευαστικά χαρακτηριστικά και τεχνικές προδιαγραφές

- Ποιες διαγραφές θα αντιστοιχούν στις υπηρεσίες DR έτσι ώστε καθιερωθεί μια προσέγγιση Ανοικτού Συστήματος προωθώντας μέγιστη επιλεκτικότητα των καταναλωτών;
- Πως θα καθιερωθεί η συμμόρφωση των εμπλεκόμενων φορέων με τις προδιαγραφές;
- Πως θα ευθυγραμμιστούν οι μελλοντικές διεθνείς προδιαγραφές;
- Πως θα ενισχυθεί η μελλοντική προώθηση των διάφορων τεχνολογιών;
- Ποιοι μηχανισμοί είναι απαραίτητοι για την προώθηση καινοτομιών και ανάπτυξης;

(ii) Επικοινωνία

- Ποιες οι προδιαγραφές των συστημάτων επικοινωνίας;
- Πως θα συλλέγονται οι αναφορές για την επιτυχή εκτέλεση μίας μεθόδου DR;
- Ποια είναι η απαιτούμενη συχνότητα και η ταχύτητα των συστημάτων επικοινωνιών;
- Μπορεί η υπάρχουσα υποδομή των ευφών δικτύων να αναδείξει το πλήρες δυναμικό του DR;

## Μη τεχνικές προκλήσεις

### (i) Σχεδιασμός

- Ποιος είναι υπεύθυνος για την εποπτεία των προγραμμάτων DR έτσι ώστε να διασφαλιστεί η επιτυχής επικοινωνία και η διασυνεργασία;
- Απαιτούνται προδιαγραφές για τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη του εξοπλισμού;
- Πως θα γίνει η συνδιαλλαγή μεταξύ διάφορων δράσεων όπως η μείωση ρύπων και η μείωση του κόστους;
- Ποιο είναι το χρονικό πλαίσιο των στόχων για το DR;
- Ποιο θα είναι το πλαίσιο του ανταγωνισμού μεταξύ των μετόχων DR;

### (ii) Ενσωμάτωση του προγράμματος

- Ποιες εμπορικές λύσεις θα χρησιμοποιηθούν για ευρύτερη ενσωμάτωση του DR;
- Θα πρέπει η ενσωμάτωση του DR να βασίζεται στις τεχνολογικές αναβαθμίσεις των έξυπνων μετρητών ή να βασιστεί σε εναλλακτικές τεχνολογίες;

### (iii) Λειτουργία DR

- Ποιος θα είναι υπεύθυνος για τον έλεγχο της λειτουργίας; Θα είναι ο έλεγχος αθροιστικός ή κατανεμημένος;
- Πως θα αντιμετωπιστούν ενδεχόμενες συγκρουόμενες απαιτήσεις μεταξύ των συμμετεχόντων στα προγράμματα DR;
- Υπάρχει μία ιεραρχία στην ενσωμάτωση του DR ή όλα τα επιμέρους τμήματα θα εισαχθούν ταυτόχρονα και η προτεραιότητάς τους θα πρέπει να αντιμετωπιστεί δυναμικά;
- Πως θα δοθεί πρόσβαση στα δεδομένα του DR στους συμμετέχοντες και με ποιο κόστος; Πως θα διασφαλιστεί η ασφάλεια και η ιδιωτικότητα των αποθηκευμένων δεδομένων;

### (iv) Σχέσεις καταναλωτών

- Ποιος θα είναι υπεύθυνος για την επικοινωνία με τις διαφορετικές κατηγορίες των καταναλωτών;
- Ποιος θα είναι υπεύθυνος για την αποθήκευση και επεξεργασία των δεδομένων;
- Μπορεί η υπάρχουσα δομή να προωθήσει εμπορικά το DR στους καταναλωτές ή θα πρέπει να σχηματιστούν νέοι φορείς για τη προώθηση και διαφήμιση;
- Στο πλαίσιο των αυξανόμενων τιμών της ενέργειας, πως μπορεί το DR να αποφύγει την ευθύνη για αυτές τις αυξήσεις;

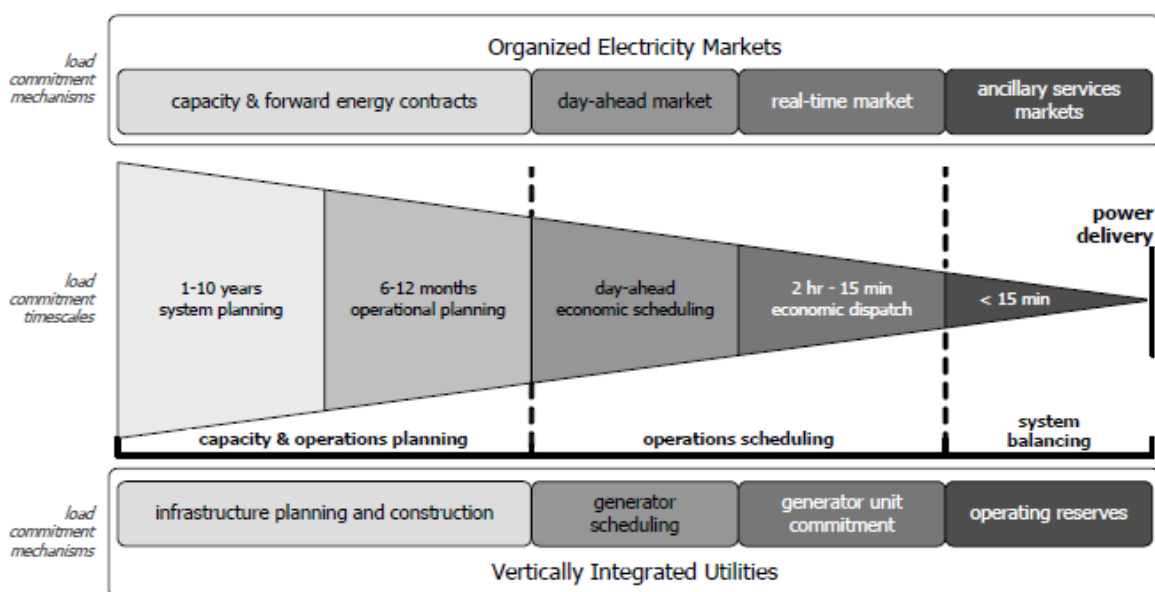
(v) Ρυθμιστικό πλαίσιο

- Πως θα κατανεμηθεί το κέρδος που προκύπτει από το DR ανάμεσα στους μετόχους και πως θα ανταμειφθούν οι καταναλωτές που συμμετέχουν στο DR;
- Πως θα ελεγχθεί το DR μελλοντικά;
- Πως θα καταλήγουν σε αποφάσεις οι εταιρίες του δικτύου μεταφοράς για επενδύσεις από τη στιγμή που το DR έχει στατιστικό χαρακτήρα; [67-69]

Για την αξιολόγηση των πλεονεκτημάτων του DR απαιτείται οι φορείς λήψης των αποφάσεων και έχουν γνώση της φυσικής υποδομής και των λειτουργικών απαιτήσεων για αξιόπιστη λειτουργία του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας καθώς και τις περιφερειακές (regional) διαφορές που αναφέρονται στην διάρθρωση της αγοράς και την οργάνωση της βιομηχανίας. Σε όλες τις δομές της αγοράς, η διαχείριση των συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας εξαρτάται είναι σε μεγάλο βαθμό από δύο σημαντικές φυσικές ιδιότητες της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Πρώτον, η ηλεκτρική ενέργεια δεν είναι οικονομικά αποθηκεύσιμη, και αυτό με τη σειρά του απαιτεί τη διατήρηση του ισοζυγίου προσφοράς/ζήτησης σε πραγματικό χρόνο. Η αναντιστοιχία προσφοράς και ζήτησης μπορεί να απειλήσει την ακεραιότητα του ηλεκτρικού δικτύου σε εξαιρετικά μεγάλες περιοχές μέσα σε μικρό χρονικό διάστημα. Δεύτερον, η βιομηχανία της ηλεκτρικής ενέργειας είναι πολύ υψηλής έντασης κεφαλαίου. Οι επενδύσεις στην παραγωγή και στην μεταφορά είναι μεγάλες και τα αντίστοιχα έργα είναι σύνθετα με αναμενόμενη οικονομική διάρκεια ζωής αρκετών δεκαετιών (ανάπτυξη, κατασκευή και εγκατάσταση).

Αυτά τα χαρακτηριστικά των συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας απαιτούν τη διαχείριση της ηλεκτρικής ενέργειας να πραγματοποιείται σε μια σειρά χρονοδια-

γραμμάτων, από κάποια χρόνια (ή ακόμα και δεκαετίες) για τον προγραμματισμό της παραγωγής και της μεταφοράς σε δευτερόλεπτα για εξισορρόπηση της παραγωγής στις διακυμάνσεις της ζήτησης (Σχήμα 3.8). Οι αποφάσεις λαμβάνονται σε πολλές και διάφορες συγκυρίες κατά μήκος αυτού του χρονικού διαστήματος. Για παράδειγμα, το 70-80% κάλυψης του φορτίου γίνεται μέσω προθεσμιακών συμβολαίων ενέργειας. Στις περισσότερες περιπτώσεις, λιγότερο από το 5% της κάλυψης του φορτίου γίνεται με δοσοληψία δύο ώρες πριν από την κάλυψη του.

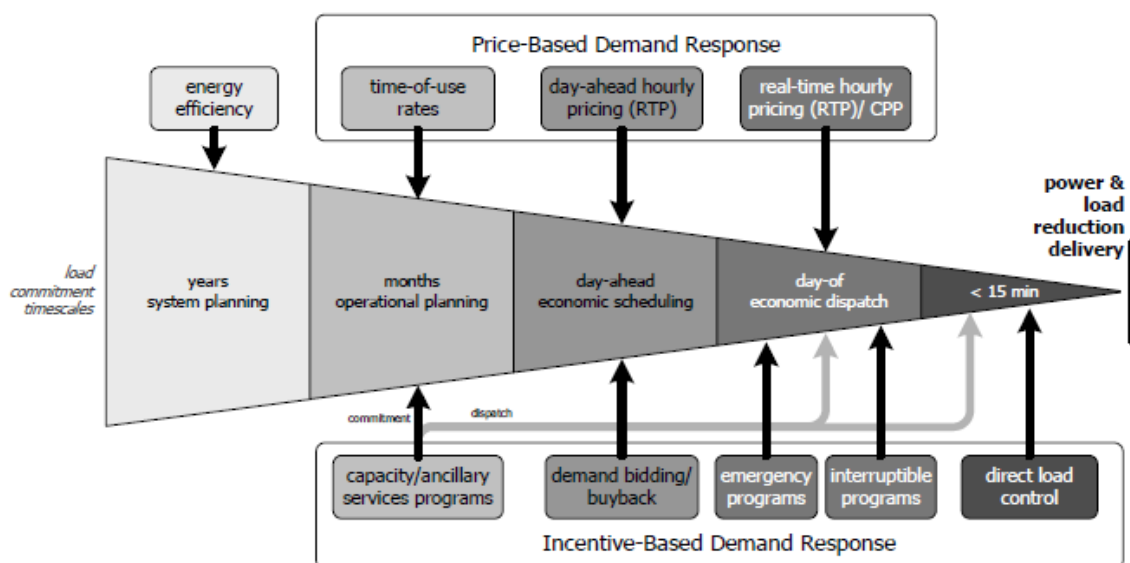


Σχήμα 3.8: Χρονοδιάγραμμα σχεδιασμού του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας: Κλίμακες χρόνου και μηχανισμοί λήψης αποφάσεων.

Ο βασικός σχεδιασμός του συστήματος και οι κλίμακες χρόνους λήψης αποφάσεων της παραγωγής ενέργειας είναι όμοιες σε περιοχές με οργανωμένες αγορές χονδρεμπορίου και σε καθετοποιημένα συστήματα αλλά υπάρχουν διαφορές στους μηχανισμούς για την αγορά ηλεκτρικής ενέργειας από τους προμηθευτές. Στο Σχήμα 3.8, ο σχεδιασμός εγκατεστημένης ισχύος και λειτουργίας (capacity and operations planning) περιλαμβάνει μακροπρόθεσμες επενδύσεις και αποφάσεις. Ο σχεδιασμός περιλαμβάνει την αξιολόγηση της ανάγκης για επενδύσεις σε νέα εγκατεστημένη ισχύ και υποδομές μεταφοράς και διανομής πάνω σε πολυετή χρονικό ορίζοντα. Το χρονοδιάγραμμα λειτουργίας αναφέρεται στον καθορισμό των ποιων μονάδων θα λειτουργήσουν για να καλύψουν βραχυπρόθεσμα τη ζήτηση. Εδώ οι αποφάσεις λαμβάνονται μία ημέρα πριν αλλά και σε περιόδους με-

ρικών ωρών έως 15 λεπτών πριν την ένταξη της μονάδας (μηχανισμός εκκαθάρισης αποκλίσεων). Η εξισορρόπηση του συστήματος (system balancing) γίνεται σε πολλή μικρή κλίμακα χρόνου και αναφέρεται σε λειτουργίες που σχετίζονται με τη λειτουργία του δικτύου (στρεφόμενη εφεδρεία, παροχή άεργης ισχύος, έλεγχος τάσης, κτλ.).

Το χαρακτηριστικό του DR είναι ότι μπορεί να ενσωματωθεί σε κάθε κλίμακα χρόνου (Σχήμα 3.9).



Σχήμα 3.9: Ο ρόλος της Απόκρισης της Ζήτησης στον σχεδιασμό και τη λειτουργία του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας.

Για παράδειγμα, το DR που ενημερώνει για τις δυνατότητες μείωση του φορτίου, μπορεί να ενταχθεί σε κλίμακα χρόνου μία ημέρα πριν (day-ahead). Γενικώς τα προγράμματα DSM που περιλαμβάνουν ενεργειακή αποδοτικότητα μπορούν να αναφέρονται στον μακροπρόθεσμο σχεδιασμό μιας και οι μειώσεις της κατανάλωσης που φέρει η ενεργειακή αποδοτικότητα είναι μόνιμη. Σχετικά με το price-based DR, τα τιμολόγια TOU rates μπορούν να ενσωματωθούν στον σχεδιασμό λειτουργίας μίας και αντανακλούν το ημερήσιο και το εποχιακό κόστος παραγωγής. Τα τιμολόγια RTP αναφέρονται σε κλίμακες χρόνου μίας ημέρας πριν αλλά στην εξισορρόπηση της λειτουργίας. Σχετικά με το incentive-based DR, τα Capacity Programs αναφέρονται σε εκ των προτέρων μειώσεις και μάλιστα σε κλίμακα μερικών μηνών. Τα Ancillary Services Programs αναφέρονται σε κλίμακες μερικών



ωρών ή λιγότερο της μίας ώρας. Τα προγράμματα DLC αναφέρονται σε κλίμακα μερικών λεπτών.

Οι κατηγορίες κόστους που σχετίζονται με την εφαρμογή του DR διακρίνονται σε κόστος του συμμετέχοντα και κόστος του συστήματος. Η 1<sup>η</sup> κατηγορία αναφέρεται στους καταναλωτές που συμμετέχουν στο πρόγραμμα DR και μπορεί να διακριθεί σε:

- Αρχικό κόστος. Αναφέρεται στη περίοδο πριν την εφαρμογή του DR και συμπεριλαμβάνει το κόστος εγκατάστασης φορτίων όπως οι αυτοματισμοί για τις διακοπές του φορτίου (προγράμματα DLC), έλεγχος ενεργειακής διαχείρισης, κτλ. επίσης, το αρχικό κόστος μπορεί να περιλαμβάνει τη χρηματοδότηση προγραμμάτων ενημέρωσης των καταναλωτών.
- Τρέχων κόστος. Σχετίζονται με την εφαρμογή του DR και αναφέρονται σε μετρήσιμο κόστος όπως μείωση της εμπορικής δραστηριότητας, επανασχεδιασμός του χρονοδιαγράμματος λειτουργίας μίας βιομηχανίας, κτλ.

Το κόστος του συστήματος βαραίνει τους σχεδιαστές του DR. Περιλαμβάνει το κόστος της λειτουργίας των μετρητών και της τηλεπικοινωνιακής υποδομής, την προώθηση του DR, την ενημέρωση του κοινού, την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων, κτλ. [59]

Τα οφέλη που προκύπτουν από την εφαρμογή του DR αναφέρονται στους καταναλωτές ως ξεχωριστές οντότητες αλλά και ως σύνολο:

- Οικονομικό όφελος. Προσφέρονται οικονομικά κίνητρα στους καταναλωτές.
- Όφελος αξιοπιστίας του συστήματος. Οι ενεργειακές υπηρεσίες παρέχονται με αυξημένη αξιοπιστία και αποδοτικότητα.
- Βραχυπρόθεσμα οφέλη της αγοράς. Υπάρχουν μειωμένα αλλά και αποδοτικότερη εκμετάλλευση των ενεργειακών πόρων και μεγαλύτερος συσχετισμός μεταξύ του κόστους παραγωγής και της χρέωσης του ηλεκτρισμού.
- Μακροπρόθεσμα οφέλη της αγοράς. Μείωση της αιχμής του συστήματος, μειωμένες ανάγκες για εγκατεστημένη ισχύ και επέκταση του δικτύου μεταφοράς, περιβαλλοντικό όφελος.
- Αύξηση του ανταγωνισμού μεταξύ των προμηθευτών και παροχή πλειάδας υπηρεσιών προς τους καταναλωτές.

Συμπερασματικά, το DR παρέχει οικονομικά, τεχνικά και περιβαλλοντικά οφέλη. Τα οικονομικά αναφέρονται στη καθυστέρηση ή στην αναβολή κατασκευής νέων μονάδων παραγωγής και δικτύων μεταφοράς και διανομής, στη μείωση των υψηλών τιμών ηλεκτρικής ενέργειας και στην ελάττωση της ανάγκης για αγορά εισαγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από δίκτυα γειτονικών χωρών. Τα τεχνικά περιλαμβάνουν την αύξηση της αξιοπιστίας του συστήματος, στην ελάττωση της πιθανότητας εμφάνισης ολικών σβέσεων και στη ταχύτερη κάλυψη ξαφνικών αναγκών στο ηλεκτρικό δίκτυο. Το DR μπορεί να συνδράμει στην προστασία του περιβάλλοντος μέσω του ορθολογικού της εκμετάλλευσης των αποθεμάτων πρωτογενούς ενέργειας [70-93].

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4**

### **Παραδείγματα εφαρμογής μέτρων διαχείρισης της ηλεκτρικής ζήτησης**

#### **4.1 Εισαγωγή**

Το παρόν Κεφάλαιο παρέχει μία επισκόπηση προγραμμάτων DSM σε διάφορες χώρες του κόσμου. Επιπλέον, παρουσιάζεται η τρέχουσα κατάσταση στην Ευρωπαϊκή Ένωση του επιπέδου διείσδυσης των Έξυπνων Μετρητών.

Το DSM ξεκίνησε σαν ιδέα και εφαρμόστηκε στη πράξη πριν από μερικές δεκαετίες στις Η.Π.Α.. Μέχρι σήμερα έχουν τρέξει πολλά προγράμματα σε εθνικό επίπεδο και έχει αποδειχθεί στη πράξη η αποτελεσματικότητα της εφαρμογής τους. Σε διεθνές επίπεδο, συντονιστής των προσπαθειών είναι η International Energy Agency (IEA) και μέσω του προγράμματος IEA Demand Side Management Programme, προωθείται μια προσπάθεια υποστήριξης προγραμμάτων DSM σε κάθε χώρα που συμμετέχει. Οι συμμετέχοντες είναι 18 και ανάμεσα τους ο Καναδάς, η Δημοκρατία της Κορέας, το Ηνωμένο Βασίλειο, η Γαλλία, η Ινδία, κ.α.. Μερικά από τα οφέλη αυτής της προσπάθειας είναι η από κοινού χάραξη πολιτικών, η ανταλλαγή απόψεων, εμπειριών και τεχνογνωσίας και η προώθηση των σπουδών Έρευνας και Ανάπτυξης κάθε χώρας.

Η τρέχουσα τάση της αγοράς είναι η εστίαση στην σημασία του DSM στο πλαίσιο των Ευφών Δικτύων. Ανάμεσα σε άλλα, τα Ευφύη Δίκτυα προετοιμάζουν το έδαφος για την μεσοπρόθεσμη εισαγωγή των ηλεκτρικών οχημάτων στον τομέα των μεταφορών. Παράλληλα με την ανάπτυξη και τη διάδοση των διάφορων τεχνολογιών, έχει εξαχθεί το συμπέρασμα για τη σημασία της ύπαρξης των “έξυπνων καταναλωτών”, οι οποίοι θα αλληλεπιδρούν και θα επωφεληθούν από τις ευκαιρίες που παρουσιάζονται από τις νέες τεχνολογίες και πολιτικές. Υπό τη στέγη του IEA Demand Side Management Programme, έχουν περατωθεί αρκετές μελέτες (Tasks) που υπογραμμίζουν τις προκλήσεις ενσωμάτωσης των προγραμμάτων DSM. Παρέχεται το γόνιμο έδαφος για την συνεργασία μεταξύ των χωρών που συμμετέχουν ώστε να αντιμετωπιστούν οι διάφορες προκλήσεις. Οι βασικές

προκλήσεις σχετίζονται περισσότερο με θέματα νομοθεσίας και ρυθμιστικών πλαισίων και λιγότερο με τεχνοοικονομικά θέματα [10].

## **4.2 Μέτρα διαχείρισης της ηλεκτρικής ζήτησης στις Η.Π.Α.**

Το DSM πρωτοεμφανίστηκε στις Η.Π.Α. την δεκαετία του 1970. Μέχρι σήμερα έχουν εφαρμοστεί πολλά προγράμματα Ενεργειακής Απόδοσης και Απόκρισης της Ζήτησης. Παρακάτω παρουσιάζονται ενδεικτικά μερικά από αυτά:

Τίτλος: SOUTHERN CALIFORNIA EDISON (SCE)-LOW INCOME RELAMPING PROGRAMME

Χώρα: Η.Π.Α.

Που απευθύνεται: Οικιακός τομέας

Στόχος: Η προώθηση συμπαγών λαμπτήρων φθορισμού (CFLs) σε καταναλωτές χαμηλού εισοδήματος και η διαμόρφωση της καταναλωτικής συνείδησης σε θέματα ενεργειακής απόδοσης.

Σχεδιασμός του προγράμματος και στρατηγική ενσωμάτωσης: πρόγραμμα οδηγούμενο από τον πάροχο, σύμπραξη μεταξύ του παρόχου και διάφορων οργανώσεων των καταναλωτών, τα CFLs διανεμήθηκαν δωρεάν στους καταναλωτές χαμηλού εισοδήματος και ο πάροχος παρείχε διοικητική και τεχνική υποστήριξη για το πρόγραμμα.

Αποτελέσματα του προγράμματος: Για την περίοδο 1985-1991 η εξοικονόμηση ενέργειας ανήλθε στις 418,500 MWh και η περικοπή της ζήτησης ανήλθε στα 13.85 MW.

Εμπειρία που αποκτήθηκε: προσδιορισμός των οφελών που προκύπτουν από την επεξεργασία των δεδομένων των καταναλωτών.

Εμπλεκόμενος φορέας: Southern California Edison (ιδιωτικός πάροχος που δραστηριοποιείται στην κεντρική και βόρεια California και κάλυπτε περίπου 4 εκατ. καταναλωτές το 1991). Το DSM αποτελεί επίκεντρο στη λειτουργία της εταιρείας. Για τη περίοδο 1973-1991 ο συνολικός προϋπολογισμός ανήλθε στα \$800 εκατ. (τιμές 1993).

Περιγραφή: Ο πάροχος χορήγησε δωρεάν μέχρι και 5 CFLs σε καταναλωτές χαμηλού εισοδήματος και υπήρξε μία συνεργασία του παρόχου με καταναλωτικούς

#### Κεφάλαιο 4: Παραδείγματα εφαρμογής μέτρων διαχείρισης της ηλεκτρικής ζήτησης

οργανισμούς. Οι τελευταίοι βοήθησαν στην διαφήμιση και την αξιολόγηση του προγράμματος.

Στόχος: Η μείωση του φορτίου του φωτισμού που για τον συγκεκριμένο πάροχο ευθύνεται κατά μεγάλο ποσοστό στην αιχμή του φορτίου.

Μέτρο DSM: Αντικατάσταση των λαμπτήρων πυρακτώσεως με CFLs.

Κίνητρα: Δωρεάν χορήγηση CFLs.

Παραδοτέα προγράμματος: Περιλάμβαναν εκθέσεις για το κάθε στάδιο του προγράμματος (προώθηση, επιλογή καταναλωτών, διεξαγωγή απλών ενεργειακών επιθεωρήσεων, εγκατάσταση CFL και εκπαίδευση σε θέματα ενεργειακής απόδοσης).

Συμμετοχή καταναλωτών: Στο τέλος του 1991, περίπου το 48% των επιλεγμένων καταναλωτών (750,000) συμμετείχαν στο πρόγραμμα. Ο μέσος όρος ανά έτος ήταν 51,647 συμμετέχοντες καταναλωτές.

Επιτήρηση και αξιολόγηση: Καθορισμός των οφελών του παρόχου και των καταναλωτών (μέσω δημοσκοπήσης). Πραγματοποιήθηκε μείωση της τιμής πώλησης της ενέργειας κατά 9%, π.χ. 3.77 Cents/kWh το 1989, 3.03 Cents/kWh το 1990 και 2.59 Cents/kWh το 1991.

Κόστος: \$23.55 εκατ.

Τίτλος: NEW YORK POWER AUTHORITY (NYPA) –HIGH EFFICIENCY LIGHTING PROGRAMME

Χώρα: Η.Π.Α.

Που απευθύνεται: Εμπορικός τομέας

Στόχος: Προώθηση του DSM σε δημόσια κτίρια και ιδρύματα μέσω αποδοτικού φωτισμού.

Σχεδιασμός του προγράμματος και στρατηγική ενσωμάτωσης: πρόγραμμα οδηγούμενο από τον πάροχο.

Αποτελέσματα του προγράμματος: Για το έτος του 1992, η μείωση της κατανάλωσης ανήλθε στις 1,700,000 MWh και η μείωση της ζήτησης στα 14.20 MW.

Εμπειρία που αποκτήθηκε: Η εφαρμογή του προγράμματος ήταν γρήγορη αλλά οι πραγματικές μειώσεις της κατανάλωσης ήταν χαμηλότερες από τις προβλεπόμενες.

Εμπλεκόμενος φορέας: New York Power Authority (πρόκειται για δημόσιο πάροχο με δικές του μονάδες παραγωγής και μετοχικά κεφάλαια στο δίκτυο μεταφοράς.

#### Κεφάλαιο 4: Παραδείγματα εφαρμογής μέτρων διαχείρισης της ηλεκτρικής ζήτησης

Οι πωλήσεις ενέργειας ανέρχονται στις 32.60 εκατ. MWh και τα έσοδα στα \$872 εκατ.).

Περιγραφή: Χρηματοδότηση των ιδρυμάτων για την ενσωμάτωση του εξοπλισμού αφού πρώτα καθοριστούν οι επιλογές για ενεργειακή απόδοση μέσω ενεργειακών επιθεωρήσεων.

Στόχος: Η ανάδειξη του ρόλου του DSM σε θέματα μείωσης της κατανάλωσης.

Μέτρο DSM: Λαμπτήρες φθορισμού, ballasts, CFLs, φωτοκύτταρα, βελτίωση των HVAC, κτλ.

Κίνητρα: Εγγυημένη ανάκτηση του κόστους των καταναλωτών, εκπτώσεις στην αγορά του εξοπλισμού.

Παραδοτέα προγράμματος: Προσφορά μίας πλειάδας επιλογών για εξοικονόμηση ενέργειας, συμμετοχή των καταναλωτών μέσω σύναψης συμβολαίων, διεξαγωγή ενεργειακών επιθεωρήσεων και παροχή συμβουλευτικών υπηρεσιών.

Συμμετοχή καταναλωτών: Στο τέλος του 1991, οι επιλεγμένοι καταναλωτές ήταν περίπου 750,000 και το 48% δέχθηκε να συμμετάσχει.

Επιτήρηση και αξιολόγηση: Υπήρχαν μηνιαίες εκθέσεις και διάφορα δεδομένα κατανάλωσης συγκεντρώθηκαν μέσω δημοσκοπήσεων.

Κόστος: &55,342.

Τίτλος: BONNEVILLE POWER ADMINISTRATION (BPA)-WATERWISE PROGRAMME

Χώρα: Η.Π.Α.

Που απευθύνεται: Αγροτικός τομέας

Στόχος: Προώθηση ενεργειακά αποδοτικών συστημάτων άρδευσης στις βορειοδυτικές Η.Π.Α.

Σχεδιασμός του προγράμματος και στρατηγική ενσωμάτωσης: πρόγραμμα οδηγούμενο από τον πάροχο, συμμετοχή δημόσιων φορέων, εταιρίες παροχής συμβουλευτικής.

Αποτελέσματα του προγράμματος: Για την περίοδο 1983-1992, η μείωση της κατανάλωσης ανήλθε στις 506,300 MWh και η μείωση της ζήτησης στα 11 MW.

Εμπειρία που αποκτήθηκε: Κρίθηκε επιτυχής η συμμετοχή πολλών φορέων. Επίσης, η ενσωμάτωση τεχνολογικών καινοτομιών στον αγροτικό τομέα είναι αργή και τα αποδοτικά συστήματα άρδευσης απαιτούν υπηρεσίες συμβουλευτικής και ανάπτυξη εξειδικευμένου λογισμικού.

Εμπλεκόμενος φορέας: Bonneville Power Administration (πρόκειται για δημόσιο πάροχο).

Περιγραφή: Το πρόγραμμα παρέχει χορηγίες στις εταιρίες άρδευσης για εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας.

Στόχος: Η μείωση του φορτίου του παρόχου μέσω εξοικονόμησης νερού και ενέργειας.

Μέτρο DSM: Συντήρηση των συστημάτων άντλησης και εξορθολογισμός των λειτουργιών αυτών.

Κίνητρα: Παροχή χορηγήσεων.

Παραδοτέα προγράμματος: Διεξαγωγή ενεργειακών επιθεωρήσεων, παρακολούθηση της εφαρμογής των μέτρων και ανάλυση των αποτελεσμάτων.

Συμμετοχή καταναλωτών: Συμμετοχή 39 εταιριών άρδευσης.

Επιτήρηση και αξιολόγηση: Αξιολόγηση των οφελών του παρόχου και των συμμετεχόντων.

Κόστος: \$24.50 εκατ. [10]

### **4.3 Μέτρα διαχείρισης της ηλεκτρικής ζήτησης σε διάφορες χώρες**

Εκτός από τις Η.Π.Α., το DSM έχει βρει αποδοχή και σε άλλες χώρες που είτε συμμετέχουν στο IEA Demand Side Management Programme είτε όχι.

Τίτλος: ILLUMEX – PROMOTING USE OF COMPACT FLUORESCENT LAMP

Χώρα: Μεξικό

Που απευθύνεται: Οικιακός τομέας

Στόχος: Η προώθηση της έννοιας της ενεργειακής απόδοσης μέσω συμπαγών λαμπτήρων φθορισμού σε οικιακούς καταναλωτές και σε προμηθευτές εξοπλισμού.

Σχεδιασμός του προγράμματος και στρατηγική ενσωμάτωσης: πρόγραμμα οδηγούμενο από τον πάροχο (Comisión Federal de Electricidad), συμμετοχή ιδιωτικού τομέα (προμηθευτές εξοπλισμού). Η προμήθεια των CFLs έγινε μέσω προκήρυξης διαγωνισμού.

Αποτελέσματα του προγράμματος: Για την περίοδο 1994-1997, η εξοικονόμηση ενέργειας ανήλθε στις 169,000 MWh ανά έτος και η περικοπή της ζήτησης ανήλθε στα 1000 MW.

#### Κεφάλαιο 4: Παραδείγματα εφαρμογής μέτρων διαχείρισης της ηλεκτρικής ζήτησης

Εμπειρία που αποκτήθηκε: Οι καταναλωτές με υψηλότερα εισοδήματα έδειξαν μεγαλύτερη αποδοχή στο πρόγραμμα. Επίσης, λόγω της αλλαγής του μίγματος της ηλεκτροπαραγωγής, τα οικονομικά οφέλη ήταν μικρότερα από τα προβλεπόμενα αλλά και λόγω της μειωμένης χρήσης των CFLs.

Εμπλεκόμενος φορέας: Comisión Federal de Electricidad (πρόκειται για δημόσιο πάροχο).

Περιγραφή: Το πρόγραμμα σχεδιάστηκε έτσι ώστε να μειωθεί το κόστος αγοράς των CFLs μέσω της αγοράς μέσω εκπτώσεων από διάφορους προμηθευτές.

Στόχος: Η υψηλή διείσδυση CFLs στον οικιακό τομέα και η μείωση της κατανάλωσης των χαμηλού εισοδήματος καταναωτών.

Μέτρο DSM: Ενεργειακά αποδοτικά CFLs.

Κίνητρα: Έκπτωση στην αγορά CFLs (περίπου στο 60% της τιμής).

Παραδοτέα προγράμματος: Το πρόγραμμα οδήγησε στη μείωση των τιμών των CFLs και στην υψηλή διείσδυση αυτών στον οικιακό τομέα.

Συμμετοχή καταναλωτών: Μέσω του προγράμματος πούληθηκαν 1.70 εκατ. CFLs.

Επιτήρηση και αξιολόγηση: Αξιολόγηση στο κατά πόσο το πρόγραμμα θα κάλυπτε τους στόχους του και θα οδηγούσε σε μειώσεις των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. Οι μειώσεις υπολογίστηκαν σε 27,500 τόνους ανά έτος για το CO<sub>2</sub>, 1,500 τόνους ανά έτος για το SO<sub>2</sub> και 175 τόνους ανά έτος για τα NO<sub>x</sub>.

Κόστος: \$23.00 εκατ.

Τίτλος: CEYLON ELECTRICITY BOARD (CEB)-COMPACT FLUORESCENT LAMP (CFL) LOAN PROGRAMME

Χώρα: Σρι Λάνκα

Που απευθύνεται: Οικιακός τομέας

Στόχος: Η προώθηση των CFLs σε οικιακούς καταναλωτές, η διερεύνηση του ρόλου του DSM στον σχεδιασμό του συστήματος και η μείωση του περιβαλλοντικού κόστους και του ρίσκου στη παραγωγή ενέργειας.

Σχεδιασμός του προγράμματος και στρατηγική ενσωμάτωσης: πρόγραμμα οδηγούμενο από τον πάροχο, συμμετοχή ιδιωτικού τομέα (προμηθευτές εξοπλισμού).

Αποτελέσματα του προγράμματος: Για την περίοδο 1995-1999, η εξοικονόμηση ενέργειας ανήλθε στις 64,100 MWh ανά έτος και η περικοπή της ζήτησης ανήλθε στα 46.70 MW.



#### Κεφάλαιο 4: Παραδείγματα εφαρμογής μέτρων διαχείρισης της ηλεκτρικής ζήτησης

Εμπειρία που αποκτήθηκε: Η προώθηση των CFLs από τον πάροχο υπήρξε σημαντική για την μετέπειτα προώθηση άλλων προϊόντων και υπηρεσιών.

Εμπλεκόμενος φορέας: Ceylon Electricity Board (πρόκειται για δημόσιο πάροχο).

Περιγραφή: Ο πάροχος ήταν υπεύθυνος για τη μερική επιδότηση των CFLs και η προώθηση του προγράμματος έγινε μέσω φυλλαδίων, σεμιναρίων και ηλεκτρονικών μέσων. Κάθε καταναλωτής μπορούσε να αγοράσει έως και 4 CFLs μέσω 12μηνων δόσεων που εμφανίζονταν στους μηνιαίους λογαριασμούς.

Στόχος: Η υψηλή διείσδυση CFLs στον οικιακό τομέα, μείωση της αιχμής του φορτίου στις απογευματινές ώρες, βελτίωση του συντελεστή φορτίου του συστήματος, βελτίωση της ποιότητας ισχύος και ενεργή συμμετοχή των καταναλωτών.

Μέτρο DSM: Μερική επιδότηση των CFLs.

Κίνητρα: Έκπτωση στην αγορά CFLs.

Παραδοτέα προγράμματος: Συμμετοχή ιδιωτικών φορέων και πώληση 171,617 CFLs.

Συμμετοχή καταναλωτών: (Μη διαθέσιμα δεδομένα).

Επιτήρηση και αξιολόγηση: Δεδομένα εξοικονόμησης ενέργειας αποκτήθηκαν από δημοσκοπήσεις και αντίστοιχες αναλύσεις. Πειραματισμός με προγράμματα επιδοτήσεων, αξιολόγηση των οφελών της συμμετοχής των καταναλωτών. Παρατηρήθηκε μείωση της αιχμής του συστήματος και μειωμένο κόστος παραγωγής (3.06 Rs ανά kWh).

Κόστος: \$2.96 εκατ. Rs

Τίτλος: GRID CORPORATION (GRIDCO)–PARADIP PORT TRUST COOKING FUEL SUBSTITUTION PROGRAMME

Χώρα: Ινδία

Που απευθύνεται: Οικιακός τομέας

Στόχος: Η προώθηση του Liquefied Petroleum Gas (LPG) ή προπανίου σαν μέσο στο οικιακό μαγείρεμα αντικαθιστώντας του ηλεκτρικούς φούρνους. Επιθυμητή μείωση της αιχμής του συστήματος.

Σχεδιασμός του προγράμματος και στρατηγική ενσωμάτωσης: πρόγραμμα οδηγούμενο από τον πάροχο, συμμετοχή ιδιωτικού τομέα.

Αποτελέσματα του προγράμματος: Αποφυγή χρήσης ηλεκτρισμού στους φούρνους κα χρήση του προπανίου, μείωση της πρωινής αιχμής κατά 2.30 MW και της απογευματινής αιχμής κατά 3.20 MW.

#### Κεφάλαιο 4: Παραδείγματα εφαρμογής μέτρων διαχείρισης της ηλεκτρικής ζήτησης

Εμπειρία που αποκτήθηκε: Μελέτη της απόκρισης των καταναλωτών.

Εμπλεκόμενος φορέας: GRIDCO (πρόκειται για ημι-ιδιωτικό πάροχο).

Περιγραφή: Η αντικατάσταση 2155 ηλεκτρικών φούρνων με φούρνους προπανίου. Οι πρώτοι συνεισφέρουν κατά 60% της κατανάλωσης ενέργειας μίας οικίας.

Στόχος: Η μείωση της ηλεκτρικής κατανάλωσης (ανήλθε στις 7,076 MWh ανά έτος).

Μέτρο DSM: Αντικατάσταση των ηλεκτρικών φούρνων με φούρνους προπανίου, εγκατάσταση συνοδευτικών μετρητών στις οικίες.

Κίνητρα: Ολική επιδότηση για αγορά και εγκατάσταση των φούρνων, μείωση του flat rate της ηλεκτρικής ενέργειας από τα 132 Rs. στα 80 Rs.

Παραδοτέα προγράμματος: (Μη διαθέσιμα δεδομένα).

Συμμετοχή καταναλωτών: (Μη διαθέσιμα δεδομένα).

Επιτήρηση και αξιολόγηση: (Μη διαθέσιμα δεδομένα).

Κόστος: 1.97,24.000 Rs.

Τίτλος: BESCO EFFICIENT LIGHTING PROGRAMME (BELP)

Χώρα: Ινδία

Που απευθύνεται: Οικιακός τομέας

Στόχος: Η προώθηση ενεργειακά αποδοτικών διατάξεων φωτισμού.

Σχεδιασμός του προγράμματος και στρατηγική ενσωμάτωσης: πρόγραμμα οδηγούμενο από τον πάροχο, συμμετοχή ιδιωτικού τομέα.

Αποτελέσματα του προγράμματος: Για το 2005, η μείωση της κατανάλωσης ανήλθε στις 24.30 MWh και η μείωση της ζήτησης στα 13.50 MW.

Εμπειρία που αποκτήθηκε: Ο πάροχος βοήθησε στην υπερνίκηση του οικονομικού εμποδίου της προώθησης των CFLs και στην δημιουργία αποδοχής της εν λόγω τεχνολογίας.

Εμπλεκόμενος φορέας: Bangalore Electricity Supply Company (πρόκειται για δημόσιο πάροχο που καλύπτει 1.30 εκατ. καταναλωτές και με εγκατεστημένη ισχύ ίση με 3000 MW).

Περιγραφή: Ο πάροχος ακολούθησε την εξής διαδικασία: a) καταγραφή των προμηθευτών ανάλογα με τη προσφορά τους στην προμήθεια των CFLs και b) σχεδιασμός εκστρατείας προώθησης και εκπαίδευσης του προσωπικού του.

Στόχος: Προώθηση των CFLs και δημιουργία δυναμικού για την μελλοντική ενσωμάτωση μέτρων DSM.

#### Κεφάλαιο 4: Παραδείγματα εφαρμογής μέτρων διαχείρισης της ηλεκτροικής ζήτησης

Μέτρο DSM: Προώθηση των CFLs μέσω φυλλαδίων, διαφημιστικών έντυπων, καταχωρήσεων σε εφημερίδες και προώθηση σε τηλεοπτικούς και ραδιοφωνικούς σταθμούς.

Κίνητρα: Έκπτωση κατά 20% στη τιμή των CFLs, παροχή 12-μηνιαίας εγγύησης.

Παραδοτέα προγράμματος: Ο πάροχος προώθησε το μέτρο σε οικιακούς καταναλωτές και οργάνωσε εκπαιδευτικά σεμινάρια για το προσωπικό του. Η διάρκεια του προγράμματος ήταν η περίοδος 2004-2005 και καταγράφηκαν σημαντικά κέρδη για τους προμηθευτές με την πώληση 300,000 CFLs.

Συμμετοχή καταναλωτών: Περίπου 100,000 ανταποκρίθηκαν και προμηθεύτηκαν CFLs σε 9-μηνιαίες δόσεις.

Επιτήρηση και αξιολόγηση: Μείωση αιχμής του φορτίου, αξιολόγηση προγραμμάτων επιδοτήσεων και συνεργασία με προμηθευτές.

Κόστος: (Μη διαθέσιμα δεδομένα).

#### Τίτλος: PROVINCIAL ELECTRICITY AUTHORITY (PEA)–STREET LIGHTING PROGRAMME

Χώρα: Ταϊλάνδη

Που απευθύνεται: Δημοτικός τομέας

Στόχος: Η εισαγωγή της χρήσης των λαμπτήρων εκκένωσης νατρίου υψηλής πίεσης (High-Pressure Sodium) σε αγροτικές περιοχές και η αξιολόγηση της δυνατότητας για σχεδιασμό μεγάλων προγραμμάτων DSM.

Σχεδιασμός του προγράμματος και στρατηγική ενσωμάτωσης: πρόγραμμα οδηγούμενο από τον πάροχο, συμμετοχή ιδιωτικού τομέα.

Αποτελέσματα του προγράμματος: Για την περίοδο 1997-1998, η μείωση της κατανάλωσης ανήλθε στις 79,883 MWh και η μείωση της ζήτησης στα 3,300 kW.

Εμπειρία που αποκτήθηκε: Το πρόγραμμα δεν είχε επίδραση στις ώρες αιχμής (14:00-17:00 τις εργάσιμες ημέρες) εφόσον αφορούσε τον δημοτικό φωτισμό. Η αποτίμηση του προγράμματος δεν ήταν άμεσα δυνατή από τη στιγμή που δεν υπήρχαν οι κατάλληλοι μετρητές για τη κατανάλωση του δημοτικού φωτισμού.

Εμπλεκόμενος φορέας: Provincial Electric Authority (πρόκειται για δημόσιο πάροχο).

Περιγραφή: Δεν υπήρξε διαφήμιση του προγράμματος και η προμήθεια των λαμπτήρων ήταν εισαγόμενη. Από το πρόγραμμα ωφελήθηκαν περί 55,000 χωριά.

#### Κεφάλαιο 4: Παραδείγματα εφαρμογής μέτρων διαχείρισης της ηλεκτρικής ζήτησης

Στόχος: Προώθηση των λαμπτήρων για τη μείωση της κατανάλωσης σε απογευματινές ώρες και την ανάπτυξη της αγοράς (κατασκευαστές και εισαγωγείς) για ενεργειακά αποδοτικό εξοπλισμό.

Μέτρο DSM: Αποδοτικότεροι λαμπτήρες για δημοτικό φωτισμό σε υπαίθριες περιοχές.

Κίνητρα: Η υπηρεσία δημοτικού φωτισμού παρέχεται δωρεάν.

Παραδοτέα προγράμματος: Η διάρκεια ήταν από το Μάρτιο του 1997 έως τον Αύγουστο του 1997. Οι λαμπτήρες ήταν εισαγόμενοι από κατασκευαστές στην Ταϊλάνδη.

Συμμετοχή καταναλωτών: Κάτοικοι των χωριών παρείχαν πληροφορίες μέσω συμπλήρωσης ερωτηματολογίων.

Επιτήρηση και αξιολόγηση: Αποτίμηση της εξοικονόμησης ενέργειας που επιτυγχάνεται με τους αποδοτικούς λαμπτήρες σε σχέση με τη διάρκεια ζωής τους και κοινωνικό όφελος (παροχή υπηρεσιών σε περιοχές της υπαίθρου). Παρατηρήθηκε βελτίωση του συντελεστή φορτίου και μείωση του εκπομπών του CO<sub>2</sub> κατά 11,135 τόνους.

Κόστος: &2.20 εκατ.

Τίτλος: AHMEDABAD ELECTRIC COMPANY (AEC)–MUNICIPAL WATER PUMPING SYSTEM EFFICIENCY IMPROVEMENT PROGRAMME

Χώρα: Ινδία

Που απευθύνεται: Δημοτικός τομέας

Στόχος: Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του συστήματος άντλησης του νερού σε μία δημοτική εταιρεία ύδρευσης.

Σχεδιασμός του προγράμματος και στρατηγική ενσωμάτωσης: πρόγραμμα οδηγούμενο από τον πάροχο, πιλοτική εφαρμογή ενεργειακά αποδοτικού συστήματος άντλησης.

Αποτελέσματα του προγράμματος: (Μη διαθέσιμα δεδομένα).

Εμπειρία που αποκτήθηκε: Η ενεργειακή εξοικονόμηση οδηγεί σε χαμηλότερες χρεώσεις των καταναλωτών και μπορεί να εφαρμοστεί σε διάφορες εταιρίες ύδρευσης σε όλη τη χώρα.

Εμπλεκόμενος φορέας: Ahmedabad Electricity Company (πρόκειται για ιδιωτικό πάροχο που καλύπτει 1,112,000 καταναλωτές διαφορετικών κατηγοριών).

#### Κεφάλαιο 4: Παραδείγματα εφαρμογής μέτρων διαχείρισης της ηλεκτρικής ζήτησης

Περιγραφή: Το πιλοτικό πρόγραμμα σχεδιάστηκε να αναδείξει την εξοικονόμηση ενέργειας μέσω αποδοτικού συστήματος άντλησης.

Στόχος: Η αύξηση της απόδοσης 200 μονάδων 85 HP αντλιών κατά 15%.

Μέτρο DSM: Αποδοτικότεροι κινητήρες, πυκνωτές για διόρθωση του συντελεστή ισχύος.

Κίνητρα: Η ενσωμάτωση του προγράμματος υποστηρίχτηκε με κονδύλια.

Παραδοτέα προγράμματος: Το πρόγραμμα εφαρμόστηκε κατά τη περίοδο 1994-1995. Η εταιρία ύδρευσης ήταν υπεύθυνη για την διεξαγωγή ενεργειακής επιθεώρησης για την αποτίμηση των επιλογών για ενεργειακή απόδοση του συστήματος ύδρευσης. Παρείχε την υποστήριξη σε προσωπικό, δεδομένα και εξοπλισμό. Ο πάροχος ήταν υπεύθυνος για τον σχεδιασμό, την εφαρμογή και την επιτήρηση του προγράμματος.

Συμμετοχή καταναλωτών: Η εταιρία ύδρευσης παρείχε την υποστήριξη και αποφάσισε την εφαρμογή των μέτρων και σε άλλες αντλίες μετά το τέλος του προγράμματος.

Επιτήρηση και αξιολόγηση: Παρακολούθηση της πορείας του προγράμματος.

Κόστος: (Μη διαθέσιμα δεδομένα).

Τίτλος: NOIDA POWER COMPANY LTD. (NPCL)-AGRICULTURAL PUMP-SET EFFICIENCY IMPROVEMENT PROGRAMME

Χώρα: Ινδία

Που απευθύνεται: Αγροτικός τομέας

Στόχος: Μείωση κατανάλωσης ενέργειας και των απωλειών στο σύστημα διανομής μέσω της βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης των αντλιών στον αγροτικό τομέα.

Σχεδιασμός του προγράμματος και στρατηγική ενσωμάτωσης: πρόγραμμα οδηγούμενο από τον πάροχο, συμμετοχή ιδιωτικών εταιριών (προμηθευτές αντλιών) και χρηματοοικονομικά ινστιτούτα.

Αποτελέσματα του προγράμματος: Μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και βελτίωση συντελεστή ισχύος.

Εμπειρία που αποκτήθηκε: Προκύπτουν σημαντικά οφέλη από την εγκατάσταση πυκνωτών πάνω στις αντλίες.

Εμπλεκόμενος φορέας: Noida Power Company Ltd (πρόκειται για ιδιωτικό πάροχο που εξυπηρετεί 23,000 καταναλωτές. Η διανομή της ενέργειας έχει ως εξής: 19%

#### Κεφάλαιο 4: Παραδείγματα εφαρμογής μέτρων διαχείρισης της ηλεκτρικής ζήτησης

σε αντλίες του αγροτικού τομέα, 64% σε μεγάλες βιομηχανίες και 17% σε κτίρια και μικρές βιομηχανίες και οικίες).

Περιγραφή: Το πρόγραμμα παρέχει δωρεάν χορήγηση αντλιών και μερική κάλυψη της αγοράς των μετρητών και των πυκνωτών.

Στόχος: Η μείωση των απωλειών μέσω της ανάπτυξης του δικτύου υψηλής τάσης και η εξοικονόμηση ενέργειας στο 51% σε σχέση με τις συμβατικές αντλίες.

Μέτρο DSM: Αποδοτικές αντλίες, πυκνωτές βελτίωσης συντελεστή ισχύος, μετρητές, δίκτυο διανομής υψηλής τάσης.

Κίνητρα: Δωρεάν αντικατάσταση των αντλιών.

Παραδοτέα προγράμματος: Η ενημέρωση των καταναλωτών έγινε μέσω της συνεργασίας του φορέα με διάφορους φορείς. Ο πάροχος διεξήγαγε τις απαραίτητες ενεργειακές επιθεωρήσεις.

Συμμετοχή καταναλωτών: Παρείχαν πληροφορίες για τον εξοπλισμό.

Επιτήρηση και αξιολόγηση: Ενεργειακές επιθεωρήσεις, συνεχής παρακολούθηση και ανάλυση των αποτελεσμάτων.

Κόστος: (Μη διαθέσιμα στοιχεία).

Τίτλος: MINISTRY OF ELECTRIC POWER-BEIJING INDUSTRIAL DSM PROGRAMME

Χώρα: Κίνα

Που απευθύνεται: Βιομηχανικός τομέας

Στόχος: Μείωση της κατανάλωσης ενέργειας στον βιομηχανικό τομέα έτσι ώστε να επιτευχθεί η επιθυμητή καμπύλη φορτίου.

Σχεδιασμός του προγράμματος και στρατηγική ενσωμάτωσης: πρόγραμμα οδηγούμενο από δημόσιο πάροχο.

Αποτελέσματα του προγράμματος: Μείωση της ζήτησης αιχμής κατά 50 MW και βελτίωση του συντελεστή φορτίου μέσω της αύξησης της κατανάλωσης κατά 150,000 MWh σε ώρες χαμηλής ζήτησης.

της κατανάλωσης ενέργειας και βελτίωση συντελεστή ισχύος.

Εμπειρία που αποκτήθηκε: Το πρόγραμμα κρίθηκε επιτυχής γιατί στόχευε κυρίως στην αιχμή του φορτίου. Τα αντίστοιχα μέτρα DSM που προσανατολίζονται στην αιχμή είναι ευκολότερο να ενσωματωθούν σε σχέση με άλλα.

Εμπλεκόμενος φορέας: China State Power Corporation (πρόκειται για δημόσιο πάροχο που καλύπτει όλη τη περιοχή του Πεκίνου).

#### Κεφάλαιο 4: Παραδείγματα εφαρμογής μέτρων διαχείρισης της ηλεκτρικής ζήτησης

Περιγραφή: Το πρόγραμμα στόχευε στην περικοπή του φορτίου αιχμής και σε αύξηση της κατανάλωσης σε ώρες μη αιχμής.

Στόχος: Η μετατόπιση φορτίων βιομηχανιών από περιόδους αιχμής σε περιόδους μη αιχμής.

Μέτρο DSM: Τιμολόγια TOU.

Κίνητρα: Η επένδυση για τη μετατόπιση 50 MW ήταν 12.05 εκατ. RMB το 1997 και 5.67 εκατ. RMB το 1996.

Παραδοτέα προγράμματος: Διεξαγωγή δημοσκοπήσεων για την άντληση στοιχείων κατανάλωσης έτσι ώστε να σχεδιαστούν τα μέτρα περικοπής φορτίου. Παροχή επιδοτήσεων στις βιομηχανίες και προώθηση των προγραμμάτων μέσω κυβερνητικών υπηρεσιών, ερευνητικών ινστιτούτων, πανεπιστημίων και άλλων φορέων. Προώθηση διεθνών συνεργασιών, πιλοτικά προγράμματα και εκπαιδευτικά σεμινάρια.

Συμμετοχή καταναλωτών: Επανασχεδιασμός της βιομηχανικής παραγωγής ώστε να είναι δυνατή η περικοπή φορτίου αιχμής.

Επιτήρηση και αξιολόγηση:

Κόστος: 12.05 εκατ. RMB το 1997 και 5.67 εκατ. RMB το 1996.

Τίτλος: CAGAYAN ELECTRIC POWER AND LIGHT COMPANY (CEPALCO)-INDUSTRIAL DEMONSTRATION PROGRAMME

Χώρα: Φιλιππίνες

Που απευθύνεται: Βιομηχανικός τομέας

Στόχος: Μείωση της κατανάλωσης ενέργειας στον βιομηχανικό τομέα έτσι ώστε να επιτευχθεί η επιθυμητή καμπύλη φορτίου. Ενθάρρυνση των καταναλωτών να υιοθετήσουν ενεργειακά αποδοτικές τεχνολογίες.

Σχεδιασμός του προγράμματος και στρατηγική ενσωμάτωσης: πρόγραμμα οδηγούμενο από δημόσιο πάροχο. Ο πάροχος κάλυψε το 75% του κόστους και το υπόλοιπο καλύφτηκε από τους καταναλωτές.

Αποτελέσματα του προγράμματος: Μείωση της κατανάλωσης κατά 1245 MWh.

Εμπειρία που αποκτήθηκε: Η ενσωμάτωση καθυστέρηση λόγω του καθορισμού των λεπτομερειών των συμβολαίων μεταξύ παρόχου και καταναλωτών.

Εμπλεκόμενος φορέας: Cagayan Electric Power and Light Company, Inc (πρόκειται για ιδιωτικό πάροχο).

Περιγραφή: Το πρόγραμμα έτυχε αποδοχής από τη βιομηχανία μέσω εγκατάστασης αποδοτικού εξοπλισμού φωτισμού και κινητήρων καθώς και βελτιστοποίησης της παραγωγικής διαδικασίας.

Στόχος: Η μείωση της κατανάλωσης στη βιομηχανία.

Μέτρο DSM: Αποδοτικοί κινητήρες, φωτισμός, βελτιστοποίηση παραγωγικής διαδικασίας.

Κίνητρα: Ο πάροχος κάλυψε το 75% του κόστους και το υπόλοιπο 25% καλύφτηκε από τους καταναλωτές εφάπαξ ή μέσω δόσεων 3 ετών.

Παραδοτέα προγράμματος: Το πρόγραμμα ήταν μία συνεργασία του παρόχου και των καταναλωτών με σημαντική βοήθεια από εξωτερικούς φορείς.

Συμμετοχή καταναλωτών: Το προσωπικό των βιομηχανιών συμμετείχε στην εγκατάσταση του εξοπλισμού και στην παρακολούθηση των λειτουργιών της βιομηχανίας. Ο αριθμός των συμμετεχόντων βιομηχανιών ήταν 3.

Επιτήρηση και αξιολόγηση: Το πρόγραμμα εφαρμόστηκε για την περίοδο 1997-1998 και διεξήχθησαν εκτεταμένες ενεργειακές επιθεωρήσεις. Από την εξοικονόμηση των 1245 MWh, οι 411 MWh αντιστοιχούν σε φωτισμό, οι 694 MWh σε βελτίωση της παραγωγικής διαδικασίας και οι 140 MWh σε κινητήρες.

Κόστος: Φωτισμός-\$127,000, παραγωγική διαδικασία-\$123,000 και κινητήρες-\$11,000. [10]

#### **4.4 Μέτρα διαχείρισης της ηλεκτρικής ζήτησης στην Ευρώπη**

Παρακάτω παρατίθεται η τρέχουσα κατάσταση του DSM στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας διάφορων χωρών της Ευρωπαϊκής ηπείρου.

##### Αυστρία

Ο τομέας της ηλεκτρικής ενέργειας στην Αυστρία χαρακτηρίζεται από το υψηλό μερίδιο της υδροηλεκτρικής ενέργειας στο της ηλεκτροπαραγωγής (άνω του 60%) και ακολουθούν οι θερμικοί σταθμοί (περίπου 34%) και οι Α.Π.Ε. Περίπου το 90% της ζήτησης καλύπτεται από τις εγχώριες πηγές ενώ το 10% προέρχεται από εισαγωγές. Ο ετήσιος ρυθμός αύξησης της ζήτησης είναι 2%. Η αγορά ηλεκτρικής ενέργειας είναι απελευθερωμένη από το 2001 και έπειτα. Τα περιβαλλοντικά θέ-



ματα και το αειφόρο ενεργειακό μέλλον απασχολούν σημαντικά την πολιτική ατζέντα. Σχετικά με την κατάσταση του DSM:

- Υπάρχει ένα μεγάλο ενδιαφέρον για τις "έξυπνες πόλεις". Αυτή τη στιγμή, 16 πόλεις στην Αυστρία αναπτύσσουν αντίστοιχες χάρτες πορείας για την εισαγωγή τεχνολογικών καινοτομιών σε κτίρια αλλά και τεχνολογίες ηλεκτροπαραγωγής.
- Υπάρχει ενδιαφέρον για τα Ευφυή Δίκτυα. Τα θέματα προς διερεύνηση είναι η ενίσχυση της συμμετοχής των καταναλωτών και τα επιχειρηματικά μοντέλα που θα χρησιμοποιηθούν.
- Μετά τη διαφημιστική εκστρατεία για τα ηλεκτρικά οχήματα κατά τη διάρκεια των τελευταίων 2 ετών, οι προσδοκίες και τα σχέδια για αυτά έχουν γίνει πιο ρεαλιστικά. Υπάρχουν 5 αντίστοιχες υποδομές στον μεταφορικό τομέα για την λειτουργία των ηλεκτρικών οχημάτων.
- Δεν έχει δοθεί αρκετή προσοχή στη διαμόρφωση της καμπύλης φορτίου εξαιτίας της πτώσης της χρέωσης της παραγόμενης kWh σε περιόδους αιχμής. Αυτό αναμένεται να αλλάξει εφόσον αυξάνεται η συμμετοχή των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή.

Σε γενικές γραμμές, το DSM έχει αναπτυχθεί κατά τα τελευταία 20 χρόνια εξαιτίας της συμμετοχής της Αυστρίας στο IEA Demand Side Management Programme. Σήμερα, το ενδιαφέρον δεν στρέφεται στην ανάπτυξη νέων λύσεων, αλλά στο να αποτιμηθούν τα πιθανά οφέλη των διαφόρων εμπλεκόμενων.

### Βέλγιο

Το ενδιαφέρον έχει επικεντρωθεί στη βέλτιστη χρήση των διασυνδέσεων του δικτύου, στην ανάπτυξη προηγμένων εργαλείων για την παρακολούθηση και τον έλεγχο του δικτύου, στη διείσδυση Έξυπνων Μετρητών, στην ανάπτυξη χερσαίων και υπεράκτιων αιολικών πάρκων και στη σταδιακή μείωση της χρήσης της πυρηνικής ενέργειας. Έχει αναγνωριστεί η ανάγκη για την στήριξη των χαμηλού εισοδήματος πολιτών στην επένδυση στην ενεργειακή αποδοτικότητα. Τα θέματα που σχετίζονται με τους Έξυπνους Μετρητές είναι: ανάπτυξη συστήματος φιλικού προς το χρήστη, διαδικασία της επικοινωνίας και διασύνδεσης και απαιτήσεις ασφάλειας. Σχετικά, με τις ενεργειακές υπηρεσίες των Ευφυών Δικτύων, δεν έχει

προταθεί ακόμα ένα κοινό επιχειρηματικό μοντέλο και ένα χαρτοφυλάκιο προϊόντων.

### Φιλανδία

Υπάρχουν αυξημένες ανάγκες για DR λόγω:

- Υψηλές τιμές αιχμής φορτίου εξαιτίας των καιρικών συνθηκών, των προβλημάτων στα πυρηνικά εργοστάσια παραγωγής και της ανελαστικής κατανάλωσης.
- Υψηλή διείσδυση αιολικής ενέργειας άρα και υψηλή ανάγκη εφεδρικών υπηρεσιών.

Ένα σημαντικό στοιχείο για την ενσωμάτωση του DR είναι η μαζική εξάπλωση των Ευφών Μετρητών έως το τέλος του 2013, η οποία θα δημιουργήσει το έδαφος για τη μέθοδο του έλεγχου των φορτίων θέρμανσης. Επίσης, για την ανάπτυξη Ευφών Δικτύων, συστάθηκε το 2008 ο φορέας CLEEN (Cluster for Energy and Environment) με συμμετέχοντες πολλά ερευνητικά ινστιτούτα και εταιρίες στον χώρο της ενέργειας και του περιβάλλοντος.

### Γαλλία

Στη Γαλλία έλαβαν χώρα 2 σημαντικές πρωτοβουλίες.

1) Νέος κανονισμός ενεργειακής απόδοσης για νέα κτίρια

Η νέα ρύθμιση ξεκίνησε τον Οκτώβριο του 2010 και θα ισχύει για όλα τα νέα κτίρια από τον Ιανουάριο του 2013. Η κύρια αλλαγή ανάμεσα στον παρόντα κανονισμό και τον προηγούμενο είναι ότι η απόδοση του κτιρίου θα μετράται ως τη με μέγιστη κατανάλωσης ενέργειας σε kWh ανά τετραγωνικό μέτρο ανά έτος. Προηγουμένως, η προϋπόθεση ήταν το κτίριο να είναι πιο αποδοτικό από ένα “κτίριο αναφοράς”, που ορίζονταν κάθε φορά λαμβάνοντας υπ` όψιν χαρακτηριστικά του πραγματικού κτιρίου όπως ο προσανατολισμός και το είδος των δραστηριοτήτων. Γι' αυτό το νέο κανονισμό, η κατανάλωση ενέργειας, εκφραζόμενη σε kWh πρωτογενούς ενέργειας ανά τετραγωνικό μέτρο ανά έτος, δεν πρέπει να υπερβαίνει το 50 kWh EP/τ.μ. έτος. Το ποσοστό αυτό υπολογίζονται σε ετήσια βάση και ανα-

φέρεται εξετάζει πέντε τομείς κατανάλωσης: θέρμανση, ψύξη, παραγωγή ζεστού νερού, φωτισμός και βοηθητικά συστήματα (π.χ. αερισμό και κυκλοφορητές). Εκτός από αυτό το κριτήριο της κατανάλωσης ενέργειας, ο νέος κανονισμός ενεργειακής απόδοσης για τα νέα κτίρια αναφέρεται επίσης σε ορισμένες απαιτήσεις όπως: την παρακολούθηση της ενεργειακής κατανάλωσης, τις ώρες λειτουργίας των κλιματιστικών, κ.α.

## 2) Συζήτηση στρογγυλής τραπέζης για την ενεργειακή απόδοση

Στο τέλος του πρώτου εξαμήνου του 2011, ξεκίνησε μία συζήτηση για να προταθούν και να εφαρμοστούν τις νέες δράσεις που αφορούν την ενεργειακή απόδοση. Στόχος της είναι να οργανώσει ένα διάλογο μεταξύ των συμμετεχόντων που προέρχονται από το κράτος, τις τοπικές αρχές, Μη Κυβερνητικές Οργανώσεις και καταναλωτές. Ο στόχος είναι να προταθούν νέες δράσεις ενεργειακής απόδοσης που σχετίζονται με: την μείωση του κόστους ενέργειας για τα νοικοκυριά, τη βελτίωση της ανταγωνιστικότητας εταιρειών, κ.α. Η στρογγυλή τράπεζα είναι ακόμη σε εξέλιξη και οι εκθέσεις αυτές είναι επί του παρόντος υπό δημόσια κριτική.

## Ιταλία

Τα κύρια ζητήματα που συνδέονται με το DSM στην Ιταλία προς το παρόν είναι σχετικά με:

- Οι πολιτικές εξοικονόμησης ενέργειας μέσω ενός συστήματος που βασίζεται στα Λευκό Πιστοποιητικά (White Certificates).
- Εφαρμογή τιμολογίων TOU.

Ο πάροχος RSE έχει εφαρμόσει σε ένα δείγμα καταναλωτών τιμολόγια TOU. Για την αποτίμηση των αποτελεσμάτων των τιμολογίων TOU παρακολουθείται από τον Ιανουάριο του 2011, η συμπεριφορά ενός τυχαίου δείγματος 28,000 καταναλωτών. Επίσης, ο RSE παρακολουθεί ένα δεύτερο δείγμα 1000 οικιών μέσω Ευφύων Μετρητών. Το δεύτερο δείγμα είναι αντιπροσωπευτικό του οικιακού τομέα. Σκοπός είναι η ανάπτυξη ενός μοντέλου για την αξιολόγηση της επιρροής των τιμολογίων TOU στην καμπύλη φορτίου των οικιακών καταναλωτών.

### Ολλανδία

Η ενεργειακή πολιτική της Ολλανδίας είναι εναρμονισμένη με αυτή της Ε.Ε. σχετικά με τους στόχους του 2020. Η Ολλανδία προσβλέπει σε ένα ανταγωνιστικό ενεργειακό τομέα με αυξημένη συμμετοχή των Α.Π.Ε. Συγκεκριμένα, οι επενδύσεις σε Α.Π.Ε. από το 2015 και έπειτα υπολογίζονται σε 1,50 δις Ευρώ. Επίσης, η ενεργειακή πολιτική αναφέρεται σε ενίσχυση της διανεμημένης παραγωγής, της εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια και ανάπτυξη Ευφύων Δικτύων.

### Νορβηγία

Το υψηλό υδραυλικό δυναμικό είναι υπεύθυνο κατά ένα μεγάλο μέρος για την ανάπτυξη της Νορβηγικής κοινωνίας τις τελευταίες δεκαετίες. Η χρήση του ηλεκτρισμού είναι υψηλή σε θέματα θέρμανσης στον κτιριακό τομέα. Αυτά τα 2 χαρακτηριστικά (στοχαστικότητα της υδραυλικής ενέργειας και υψηλή κατανάλωση ηλεκτρισμού για θέρμανση), αποτελούν τις κύριες προκλήσεις του ενεργειακού τομέα. Γι' αυτούς του λόγους, το ενδιαφέρον έχει στραφεί σε εναλλακτικές στην πλευρά των τεχνολογιών παραγωγής αλλά και στο DSM. Η μείωση των θερμικών αναγκών στα κτίρια επιτυγχάνεται με τη θέσπιση ρυθμιστικών πλαισίων (κώδικες κτιρίων). Επίσης, γίνεται διερεύνηση για εναλλακτικές τεχνολογίες θέρμανσης, όπως τα ηλιακά πάνελ, συστήματα βιομάζας, κτλ. Εκτός από εναλλακτικές τεχνολογίες, υπάρχει ενδιαφέρον για αποδοτικότερη χρήση του ηλεκτρισμού, μέσω μελέτης της συμπεριφοράς διάφορων καταναλωτών και της διαχείρισης της χρήσης των συσκευών. Τέλος, το DSM στην Νορβηγία περιλαμβάνει και την ανάπτυξη Ευφύων Δικτύων, αρχικά μέσω ενσωμάτωσης σημαντικού αριθμού Ευφύων Μετρητών έως το 2016. Στην παρούσα φάση, υπάρχουν μερικά πιλοτικά προγράμματα υπό εξέλιξη.

### Ισπανία

Η τρέχουσα κατάσταση του DSM στην Ισπανία αναφέρεται:

- Σε διακοπτόμενα φορτία μεγάλων βιομηχανιών.

#### Κεφάλαιο 4: Παραδείγματα εφαρμογής μέτρων διαχείρισης της ηλεκτροικής ζήτησης

- Στην προώθηση τιμολογίων ΤΟΥ σε όλες τις κατηγορίες καταναλωτών με έμφαση στον οικιακό τομέα.
- Στην σύναψη συμβολαίων με οικιακούς καταναλωτές και την εφαρμογή προστίμων σε περίπτωση που οι τελευταίοι ξεπεράσουν ένα προκαθορισμένο, βάσει των συμβολαίων, επιπέδου ζήτησης.

Στη παρούσα φάση, υπάρχει έντονη δραστηριότητα σε επίπεδο σπουδών E&A για διάφορα θέματα όπως ο άμεσος έλεγχος φορτίων, τα ηλεκτρικά οχήματα, η αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας, τα δυναμικά τιμολόγια, η ενημέρωση του κοινού σε θέματα ενεργειακής απόδοσης, η θέσπιση του απαραίτητου ρυθμιστικού πλαισίου, κτλ. Για την περίοδο 2008-2018 έχει δρομολογηθεί η αντικατάσταση όλων των υφιστάμενων μετρητών με Έξυπνους Μετρητές.

#### Σουηδία

Η έρευνα γύρω από το DSM είναι στραμμένη όχι μόνο σε τεχνικά θέματα αλλά και σε κοινωνικά θέματα σχετικά με την συμμετοχή και τα οφέλη των καταναλωτών. Τα τεχνικά θέματα σχετίζονται με τα Ευφυή Δίκτυα, την αιολική ενέργεια, τα βιοκαύσιμα, κ.α.

#### Ελβετία

Ο ρόλος του DSM είναι σημαντικός εξαιτίας της αυξανόμενης ζήτησης αλλά και της υψηλής εξάρτησης σε εισαγόμενα καύσιμα. Έχει δοθεί ιδιαίτερο ενδιαφέρον στον χαρακτηρισμό (labeling) συσκευών όπως οι συσκευές θέρμανσης και ψύξης, κουζίνες, τροφοδοτικά, λαμπτήρες, κ.α. αλλά και σε εναλλακτικά συστήματα προώθησης (οχήματα με αέριο και ηλεκτρικά οχήματα). Επιπλέον, η ενεργειακή πολιτική περιλαμβάνει την σταδιακή απόσυρση (κατά 40% στα επόμενα 30 έτη) των πυρηνικών σταθμών. Αυτή η μείωση θα αντισταθμιστεί από την βέλτιστη συνεργασία μεταξύ μονάδων συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού, αεριοστροβίλων συνδυασμένου κύκλου, υδροηλεκτρικών σταθμών και εισαγωγών [94].

Πολλές χώρες της Ευρώπης στρέφονται στην εγκατάσταση Ευφύων Μετρητών σε μεγάλη κλίμακα. Δεν υπάρχει μία συντονισμένη ευρωπαϊκή πολιτική [95]. Η European Smart Metering Alliance (ESMA) είναι μία συμμαχία διάφορων εταιριών και οργανισμών που ειδικεύονται στην προαγωγή των Ευφύων Μετρητών στην Ευρώπη. Αν και η πρόοδος της προαγωγής είναι σημαντική, υπάρχουν ακόμη αρκετά θέματα προς διερεύνηση όπως: υπάρχει αρκετή αβεβαιότητα στην ποσοτικοποίηση των πλεονεκτημάτων που φέρουν οι Ευφύες Μετρητές εφόσον υπάρχει ελάχιστη πρακτική εμπειρία και απουσιάζουν επαρκή καταγεγραμμένα δεδομένα. Σε μακροσκοπική κλίμακα, η εξάπλωση των Ευφύων Μετρητών είναι μία χρονοβόρα και δαπανηρή διαδικασία. Υπάρχει διχογνωμία σε ότι για το ποιος θα επιβαρυνθεί το κόστος. Τέλος, υπάρχει έλλειψη προτύπων για τη συμβατότητα μεταξύ των διάφορων συστημάτων [96-97].

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5**

### **Συμπεράσματα**

Η απελευθέρωση των αγορών ηλεκτρικής ενέργειας έχει δημιουργήσει ανταγωνισμό σε επίπεδο χονδρικής και λιανικής πώλησης του ηλεκτρισμού καθώς επίσης και σε θέματα διαχείρισης και λειτουργίας των δικτύων μεταφοράς και διανομής. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, την ύπαρξη κινήτρων για την ενσωμάτωση του DSM σε ευρεία κλίμακα. Το πραγματικό κόστος της παραγωγής και της μεταφοράς του ηλεκτρισμού θα πρέπει να αντικατοπτρίζεται στην μορφή των τιμολογίων του ηλεκτρισμού για τις διαφορετικές κατηγορίες των καταναλωτών. Τέτοιου είδους τιμολογιακό περιβάλλον αποτελεί τη βάση για την ενεργό συμμετοχή των καταναλωτών στην αγορά. Οι συμμετέχοντες στην νέα απελευθερωμένη αγορά είναι περισσότεροι. Έτσι συναντάμε έναν μεγάλο αριθμό από παραγωγούς, κέντρα λήψης αποφάσεων, διαχειριστές του συστήματος μεταφοράς, προμηθευτές και καταναλωτές. Επιπλέον, στην νέα αγορά η τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας είναι διαφορετική και η κοστολόγηση της εξαρτάται από την παραγωγή και την ζήτηση της ηλεκτρικής ενέργειας σε πραγματικό χρόνο. Όταν υπάρχει έλλειμμα στην παραγωγή, η αξιοπιστία του συστήματος είναι υπό δοκιμασία και αυτό οδηγεί στην αύξηση της τιμής της ηλεκτρικής ενέργειας.

Η εύρωστη λειτουργία του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας βασίζεται πάνω σε δύο παραμέτρους: i) στον τεχνικό, που σχετίζεται με την αξιοπιστία της παροχής ηλεκτρικής ενέργειας και ii) στον οικονομικό, που σχετίζεται με λογικές και σταθερές τιμές ηλεκτρικής ενέργειας. Ο στόχος λοιπόν είναι η ισορροπία μεταξύ παραγωγής και κατανάλωσης σε πραγματικό χρόνο μέσω της χρήσης καινοτόμων τεχνολογιών και οικονομικών μεθόδων.

Στην παρούσα μελέτη έλαβε χώρα μία εισαγωγή στην έννοια του DSM. Αρχικώς παρουσιάστηκαν τα χαρακτηριστικά της απελευθερωμένης αγοράς και οι ρόλοι των διάφορων οντοτήτων που συμμετέχουν σε αυτή. Εν συνεχεία, παρουσιάστηκε η σημερινή προσέγγιση του σχεδιασμού του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας. Το DSM αποτελεί βασικό άξονα της λήψης αποφάσεων σε θέματα που σχετίζονται με την μελλοντική επέκταση του συστήματος. Ο σχεδιασμός του συστήματος καλείται να επιλύσει μία σειρά τεχνικών, οικονομικών και περιβαλλοντικών περιορισμών. Η μακρόχρονη εφαρμογή του DSM έχει αναδείξει τη σημα-

σία του στην υπερνίκηση πολλών εμποδίων κατά τον σχεδιασμό ενός εύρωστου σχεδιασμού του ηλεκτρικού συστήματος. Στο παρόν Κεφάλαιο παρουσιάζονται μερικά συμπεράσματα που προέκυψαν ύστερα από την εκτενή βιβλιογραφική ανασκόπηση στην ευρύτερη ερευνητική περιοχή του DSM. Τα συμπεράσματα διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, αυτά που αναφέρονται στα Ευφυή Δίκτυα και αυτά που αναφέρονται στο DSM αυτό καθαυτό. Τέλος, η μελέτη ολοκληρώνεται με τη διερεύνηση του δυναμικού ενσωμάτωσης του DSM στο ελληνικό ενεργειακό σύστημα.

### Βραχυπρόθεσμος Οδικός Χάρτης για την προώθηση δράσεων στον τομέα των Ευφυών Δικτύων

Υπάρχουν πολλά πιλοτικά προγράμματα σχετικά με τα Ευφυή Δίκτυα που έχουν περατωθεί και άλλα που βρίσκονται σε εξέλιξη. Εκτός από τον σχεδιασμό του συστήματος, τα Ευφυή Δίκτυα μπορούν να επιδράσουν την συνεργασία μεταξύ χονδρεμπορικής και λιανεμπορικής αγοράς. Το σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας χαρακτηρίζεται από πολυπλοκότητα (τεχνολογική, ρυθμιστική, συνθήκες αγοράς) και είναι ζωτικής σημασίας ποιος είναι ο ρόλος κάθε οντότητας της αγοράς. Για την αντιμετώπιση των προκλήσεων των σύγχρονων συστημάτων απαιτείται η διαρκής συνεργασία μεταξύ κυβερνήσεων και ιδιωτικών φορέων. Παρακάτω παρουσιάζονται συνοπτικά οι δράσεις που καλείται να αναλάβει η κάθε οντότητα:

- **Παραγωγός:** Χρήση της ευελιξίας και των τεχνολογικών αναβαθμίσεων που παρέχει το Ευφύες Δίκτυο για να αυξηθεί η ποικιλία των τεχνολογιών ηλεκτροπαραγωγής έτσι ώστε να καλυφθεί η αυξανόμενη ζήτηση.
- **Διαχειριστής του συστήματος μεταφοράς και διανομής:** Ανάπτυξη επιχειρηματικών μοντέλων σε συνεργασία με την κυβέρνηση και τις ρυθμιστικές αρχές έτσι ώστε να διασφαλιστεί ότι σε όλους τους συμμετέχοντες θα διανεμηθούν οφέλη, ρίσκα και κόστος. Επίσης ο διαχειριστής θα πρέπει να προωθήσει τις ενημερωτικές δράσεις για τον ρόλο των Ευφυών Δικτύων σε θέματα ασφάλειας και αξιοπιστίας του ηλεκτρικού δικτύου. Με αυτό τον τρόπο οι καταναλωτές θα επιδοκιμάσουν την λειτουργία των Ευφυών Δικτύων. Ο διαχειριστής οφείλει να προωθήσει την ενσωμάτωση τα μετρητικά συστήματα για την καταγραφή της κατανάλωσης



σε πραγματικό χρόνο έτσι ώστε να καλλιεργηθεί το έδαφος για βέλτιστο σχεδιασμό του συστήματος και εύρωστη λειτουργία της μεταφοράς και της διανομής.

▪ **Κυβέρνηση και ρυθμιστικές αρχές:** Συνεργασία με δημόσιους και ιδιωτικούς φορείς για τον καθορισμό ρυθμιστικών λύσεων που μπορούν να κινητοποιήσουν επενδύσεις του ιδιωτικού τομέα σε όλους τους τομείς του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας. Η κυβέρνηση και οι ρυθμιστικές αρχές οφείλουν να αναγνωρίζουν ότι οι δράσεις στα Ευφυή Δίκτυα θα πρέπει να αντικατοπτρίζουν τις ανάγκες και τις συνθήκες σε επίπεδο περιφέρειας. Επίσης θα πρέπει να συγκροτηθεί ένα σχέδιο για την εξέλιξη των ρυθμιστικών κανόνων που να συμβαδίζει με την τεχνολογική ανάπτυξη. Τέλος, θα πρέπει να γίνουν επενδύστε στην έρευνα, στην ανάπτυξη και στην επίδειξη για να διευθετηθούν θέματα σε επίπεδο ευρείας εμβέλειας.

▪ **Πάροχοι τεχνολογικών καινοτομιών:** Παροχή ολοκληρωμένων τεχνολογικών λύσεων στον διαχειριστή του συστήματος. Οι πάροχοι θα πρέπει να αναπτύξουν πρότυπα σε συνεργασία με την κυβέρνηση και τις βιομηχανίες σε διεθνές επίπεδο για τη διασφάλιση της διαλειτουργικότητας των στοιχείων του ηλεκτρικού συστήματος και να μειώσουν τον κίνδυνο της απαξίωσης των διάφορων τεχνολογιών.

▪ **Καταναλωτές:** Θα πρέπει να αποκτήσουν σημαντικό επίπεδο κατανόησης των οφελών των Ευφυών Δικτύων σε θέματα αξιοπιστίας, ποιότητας και ασφάλειας.

▪ **Περιβαλλοντικοί φορείς:** Υποστήριξη των φιλικών προς το περιβάλλον τεχνολογιών όπως οι ΑΠΕ και τα ηλεκτρικά οχήματα.

Παρακάτω ακολουθούν κάποια γενικά συμπεράσματα στο τομέα των Ευφυών Δικτύων:

▪ Μετά την λήξη διάφορων πιλοτικών προγραμμάτων έχει εξαχθεί το συμπέρασμα ότι ανέκυψαν δυσκολίες κατά τη διάρκεια της διαδικασίας συλλογής δεδομένων. Αυτό υποδεικνύει την ανάγκη για βελτιώσεις στη συλλογή δεδομένων. Αυτές περιλαμβάνουν μία κοινή δομή για τη συλλογή δεδομένων όσον αφορά την ορολογία και τα σημεία αναφοράς. Επιπλέον, σε μερικές περιπτώσεις υπάρχει έλλειψη ποιοτικών δεδομένων για διεξαγωγή ανάλυση κόστους-οφέλους.

▪ Εκτός των χωρών της EU15, υπάρχει έλλειψη προγραμμάτων στις υπόλοιπες χώρες της Ευρώπης.

- Τα προγράμματα έχουν αναδείξει τον ρόλο των διαχειριστών των δικτύων διανομής στην οργάνωση των ενεργειών που σχετίζονται με τα Ευφυή Δίκτυα.
- Ένας αριθμός προγραμμάτων έχουν δώσει ελπιδοφόρα αποτελέσματα σε μικρές ή μεσαίας κλίμακας εφαρμογές. Για την αποτίμηση του κοινωνικού κόστους, απαιτείται μεγάλης κλίμακας προγράμματα (μεγάλος αριθμός τοποθεσιών και κοινοτήτων).
- Η τρέχουσα νομοθεσία σε κράτη μέλη της ΕΕ γενικά παρέχει στους ιδιοκτήτες του δικτύου και τους διαχειριστές αυτού το κίνητρο για να βελτιώσουν τη σχέση κόστους-αποτελεσματικότητας μειώνοντας το κόστος λειτουργίας των δικτύων χωρίς απαραίτητα να επενδύσουν σε νέες υποδομές. Το ρυθμιστικό πλαίσιο θα πρέπει να τροποποιηθεί έτσι ώστε να ευνοηθούν οι νέες επενδύσεις και να αναπτυχθούν επιχειρηματικά μοντέλα που είναι προσανατολισμένα στην παροχή υπηρεσιών.
- Είναι σημαντική η ενημέρωση των καταναλωτών και η συμμετοχή τους ακόμη και σε πρώιμα πιλοτικά προγράμματα. Η απόκτηση εμπειρίας από πλευράς καταναλωτών αποτελεί τη βάση για την απόφαση του βαθμού συμμετοχής τους σε μελλοντικά ευρείας κλίμακα προγράμματα.
- Η κατηγοριοποίηση των καταναλωτών είναι ένα σημαντικό θέμα που αντιστοιχεί σε αποδοτικότερη παροχή ενεργειακών υπηρεσιών και μεγαλύτερη πιθανότητα αποδοχής αυτών και στον εντοπισμό ιδιαίτερων καταναλωτών (π.χ. ποιοι αποδέχονται ταχύτερα τις νέες τεχνολογίες).
- Ο πυρήνας μία επιτυχημένης εφαρμογής Ευφυούς Δικτύου είναι η ασφαλής υποδομής τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνιών. Η προστασία προσωπικών δεδομένων αποτελεί υψηλή προτεραιότητα.
- Τα Ευφυή Δίκτυα απαιτούν τη συνεργασία μεταξύ διαφορετικών και ετερογενών οντοτήτων (φορείς IT και ενέργειας).

#### Γενικά συμπεράσματα από την ενσωμάτωση του Demand Side Management

Η πλήρης ενσωμάτωση του DSM έχει να αντιμετωπίσει μία σειρά από εμπόδια. Αρχικά, η διαμόρφωση των τιμολογίων που να αντανakλούν τις τιμές είναι ένα σύνθετο πρόβλημα προς επίλυση. Αυτό γιατί οι τιμές στην χονδρεμπορική αγορά εμφανίζουν διακυμάνσεις σε ωριαία ή μικρότερη βάση και ειδικά σε συστήματα που περιλαμβάνουν ευρεία ποικιλία τεχνολογιών ηλεκτροπαραγωγής. Αυτό το

φαινόμενο προϋποθέτει την ύπαρξη μετρητικών διατάξεων με περίοδο δειγματοληψίας ίση με την περίοδο εκκαθάρισης των τιμών στην χονδρεμπορική αγορά. Δεύτερον, οι υπάρχουσες πολιτικές τιμολόγησης μπορούν να αποτελέσουν τροχοπέδη για το DSM. Για παράδειγμα, μία πολιτική που δεν επιτρέπει την μεταφορά του κόστους του συνωστισμού του δικτύου μεταφοράς στον τελικό καταναλωτή, δεν είναι σε θέση να ενισχύσει το DSM που μεταφέρει τις αντίστοιχες πληροφορίες συνωστισμού μέσω σημάτων. Η αποδοτική εφαρμογή DSM λαμβάνει υπόψη τις τοπικές ιδιαιτερότητες του δικτύου μεταφοράς και διανομής. Η χρήση μηχανισμών DSM οικονομικών κινήτρων είναι συνηθισμένη σε μεγάλες βιομηχανίες. Πολλοί βιομηχανικοί καταναλωτές ανταποκρίνονται στις μεταβαλλόμενες τιμές κατά τη διάρκεια του 24ωρου, μετατοπίζουν τη ζήτηση τους σε περιόδους εκτός αιχμής και διακόπτουν τη λειτουργία ορισμένων φορτίων. Η κατάσταση αλλάζει στο επίπεδο των οικιακών καταναλωτών. Σε πολλές χώρες του ΟΟΣΑ το DSM οικονομικών κινήτρων έχει περιορισμένη παρουσία. Αυτό γιατί, ο αριθμός των οικιακών καταναλωτών είναι σχετικά μεγάλος γεγονός που αντιστοιχεί σε αυξημένο κόστος εγκατάστασης Ευφύων Μετρητών. Αντί της χρήσης Ευφύων Μετρητών που αποτελούν τα απαραίτητα εργαλεία για τον σχεδιασμό και την ενσωμάτωση του DSM προτιμάται η χρήση των Προφίλ Φορτίου (Load Profiles). Σε αυτή την περίπτωση, συνήθως καταναλωτές μεγάλης εγκατεστημένης ισχύος κατέχουν Ευφύους Μετρητές ενώ οι υπόλοιποι καταναλωτές μέσα στην ίδια γεωγραφική περιοχή κατέχουν συμβατικούς μετρητές. Το συνολικό φορτίο μετράται στο σημείο των υποσταθμών διανομής. Για κάθε διακριτή χρονική περίοδο, το φορτίο των καταναλωτών με Ευφύους Μετρητές αφαιρείται από το συνολικό. Η εναπομένουσα καμπύλη φορτίου αντιστοιχίζεται στους υπόλοιπους καταναλωτές. Αυτή η μεθοδολογία είναι λιγότερο ακριβής.

Το μεγαλύτερο ποσοστό εμπειρίας εφαρμογής του DSM στους οικιακούς καταναλωτές έχει συλλεχθεί από καθετοποιημένες εταιρίες. Αν και τα χαρακτηριστικά του κάθε προγράμματος παρουσιάζουν διαφορές, υπάρχει ένας κοινός βασικός πυρήνας συμπερασμάτων: Πρώτον, οι περισσότεροι καταναλωτές όντως επιθυμούν να ανταποκριθούν στα τιμολογιακά κίνητρα και να μεταβάλλουν τα καταναλωτικά πρότυπα τους. Δεύτερον, τα προγράμματα DSM που αναφέρονται σε CPP τιμολόγια παράγουν πιο εμφανή αποτελέσματα απόκρισης των καταναλωτών. Τρίτον, η επιτυχία ενός προγράμματος DSM απαιτεί τη χρήση αποδοτικής IT υποδομής για την μέτρηση, συλλογή και επεξεργασία των δεδομένων καθώς και

την επικοινωνία μεταξύ παρόχου και καταναλωτή. Τέταρτον, η αμεταβλησία των καταναλωτών είναι απλά ο σημαντικότερος παράγοντας για τη συμμετοχή των καταναλωτών. Έχει διαπιστωθεί ότι ο βαθμός συμμετοχής των καταναλωτών είναι υψηλός σε περιπτώσεις που υπάρχει η δυνατότητα για τους καταναλωτές να αποχωρήσουν κατά βούληση από το πρόγραμμα αυτό καθαυτό.

Όσων αφορά τα προγράμματα DSM εκτάκτων γεγονότων, υπάρχει αυξημένο ενδιαφέρον από ανεξάρτητους διαχειριστές του συστήματος στις Η.Π.Α. κυρίως λόγω των οικονομικών πλεονεκτημάτων στις χονδρεμπορικές αγορές. Σε μερικές περιπτώσεις, τα οφέλη υπερβαίνουν το κόστος εγκατάστασης έως και πέντε φορές. Το θέμα με την ανάπτυξη του DSM δεν είναι κυρίως τεχνοοικονομικό αλλά ρυθμιστικό. Σε περιπτώσεις πολύπλοκης νομοθεσίας και κανονισμών συνήθως επικρατεί μία ασάφεια σε θέματα επιρροής της κατανάλωσης κάτι που είναι αντίθετο με την εξάπλωση των επενδύσεων σε προγράμματα DSM.

Το σημείο κλειδί για την υιοθέτηση ενός προγράμματος DSM είναι η ενημέρωση των καταναλωτών είτε αυτοί είναι βιομηχανικοί είτε οικιακοί. Αυτό μπορεί να γίνει με εκστρατείες ενημέρωσης από πλευράς κυβέρνησης ή προμηθευτών ηλεκτρικής ενέργειας, αναδεικνύοντας τα οφέλη που προκύπτουν από τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας. Ακόμη ένα άλλο σημαντικό ζήτημα είναι και η χρηματοδότηση για την εγκατάσταση ενεργειακά αποδοτικών συσκευών. Σε διάφορα προγράμματα DSM του παρελθόντος, το κόστος αγοράς, εγκατάστασης και συντήρησης των συσκευών καλύπτονταν εξ ολοκλήρου από τον προμηθευτή. Σε άλλα προγράμματα, το κόστος καλύπτεται από τους καταναλωτές αυτούς καθαυτούς. Σε μια τέτοια περίπτωση ο καταναλωτής έχει εκπτώσεις στα τιμολόγια της ηλεκτρικής ενέργειας κάτι που αντισταθμίζει το χρηματικό ποσό που χρεώθηκε για την ενσωμάτωση των συσκευών.

Το DSM δύναται να φέρει σημαντικά οικονομικά, τεχνικά και περιβαλλοντικά οφέλη. Τα οικονομικά αναφέρονται στη καθυστέρηση ή στην αναβολή κατασκευής νέων μονάδων παραγωγής και δικτύων μεταφοράς και διανομής, στη μείωση των υψηλών τιμών ηλεκτρικής ενέργειας και στην ελάττωση της ανάγκης για αγορά εισαγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από δίκτυα γειτονικών χωρών. Τα τεχνικά περιλαμβάνουν την αύξηση της αξιοπιστίας του συστήματος, στην ελάττωση της πιθανότητας εμφάνισης ολικών σβέσεων και στη ταχύτερη κάλυψη ξαφνικών αναγκών στο ηλεκτρικό δίκτυο. Το DSM μπορεί να συνδράμει στην

μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> και στη μείωση της χρήσης των αποθεμάτων πρωτογενούς ενέργειας.

### Το δυναμικό ενσωμάτωσης του Demand Side Management στο ελληνικό ενεργειακό σύστημα

Το ελληνικό ηλεκτρικό σύστημα αποτελείται από το διασυνδεδεμένο σύστημα που καλύπτει την ηπειρωτική χώρα, τα νησιά του Ιονίου και μερικά νησιά του Αιγαίου Πελάγους και το μη διασυνδεδεμένο σύστημα που καλύπτει την Ρόδο, την Κρήτη και τα υπόλοιπα νησιά του Αιγαίου. Το ηλεκτρικό σύστημα αναπτύχθηκε κυρίως μετά το 1960 και ο απώτερος στόχος ήταν η εκμετάλλευση των εγχώριων ορυκτών καυσίμων και πιο συγκεκριμένα του λιγνίτη. Η συμμετοχή του λιγνίτη στην ηλεκτροπαραγωγή κατέχει το μεγαλύτερο ποσοστό. Στους Πίνακες 3 και 4 φαίνονται η εγκατεστημένη ισχύς και η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια ανά τεχνολογία για το έτος του 2010, αντίστοιχα. Η κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας ανά κατηγορία καταναλωτών για το έτος του 2010, παρουσιάζεται στον Πίνακα 5 [98].

**Πίνακας 3: Εγκατεστημένη ισχύς ανά τεχνολογία για το έτος 2010.**

Ενεργειακή πηγή	MW	%
Λιγνίτης	4746	34
Πετρέλαιο	698	5
Φυσικό αέριο	3679	26.35
ΣΗΘ	459	3.35
Υδροηλεκτρικά	3018	22
Αιολικά	1039	7.55
Μικρά υδροηλεκτρικά	197	1.52
Βιομάζα-βιοαέριο	44	0.03
Φωτοβολταϊκά	153	0.20
<b>Σύνολο</b>	<b>14033</b>	<b>100</b>

Η διαδικασία της απελευθέρωσης της αγοράς της ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα ξεκίνησε με τη θέσπιση του Ν.2773/99 που καθορίζει το γενικό πλαίσιο λειτουργίας και τους νέους θεσμούς της αγοράς. Απόρροια του νόμου είναι η θέσπιση της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας (Ρ.Α.Ε.) που έχει ως σκοπό την παρακολούθηση της αγοράς ιδιαίτερα σε ό, τι αφορά στην τήρηση το ανταγωνισμού και

την προστασία των καταναλωτών και του Διαχειριστή Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (Δ.Ε.Σ.Μ.Η.Ε.) που έχει την ευθύνη λειτουργίας του συστήματος μεταφοράς και της οργάνωσης, με αμερόληπτο τρόπο, της ημερήσιας αγοράς ηλεκτρισμού. Η Ελληνική Κυβέρνηση εισήγαγε στην Ελληνική Νομοθεσία την Οδηγία 2003/54 της European Commission με τον Νόμο 3426/2005. Σύμφωνα με αυτήν, όλοι οι καταναλωτές συμπεριλαμβανομένων και αυτών του οικιακού και τριτογενούς τομέα, μπορούν να επιλέγουν τον προμηθευτή ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτό το τελευταίο βήμα της απελευθέρωσης του Ελληνικού τομέα ηλεκτρικής ενέργειας αποτελεί τη βάση της δημιουργίας νέων εταιρειών παροχής υπηρεσιών στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας και συνεπώς στη συρρίκνωση του ρόλου της Δημόσιας Επιχείρησης Ηλεκτρισμού (Δ.Ε.Η.).

Πίνακας 4: Παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια ανά τεχνολογία για το έτος 2010.

Ενεργειακή πηγή	Διασυνδεδεμένο σύστημα		Μη διασυνδεδεμένο σύστημα		Σύνολο	
	TWh	%	TWh	%	TWh	%
Λιγνίτης	27.44	52.41	0	0	27.44	47.32
Πετρέλαιο	0.11	0.21	4.96	88	5.07	8.74
Φυσικό αέριο	10.36	19.79	0	0	10.36	17.87
Υδροηλεκτρικά	6.70	12.80	0	0	6.70	11.55
Α.Π.Ε.	2.04	3.90	0.68	12	2.72	4.69
Εισαγωγές	5.70	10.89	0	0	5.70	9.83
<b>Σύνολο</b>	<b>52.35</b>	<b>100</b>	<b>5.64</b>	<b>100</b>	<b>57.99</b>	<b>100</b>

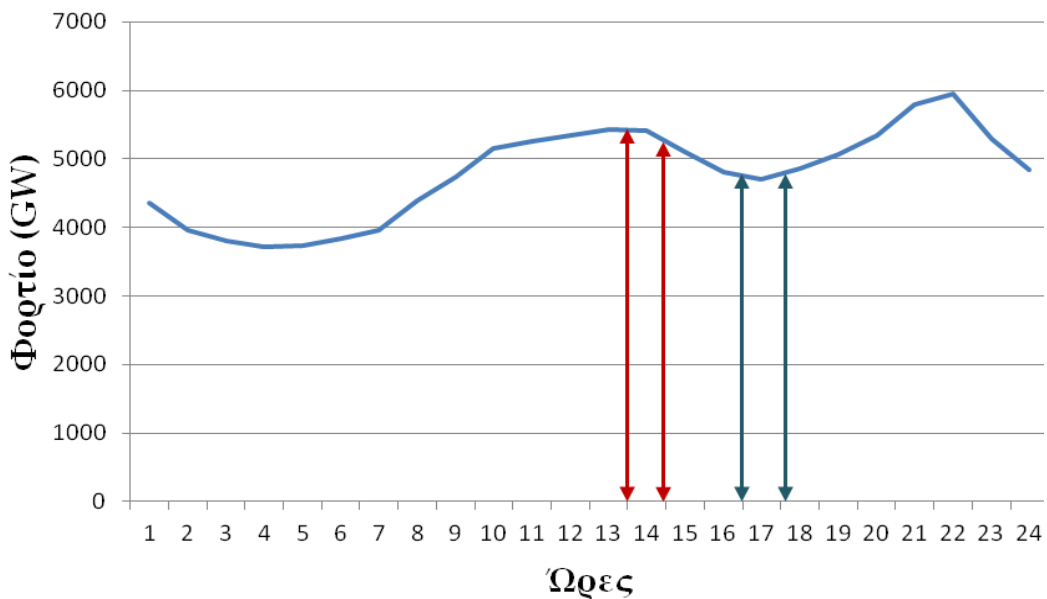
Πίνακας 5: Κατανάλωση ενέργειας για το έτος 2010.

Καταναλωτές	Διασυνδεδεμένο σύστημα		Μη διασυνδεδεμένο σύστημα		Σύνολο	
	GWh	%	TWh	%	TWh	%
Οικιακοί	16,477	32.92	1,75	33.94	18,227	33.06
Εμπορικοί και βιομηχανικοί ΧΤ	12,257	24.55	1,804	34.99	14,061	25.50
Εμπορικοί και βιομηχανικοί ΜΤ	9,674	19.35	0,873	16.93	10,547	19.13
Βιομηχανικοί ΥΤ	6,335	12.68	0	0	6,335	11.49
Άλλοι ΧΤ	2,805	5.61	0,509	9.87	3,314	6.01
Άλλοι ΜΤ	1,447	2.90	0,22	4.27	1,667	3.02
Άλλοι ΥΤ	0,989	1.99	0	0	0,989	1.79
<b>Σύνολο</b>	<b>49,984</b>	<b>100</b>	<b>5,156</b>	<b>100</b>	<b>55,14</b>	<b>100</b>

Παρόλο που η αγορά της ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα είναι απελευθερωμένη και έχει εισαχθεί ο ανταγωνισμός σε επίπεδο χονδρικής και λιανικής πώλησης του ηλεκτρισμού, είναι γεγονός πως έχουν γίνει μικρά βήματα για την ενσωμάτωση του DSM στις διάφορες κατηγορίες καταναλωτών. Στην πραγματικότητα το DSM στην Ελλάδα περιορίζεται μόνο στον 1<sup>ο</sup> πυλώνα του (την Ενεργειακή Απόδοση) ενώ ο 2<sup>ος</sup> πυλώνας (η Απόκριση της Ζήτησης) έχει πολύ μικρή παρουσία. Πιο συγκεκριμένα, στον τομέα της Απόκρισης της Ζήτησης μπορούν να θεωρηθούν ότι ανήκει το οικιακό τιμολόγιο τύπου Γ1N, το γενικό βιομηχανικό τιμολόγιο μέσης τάσης (περιλαμβάνει τα Β1Β και Β2Β) και το γενικό εμπορικό τιμολόγιο μέσης τάσης (περιλαμβάνει τα Β1 και Β2). Τα παραπάνω τιμολόγια περιλαμβάνουν χρεώσεις ΤΟΥ. Επίσης, υπάρχουν τα ειδικά συμβόλαια που συνάπτονται μεταξύ της Δ.Ε.Η. και καταναλωτών υψηλής τάσης. Τα συμβόλαια προβλέπουν την περικοπή φορτίου από πλευράς βιομηχανίας σε συγκεκριμένες περιόδους κατά τη διάρκεια του έτους (Ιούλιο), εφόσον αυτό ζητηθεί από τον διαχειριστή του συστήματος. Τα τελευταία χρόνια, στον ευρύτερο τομέα της Ενεργειακής Απόδοσης παρατηρείται ένα έντονο ενδιαφέρον από πολλούς φορείς. Μέχρι στιγμής έχουν εκδοθεί μερικές Κοινές Υπουργικές Αποφάσεις (Κ.Υ.Α.) και Οδηγίες όπως η ΚΥΑ (2005) “για την εγκατάσταση πυκνωτών αντιστάθμισης άεργου ισχύος σε όλα τα κτίρια του δημοσίου τομέα”, η ΚΥΑ (2006) “για την αντικατάσταση των φωτιστικών σωμάτων σε όλα τα κτίρια του δημοσίου τομέα”, η ΚΥΑ (2007) “για την συντήρηση των κλιματιστικών μονάδων”, η Οδηγία 2002/91 “για την Ενεργειακή Αποδοτικότητα των Κτιρίων” και η Οδηγία 2004/8 “για την προώθηση ΣΗΘ”. Αν και υπάρχει έντονη κινητικότητα στον τομέα της Ενεργειακής Απόδοσης, τα προγράμματα Απόκρισης της Ζήτησης είναι σε πολύ πρώιμο στάδιο. Ο κύριος λόγος γι’ αυτό είναι ο μικρός αριθμός Ευφυών Μετρητών κυρίως στους καταναλωτές χαμηλής τάσης. Παρακάτω προτείνονται μερικές δράσεις που αφορούν την ενσωμάτωση του DSM στο ελληνικό ενεργειακό σύστημα:

- Όπως σχεδόν στο σύνολο των μέτρων του DSM, θεμελιώδους σημασίας είναι η ενημέρωση του κοινού. Προτείνονται εκστρατείες ενημέρωσης του κοινού αρχικά για την δυνατότητα τους να συνάψουν ελεύθερα σύμβαση προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας με προμηθευτές της επιλογής τους. Επίσης, προτείνεται η ενημέρωση του κοινού για τα οφέλη της ενεργειακής απόδοσης σε τεχνο-οικονομικά αλλά και σε περιβαλλοντικά θέματα.

- Μαζική προώθηση και ενσωμάτωση Ευφυνών Μετρητών στον οικιακό και κτιριακό τομέα, ενσωμάτωση πιλοτικών προγραμμάτων σε μικρή κλίμακα, συλλογή και επεξεργασία δεδομένων και εξαγωγή συμπερασμάτων. Αξίζει να σημειωθεί ότι πρόσφατα το Υπουργείο Οικονομίας, Ανταγωνιστικότητας και Ναυτιλίας προσκάλεσε τη Δ.Ε.Η Α.Ε. για υποβολή προτάσεων στο πλαίσιο της πράξης “Πιλοτικό σύστημα τηλεμέτρησης και διαχείρισης της ζήτησης παροχών ηλεκτρικής ενέργειας οικιακών και μικρών καταναλωτών και εφαρμογής έξυπνων δικτύων”.
- Τροποποίηση υπάρχοντων τιμολογίων ή/και σχεδιασμός νέων ώστε να αντανakλούν το οριακό κόστος (και όχι το μέσο κόστος). Στο Σχήμα 5.1 φαίνεται η καμπύλη φορτίου του ελληνικού συστήματος της 15/05/2012. Στο Σχήμα φαίνεται μία περίοδος υψηλής και μία περίοδος χαμηλής ζήτησης. Αυτό σημαίνει ότι το κόστος παραγωγής στις δύο περιόδους διαφέρει.



Σχήμα 5.1: Φορτίο του Ελληνικού συστήματος της 15/05/2012 [99].

Προτείνεται ότι τα νέα τιμολόγια να έχουν χρεώσεις ανά περίοδο χρήσης (πολυζωνικό τιμολόγιο). Ο καθορισμός των ωρών ισχύος εκάστης ζώνης μπορεί να μεταβάλλεται ανάλογα με την εποχή (θερινή, χειμερινή περίοδος κλπ.). Η εφαρμογή χρονικά μεταβαλλόμενων τιμολογίων προϋποθέτει μετρητή πολλαπλών καταστάσεων που να καταγράφουν την καταναλισκόμενη ενέργεια ανά ζώνη.



- Βάσει της αντίστοιχης νομοθεσίας, υπάρχει μεγάλο δυναμικό στην βελτίωση της κτιριακής υποδομής μέσω την προώθηση μέτρων ενεργειακής απόδοσης (ψύξη, θέρμανση, κτλ.). Προτείνεται, η όσο το δυνατόν πιο πλήρης εναρμόνιση της ελληνικής νομοθεσίας με την αντίστοιχη της Ε.Ε. στον τομέα αυτό.
- Δημιουργία μηχανισμών της αγοράς που θα ενθαρρύνουν την εξάπλωση νέων φορέων που σχετίζονται με την Ενεργειακή Απόδοση, όπως τα ESCOs.

Συνοψίζοντας, παρόλο το αυξημένο ενδιαφέρον για την Ενεργειακή Απόδοση, δεν έχουν γίνει σημαντικά βήματα μέχρι στιγμής για την ενσωμάτωση του DSM στο ελληνικό σύστημα. Το ολοκληρωμένο πλαίσιο της ενεργειακής πολιτικής θα πρέπει να επικεντρωθεί στην ανάπτυξη μίας ενεργειακής βιομηχανίας προσανατολισμένης στις ενεργειακά αποδοτικές υπηρεσίες, η οποία να είναι εναρμονισμένη με τις γενικές επιταγές της ευρωπαϊκής ενεργειακής πολιτικής. Ο απώτερος στόχος είναι η δημιουργία μίας αυτοσυντηρούμενη αγορά ενέργειας που να αποβλέπει στην μακροπρόθεσμη μείωση της ζήτησης της ηλεκτρικής ενέργειας. Η ανάπτυξη μίας τέτοιας ενεργειακής βιομηχανίας απαιτεί ολοκληρωμένο σχεδιασμό από πλευράς πολιτικής ηγεσίας και συνεργασίας μεταξύ των διαφόρων κυβερνητικών και ιδιωτικών φορέων.

## Βιβλιογραφία

- [1]M. Shahidehpour, Hatim Yamin and Zuyi Li. *Market operations in electric power systems: Forecasting, Scheduling, and Risk Management*. John Wiley&Sons Inc.: New York, U.S.A., 2002.
- [2]C. Defeuilley, “Retail competition in electricity markets”, *Energy Policy*, vol. 37, pp. 377-386, Feb 2009.
- [3]R. N. Boisvert, P. A. Cappers and B. Neenan, “The benefits of customer participation in wholesale electricity markets”, *The Electricity Journal*, vol. 15, pp. 41-51, Apr. 2002.
- [4]G. Strbac, “Demand Side Management: Benefits and challenges”, *Energy Policy*, vol. 36, pp. 4419-4426, Dec. 2008
- [5]A. Pina, C. Silva and, P. Ferrão, “The impact of demand side management strategies in the penetration of renewable electricity”, *Energy*, vol. 41, pp. 128-137, May 2012.
- [6]A. Garg, J. Maheshwari, D. Mahapatra and S. Kumar, “Economic and environmental implications of demand-side management options”, *Energy Policy*, vol. 39, pp. 3076-3085, Jun. 2011.
- [7]C. Fischer, “On the importance of the supply side in demand-side management”, *Energy Economics*, vol. 88, pp. 165-180, Jan. 2005.
- [8]S. Saini, “Conservation v. generation: The significance of Demand-Side Management (DSM), its tools and techniques”, *Refocus*, vol. 5, pp. 52-54, May-June 2004.
- [9]S. Boyle, “DSM progress and lessons in the global context”, *Energy Policy*, vol. 24, pp. 345-359, Apr. 1996.
- [10]International Institute for Energy Conservation. *Demand Side Management Best Practices Guidebook for Pacific Island Power Utilities*. IIEC: Vienna, U.S.A., 2006.
- [11]S. Teske, T. Pregger, S. Simon, T. Naegler, W. Graus and C. Lins, “Energy [R]evolution 2010—a sustainable world energy outlook”, *Energy Efficiency*, vol. 4, pp. 409-433, Aug 2011.
- [12]M. A. Saidel and S. S. Alves, “Energy efficiency policies in the OECD countries”, *Applied Energy*, vol. 76, pp. 123-134, Sep.-Nov. 2003.
- [13]N. Lior, “Sustainable energy development: The present (2009) situation and possible paths to the future”, *Energy*, vol. 35, pp. 3976-3994, Oct. 2010.

- [14] International Energy Agency. *Implementing Agreement on Demand-Side Management Technologies and Programmes 2011 Annual Report*. IEA: Paris, France, 2012.
- [15] D. R. Limaye and E. S. Limaye, "Scaling up energy efficiency: the case for a Super ESCO", *Energy Efficiency*, vol. 4, pp. 133-144, May 2011.
- [16] R. C. Green II, L. Wang and M. Alam, "The impact of plug-in hybrid electric vehicles on distribution networks: A review and outlook", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 15, pp. 544-553, Jan. 2011.
- [17] C. Guille and G. Gross, "A conceptual framework for the vehicle-to-grid (V2G) implementation", *Energy Policy*, vol. 37, pp. 4379-4390, Nov. 2009.
- [18] M. Mallette and G. Venkataramanan, "The role of plug-in hybrid electric vehicles in demand response and beyond", in *Proc. 2010 IEEE PES Transmission and Distribution Conference and Exposition*, 19-22 April 2010, New Orleans, U.S.A., pp. 1-7.
- [19] S. B. Petersona, J.F. Whitacrea and J. Apta, "The economics of using plug-in hybrid electric vehicle battery packs for grid storage", *Journal of Power Sources*, vol. 195, pp. 2377-2384, Apr. 2010.
- [20] C. Thiel, A. Perujo and A. Mercier, "Cost and CO2 aspects of future vehicle options in Europe under new energy policy scenarios", *Energy Policy*, vol. 38, pp. 7142-7151, Nov. 2010.
- [21] D. Coll-Mayora, M. Pagetb and E. Lightnerc, "Future intelligent power grids: Analysis of the vision in the European Union and the United States", *Energy Policy*, vol. 35, pp. 2453-2465, Apr. 2007.
- [22] C. W. Gellings. *The Smart Grid: Enabling Energy Efficiency and Demand Response*. The Fairmont Press, Inc.: Lilburn, U.S.A., 2009.
- [23] S. Blumsack and A. Fernandez, "Ready or not, here comes the smart grid!", *Energy*, vol. 37, pp. 61-68, Jan. 2012.
- [24] International Energy Agency. *Technology Roadmap Smart Grids*. IEA: Paris, France, 2011.
- [25] J. Gaoa, Y. Xiaoa, J. Liua, W. Lianga and C.L. P. Chenc, "A survey of communication/networking in Smart Grids", *Future Generation Computer Systems*, vol. 28, pp. 391-404, Feb. 2012.
- [26] W. Wang, Y. Xu, M. Khanna, "A survey on the communication architectures in smart grid", *Computer Networks*, vol. 55, pp. 3604-3629, Oct. 2011.

- [27] F. Orecchini and A. Santiangeli, "Beyond smart grids - The need of intelligent energy networks or a higher global efficiency through energy vectors integration", *International Journal of Hydrogen Energy*, vol. 36, pp. 8126-8133, Jul. 2011.
- [28] P. Jarventausta, S. Repo, A. Rautiainen and J. Partanen, "Smart grid power system control in distributed generation environment", *Annual Reviews in Control*, vol. 34, pp. 277-286, Dec. 2010.
- [29] E. Miller, "Renewables and the smart grid", *Renewable Energy Focus*, vol. 10, pp. 67-69, Mar.-Apr. 2009.
- [30] M. Wissner, "The Smart Grid – A saucerful of secrets?", *Applied Energy*, vol. 88, pp. 2509-2518, Jul. 2011.
- [31] C. Clastres, "Smart grids: Another step towards competition, energy security and climate change objectives", *Energy Policy*, vol. 39, pp. 5399-5408, Sep. 2011.
- [32] A. K. Basu, "Microgrids: Energy management by strategic deployment of DERs— A comprehensive survey", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 15, pp. 4348-4356, Dec. 2011.
- [33] N.W.A. Lidula and A.D. Rajapakse, "Microgrids research: A review of experimental microgrids and test systems", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 15, pp. 186-202, Jan. 2011.
- [34] P. Asmus, "Microgrids, virtual power plants and our distributed energy future", *The Electricity Journal*, vol. 23, pp. 72-82, Dec. 2010.
- [35] T. S. Ustun, C. Ozansoy and A. Zayegh, "Recent developments in microgrids and example cases around the world— A review", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 15, pp. 4030-4041, Oct. 2011.
- [36] A. Moshari, G. R. Yousefi, A. Ebrahimi, and S. Haghbin, "Demand-side behavior in the smart grid environment", in *Proc. 2010 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Conference Europe*, 11-13 October 2010, Gothenburg, Sweden, pp. 1-6.
- [37] F. Rahimi and A. Ipakchi, "Overview of demand response under the smart grid and market paradigms", *IEEE Transactions on Smart Grid*, vol. 1, pp. 82-88, Jun. 2010.
- [38] M. H. Didden and W. D. D'haeseleer, "Demand side management in a competitive European market: Who should be responsible for its implementation?", *Energy Policy*, vol. 31, pp. 1307-1314, Oct. 2003.
- [39] M.M. Eissa, "Demand side management program evaluation based on industrial and commercial field data", *Energy Policy*, vol. 39, pp. 5961-5969, Oct. 2011.

- [40] U. Atikola and H. Guvenb, "Feasibility of DSM-technology transfer to developing countries", *Applied Energy*, vol. 76, pp. 197-210, Sep.-Nov. 2003.
- [41] A. S. Malik, "Modelling and economic analysis of DSM programs in generation planning", *Electrical Power and Energy Systems*, vol. 23, pp. 413-419, Jun. 2001.
- [42] W. A. Qureshi, N. K. C. Nair and M. M. Farid, "Impact of energy storage in buildings on electricity demand side management", *Energy Conversion and Management*, vol. 52, pp. 2110-2120, May 2011.
- [43] Charles River Associates. *Primer on Demand-Side Management With an emphasis on price-responsive programs*. Washington, U.S.A., 2005.
- [44] Association of Edison Illuminating Companies. *Demand Response Measurement & Verification*. AEIC: U.S.A., 2009.
- [45] H. Herring, "Energy efficiency—a critical view", *Energy*, vol. 31, pp. 10-20, Jan. 2006.
- [46] A. S. Malik, "Impact on power planning due to demand-side management (DSM) in commercial and government sectors with rebound effect—A case study of central grid of Oman", *Energy*, vol. 32, pp. 2157-2166, Nov. 2007.
- [47] A. Sarkar and J. Singh. "Financing energy efficiency in developing countries—lessons learned and remaining challenges", *Energy Policy*, vol. 38, pp. 5560-5571, Oct. 2010.
- [48] National Action Plan for Energy Efficiency Leadership Group. *Guide to Resource Planning with Energy Efficiency*. Washington, U.S.A., 2007.
- [49] H. Gellera, P. Harringtonb, A. H. Rosenfeldd, S. Tanishimad and F. Unanderd, "Policies for increasing energy efficiency: Thirty years of experience in OECD countries", *Energy Policy*, vol. 34, pp. 556-573, Mar. 2006.
- [50] P. Waide and B. Buchner, "Utility energy efficiency schemes: savings obligations and trading", *Energy Efficiency*, vol. 1, pp. 297-311, Nov. 2008.
- [51] D. Berry, "The impact of energy efficiency programs on the growth of electricity sales", *Energy Policy*, vol. 36, pp. 3620-3625, Sep. 2008.
- [52] International Energy Agency. *The Power to Choose: Demand Response in Liberalised Electricity Market*. IEA: Paris, France, 2003.
- [53] D. T. Nguyen, M. Negnevitsky and M. de Groot, "A comprehensive approach to demand response in restructured power systems", in *Proc. 2010 Australasian Universities Power Engineering Conference*, 05-08 Dec. 2010, Christchurch, New Zealand, pp. 1-6.

- [54] M.H. Albadi and E.F. El-Saadany, "A summary of demand response in electricity markets", *Electric Power Systems Research*, vol. 78, pp. 1989-1996, Nov. 2008.
- [55] A. Schroeder, "Modeling storage and demand management in power distribution grids", *Applied Energy*, vol. 88, pp. 4700-4712, Dec. 2011.
- [56] M. M. Abdullah and B. Dwolatzky, "Demand-side energy management performed using direct feedback via mobile systems: Enables utilities to deploy consumer based demand response programs", in *Proc. 2010 IEEE International Energy Conference and Exhibition*, 18-22 December 2010, Manama, Bahrain, pp. 172-177.
- [57] P. Faria and Z. Vale, "Demand response in electrical energy supply: An optimal real time pricing approach", *Energy*, vol. 36, pp. 5374-5384, Aug. 2011.
- [58] Y. Lia and P.C. Flynn, "Electricity deregulation, spot price patterns and demand-side management", *Energy*, vol. 31, pp. 908-922, May-June 2006.
- [59] U.S. Department of Energy. *Benefits of Demand Response in Electricity Markets and Recommendations for Achieving Them*. U.S. DOE: Washington, U.S.A., 2006.
- [60] S. Mohagheghi, J. Stoupis, Z. Wang, Z. Li and H. Kazemzadeh, "Demand response architecture integration into the distribution management system", in *Proc. 2010 First IEEE International Smart Grid Communications Conference*, 04-06 October 2010, Gaithersburg, U.S.A., pp. 501-506.
- [61] Center for the Study of Energy Markets University of California Energy Institute UC Berkeley. *Dynamic Pricing, Advanced Metering, and Demand Response in Electricity Markets*. Berkeley, U.S.A., 2002.
- [62] L. D. D. Harvey, "Reducing energy use in the buildings sector: measures, costs, and examples", *Energy Efficiency*, vol. 2, pp. 139-163, May 2009.
- [63] D. Houseman, "Smart metering: The holy grail of demand-side energy management?", *Refocus*, vol. 6, pp. 50-51, Sep.-Oct. 2005.
- [64] S. S. S. R. Depuru, L. Wang and V. Devabhaktuni, "Smart meters for power grid: Challenges, issues, advantages and status", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 15, pp. 2376-2742, Aug. 2011.
- [65] B. Neenan and R. C. Hemphill, "Societal benefits of smart metering investments", *The Electricity Journal*, vol. 21, pp. 32-45, Oct. 2008.
- [66] M. Erol-Kantarci and H. T. Mouftah, "Wireless multimedia sensor and actor networks for the next generation power grid", *Ad Hoc Networks*, vol. 11, pp. 542-551, Jun. 2011.

- [67] New York Independent System Operator. *Day-Ahead Demand Response Program Manual*. NYISO: New York, U.S.A., 2003.
- [68] New York Independent System Operator. *Emergency Demand Response Program Manual*. NYISO: New York, U.S.A., 2010.
- [69] The Brattle Group Freeman, Sullivan & Co. Global Energy Partners, LLC. *National Demand Response Potential Model Guide*. Cambridge, U.S.A., 2009.
- [70] The Tellus Institute. *Best Practices Guide: Integrated Resource Planning For Electricity*. Boston, U.S.A., 2002.
- [71] E. Hirst, "The financial and physical insurance benefits of price-responsive demand", *The Electricity Journal*, vol. 15, pp. 63-73, May 2002.
- [72] N. Zhu, X. Bai and J. Meng, "Benefits analysis of all parties participating in demand response", in *Proc. 2011 Asia-Pacific Power and Energy Engineering Conference*, 25-28 March 2011, Wuhan, China, pp. 1-4.
- [73] J. H. Kim and A. Shcherbakova, "Common failures of demand response", *Energy*, vol. 36, pp. 873-880, Feb. 2011.
- [74] J. W. Zarnikau, "Demand participation in the restructured Electric Reliability Council of Texas market", *Energy*, vol. 35, pp. 1536-1543, Apr. 2010.
- [75] J. Torriti, M. G. Hassan and M. Leach, "Demand response experience in Europe: Policies, programmes and implementation", *Energy*, vol. 35, pp. 1575-1583, Apr. 2010.
- [76] M. H. Albadi and E. F. El-Saadany, "Demand response in electricity markets: An overview", in *Proc. 2007 IEEE Power Engineering Society General Meeting*, Tampa, U.S.A., pp. 1-5.
- [77] D. T. Nguyen, M. Negnevitsky, M. de Groot and C. Wang, "Demand response in the retail market: Benefits and challenges", in *Proc. 2009 Australasian Universities Power Engineering Conference*, 27-30 September 2009, Adelaide, Australia, pp. 1-6.
- [78] P. Cappers, C. Goldman and D. Kathan, "Demand response in U.S. electricity markets: Empirical evidence", *Energy*, vol. 35, pp. 1526-1535, Apr. 2010.
- [79] H.A. Aalami, M. P. Moghaddam and G.R. Yousefi, "Demand response modeling considering Interruptible/Curtailable loads and capacity market programs", *Applied Energy*, vol. 87, pp. 243-250, Jan. 2010.
- [80] L. A. Greening, "Demand response resources: Who is responsible for implementation in a deregulated market?", *Energy*, vol. 35, pp. 1518-1525, Apr. 2010.

- [81] R. Walawalkar, S. Fernands, N. Thakur and K. R. Chevva, "Evolution and current status of demand response (DR) in electricity markets: Insights from PJM and NY-ISO", *Energy*, vol. 35, pp. 1553-1560, Apr. 2010.
- [82] M. P. Moghaddam, A. Abdollahi and M. Rashidinejad, "Flexible demand response programs modeling in competitive electricity markets", *Applied Energy*, vol. 88, pp. 3257-3269, Sep. 2011.
- [83] S. Neumann, F. Sioshansi, A. Vojdani and G. Yee, "How to get more response from demand response", *The Electricity Journal*, vol. 19, pp. 24-31, Oct. 2006.
- [84] S. Mohagheghi, F. Yang and B. Falahati, "Impact of demand response on distribution system reliability", in *Proc. 2011 IEEE Power and Energy Society General Meeting*, 24-29 July 2011, Detroit, U.S.A., pp. 1-7.
- [85] Kema. *GB Demand Response Report 2: Strategic Issues and Action Planning*. Arnhem, The Netherlands, 2011.
- [86] H.A. Aalami<sup>1</sup>, M. Parsa Moghaddam and G.R. Yousefi, "Modeling and prioritizing demand response programs in power markets", *Electric Power Systems Research*, vol. 80, pp. 426-435, Apr. 2010.
- [87] D. T. Nguyen, M. Negnevitsky and M. de Groot, "Pool-Based Demand Response Exchange—Concept and Modeling", *IEEE Transactions on Power Systems*, vol. 26, pp. 1677-1685, Aug. 2011.
- [88] E. Hirst, "Price-Responsive Demand in Wholesale Markets: Why Is So Little Happening?", *The Electricity Journal*, vol. 14, pp. 25-37. May 2001.
- [89] C. A. Goldman. *Price-Responsive Load (PRL) Program - Framing Paper #1*. The New England Demand Response Initiative (NEDRI): Boston, U.S.A., 2002.
- [90] J. L. Mathieu, P. N. Price, S. Kiliccote and M. A. Piette, "Quantifying changes in building electricity use, with application to demand response", *IEEE Transactions on Smart Grid*, vol. 2, pp. 507-518, Sep. 2011.
- [91] F. Boshell, and O.P. Veloza, "Review of developed demand side management programs including different concepts and their results", in *Proc. 2008 IEEE/PES Transmission and Distribution Conference and Exposition: Latin America*, 13-15 August 2008, Bogota, Colombia, pp. 1-7.



- [92] E. Bompard, R. Napoli and Bo Wan, "The effect of the programs for demand response incentives in competitive electricity markets", *European Transactions on Electrical Power*, vol. 19, pp. 127-139, Jan 2009.
- [93] P. Centolella, "The integration of Price Responsive Demand into Regional Transmission Organization (RTO) wholesale power markets and system operations", *Energy*, vol. 35, pp. 1568-1574, Apr. 2010.
- [94] International Energy Agency. *Evaluating Energy Efficiency Policy Measures & DSM Programmes Volume I Evaluation Guidebook*. IEA: Paris, France, 2005.
- [95] J. Vasconcelos. *Survey of Regulatory Concerning Smart Metering in the European Union Electricity Market*. European Energy Institute Robert Schuman Centre for Advanced Studies: Florence, Italy, 2008.
- [96] European Smart Metering Alliance. *National Perspective on Smart Metering*. ESMA: London, England, 2008.
- [97] European Smart Metering Alliance. *Annual Report on the Progress in Smart Metering 2009*. ESMA: London, England, 2010.
- [98] Regulatory Authority of Energy (RAE). *2011 National Report to the European Commission*. Athens, Greece. October 2011.
- [99] Ανεξάρτητος Διαχειριστής Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΑΔΜΗΕ) Α.Ε.  
<http://www.admie.gr>