



Κεφάλαιο

SCADA ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ ΜΙΚΡΟΔΙΚΤΥΟΥ

6.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ SCADA

Με τη συνεχή αύξηση των συνδέσεων ΔΠ, η πολυπλοκότητα και η λειτουργία των δικτύων διανομής γίνεται όλο και πιο πολύπλοκη λόγω των περιορισμών που πρέπει να ικανοποιούν, όπως προδιαγραφές τάσεων, θερμικών ορίων υπερφόρτισης και πολυπλοκότητα διασυνδέσεων υλικού. Αυτά τα προβλήματα θέτουν όρια στη σύνδεση επιπλέον ΔΠ και γίνεται απαραίτητη η χρήση ενεργών δικτύων διανομής και μικροδίκτυων για να έχουμε μία οικονομικά αποδοτική λύση στη σύνδεση περισσότερης ΔΠ. Στην επιτυχία του μικροδίκτυου και των ενεργών δικτύων διανομής συμβάλει η εφαρμογή οικονομικά αποδοτικού και αποτελεσματικού συστήματος SCADA, για την επικοινωνία και τον έλεγχο της λειτουργίας του δικτύου διαχείρισης, ειδικά σε δίκτυα με τάση 11-132 KV. Τα συστήματα SCADA που χρησιμοποιεί ο Χειριστής του Δικτύου Διανομής (Distribution Network Operator (DNO)) ουσιαστικά συντονίζουν την επικοινωνία και τον έλεγχο μεταξύ απομακρυσμένων υποσταθμών και του κέντρου ελέγχου, όπου βρίσκονται τα συστήματα ελέγχου απομακρυσμένης λειτουργίας των διακοπών και των αποζευκτών. Η πρώτη γενιά των SCADA χρησιμοποιήθηκε το 1960, με την παλιά τεχνολογία των τηλεφώνων και η τρίτη ξεκίνησε το 1980 με αξιοποίηση εξελιγμένης τεχνολογίας. Οι λειτουργίες του συστήματος SCADA περιλαμβάνουν την ανάκτηση δεδομένων, επεξεργασία δεδομένων, απομακρυσμένο έλεγχο, επεξεργασία σημάτων κινδύνου, ιστορικό δεδομένων, γραφική διεπαφή επικοινωνίας ανθρώπου-υπολογιστή (Human-Machine Interface (HMI)), διακόπτες έκτακτης ανάγκης και εφαρμογές διαχείρισης φορτίου, κ.λ.π.

Η αύξηση του μήκους των τηλεπικοινωνιών στα ενεργά δίκτυα διανομής δημιουργεί προβλήματα στην αξιοπιστία μεταφοράς δεδομένων, γι αυτό τα

συστήματα διαχείρισής τους μπορεί να τοποθετούνται σε σημαντικούς υποσταθμούς, αντί των κέντρων ελέγχου. Τα SCADA με κεντρική δομή μπορούν να έχουν κεντρικό έλεγχο, συνολικές βάσεις δεδομένων, ευκολίες συντήρησης υλικού και λογισμικού, διάγραμμα του δικτύου, κ.λ.π., που διευκολύνουν τις ευφυείς ακολουθιακές λειτουργίες, όμως υποφέρουν από οικονομικά αποδοτικές υποδομές επικοινωνιών και αργή απόκριση, που οδηγούν σε συμφόρηση των επικοινωνιών και σφάλματα ενός σημείου. Τα καταναμημένα SCADA αποτελούνται από μικρά συστήματα SCADA τοποθετημένα σε διαφορετικούς υποσταθμούς. Έχουν τα πλεονεκτήματα της οικονομικά αποδοτικής λογικής των επαναλαμβανόμενων πρότυπων μονάδων, τη χαμηλού κόστους υποδομή επικοινωνιών, καλύτερο χρόνο απόκρισης σε διακοπτικές λειτουργίες, κ.λ.π. Όμως έχουν ασυμβατότητα με κεντρικά συστήματα SCADA, πρόσθετες ανάγκες συντήρησης, έλλειψη κατάλληλων, οικονομικά αποδοτικών εφαρμογών διαχείρισης για πολλαπλές καταναμημένες λειτουργίες και απαιτήσεις εξωτερικού προσωπικού.

6.2 SCADA ΣΕ ΜΙΚΡΟΔΙΚΤΥΟ

Το σύστημα SCADA σε ένα μικροδίκτυο είναι ένα μέσου μεγέθους καταναμημένο σύστημα, που παρακολουθεί και ελέγχει την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, την παραγωγή θερμότητας, τις συσκευές αποθήκευσης ενέργειας, τη διανομή και τις βοηθητικές υπηρεσίες. Αποτελείται από συσκευές σημάτων εισόδου/εξόδου, ελεγκτές, δίκτυα, επικοινωνίες, βάσεις δεδομένων και λογισμικό. Το σύστημα SCADA στο μικροδίκτυο είναι στην ουσία ένα Καταναμημένο Σύστημα Ελέγχου (Distributed Control System (DCS)), με δομικά στοιχεία που συνήθως προέρχονται από διαφορετικούς κατασκευαστές και συνδέονται μεταξύ τους μέσω σύνδεσης Ethernet.

Το SCADA εποπτεύεται από ένα κεντρικό σύστημα ελέγχου, που παρακολουθεί και ελέγχει ένα μεγάλο μέρος ή όλο το δίκτυο. Οι βασικές λειτουργίες ελέγχου εκτελούνται αυτόματα από τις Απομακρυσμένες Τερματικές Μονάδες (Remote Terminal Unit (RTU)) και τους Προγραμματιζόμενους Λογικούς Ελεγκτές (Programmable Logic Controller (PLC)), αλλά το SCADA πάντα δίνει τη δυνατότητα στο χειριστή να αγνοήσει τις αυτόματες εντολές. Οι αναγνώσεις των μετρητικών οργάνων και των καταστάσεων των συσκευών γίνονται από τις RTU ή τους PLC, επεξεργάζονται και στέλνονται στο κέντρο ελέγχου, όπου παρουσιάζονται στον χειριστή μέσω της HMI. Ο χειριστής χρησιμοποιεί τα δεδομένα για να πάρει τις αναγκαίες αποφάσεις, ώστε να ρυθμίσει ή να παρακάμψει τον έλεγχο των RTU και/ή των PLC.

Απομακρυσμένη τερματική μονάδα (RTU).

Η RTU είναι η μονάδα διεπαφής μεταξύ των φυσικών συσκευών και του SCADA ή του DCS, που μεταδίδει τις μετρήσεις από τις συσκευές στο σύστημα και ελέγχει τις συσκευές σύμφωνα με τα μηνύματα ελέγχου από το SCADA ή το DCS. Μία τυπική RTU αποτελείται από ένα σύστημα επικοινωνίας σειριακό ή Ethernet ή συνδιασμό τους, έναν απλό επεξεργαστή, αισθητήρες, κάποιους διακόπτες παράκαμψης και ζυγό επικοινωνίας με τις υπόλοιπες συσκευές ή τους πίνακες διεπαφής. Οι πίνακες διεπαφής χειρίζονται αναλογικά, ψηφιακά ή και των δύο τύπων σήματα εισόδου/εξόδου με διαφορετικό εύρος τιμών, προστασία από υπερτάσεις, ευφυή επίπεδο διεπαφής κ.λ.π. Οι αναλογικές εισοδοί είναι 24 V με ρεύμα 4-20 mA και η RTU τα μετατρέπει σε κατάλληλα σήματα για να τροφοδοτηθούν στη HMI. Η RTU χρησιμοποιεί πίνακες ψηφιακών εξόδων για να εκτελέσει οποιαδήποτε διακοπτική λειτουργία, σύμφωνα με τις εντολές των συστημάτων SCADA ή DCS. Οι μοντέρνες RTUs μπορούν να εκτελούν απλά προγράμματα αυτόνομα χωρίς την παρέμβαση του SCADA ή του DCS και εξασφαλίζουν έτσι την απαραίτητη εφεδρεία στην ασφάλεια.

Προγραμματιζόμενος λογικός ελεγκτής (PLC).

Ο PLC είναι μία ηλεκτρονική συσκευή, που χρησιμοποιείται για τον αυτοματισμό των βιομηχανικών διαδικασιών και ανταπεξέρχεται σε ένα ευρύ φάσμα θερμοκρασιών και σε βρώμικο ή σκονισμένο περιβάλλον. Η σχεδίασή του εξασφαλίζει απομόνωση στον ηλεκτρικό θόρυβο, ανοχή στις ταλαντώσεις και άλλες επιπτώσεις, που δεν έχουν οι υπολογιστές. Είναι μία ικανοποιητικά αποδοτική συσκευή για να χρησιμοποιηθεί και στο SCADA των μικροδίκτυων. Αποτελείται από ψηφιακούς ηλεκτρονόμους που λειτουργούν με λογισμικά αποθηκευμένα σε Δυναμικές Μνήμες Τυχαίας Πρόσβασης (Dynamic Random Access Memory (DRAM)) με εφεδρικές μπαταρίες ή Επαναγραφόμενες Προγραμματιζόμενες Μνήμες για Ανάγνωση Μόνο (Erasable Programmable Read-Only Memory (EPROM)). Λειτουργεί σε πραγματικό χρόνο για να παρέχει στην έξοδό του αποτελέσματα ανάλογα με την είσοδό του, με ταχύτητα που εξαλείφει κάθε αποτυχία στη διαδικασία ελέγχου.

Ο PLC χρησιμοποιεί ενεργοποιητές για να λειτουργεί/αποσυνδέει κινητήρες, αεροκίνητους ή υδραυλικούς κυλίνδρους ή διαφράγματα, μαγνητικούς ή σωληνοειδούς ηλεκτρονόμους, αναλογικές εξόδους, κ.λ.π. Αρχικά ο PLC αντικατέστησε αυτόματα συστήματα που χρησιμοποιούσαν χιλιάδες ηλεκτρονόμους, με τη δυνατότητα προγραμματισμού που έχει. Παρέχει τεράστια ευελιξία στη λειτουργία με μία απλή αλλαγή στον κώδικα του λογισμικού του, σε

περιπτώσεις αλλαγής της ελεγχόμενης διαδικασίας. Διαθέτει ισοδύναμες δυνατότητες με τους προσωπικούς υπολογιστές στο χειρισμό δεδομένων, στην αποθήκευση, επεξεργασία ισχύος, ικανότητες επικοινωνίας, κ.λ.π.

6.3 ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΑΤΑΝΕΜΗΜΕΝΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ (DCS)

Το DCS είναι βασικά ένα σύστημα ελέγχου για βιομηχανικές κατασκευές ή διεργασίες ή κάθε είδους δυναμικά συστήματα, όπου οι μονάδες ελέγχου βρίσκονται κατανεμημένες στο σύστημα και κάθε υποσύστημα βρίσκεται υπό τον έλεγχο ενός ή περισσότερων ελεγκτών, σε αντίθεση με το Σύστημα Κεντρικού Ελεγκτή (Central Controller System (CCS)). Η τελευταία τάση στο SCADA είναι να χρησιμοποιεί το DCS για επικοινωνία και έλεγχο. Ολόκληρο το DCS μπορεί να δικτυωθεί με τηλεπικοινωνίες και συστήματα παρακολούθησης για να ελέγχει και παρακολουθεί διεσπαρμένο εξοπλισμό, με ή χωρίς απομακρυσμένο χειροκίνητο έλεγχο για να έχουμε ένα ημιαυτόματο ή αυτόματο έλεγχο.

Το DCS χρησιμοποιεί ηλεκτρονικούς υπολογιστές με ειδικές δυνατότητες χρήσης, εξειδικευμένων διασυνδέσεων και ανοικτών πρωτόκολλων για επικοινωνίες, με ειδικά σχεδιασμένους επεξεργαστές ως ελεγκτές. Οι μονάδες εισόδου/εξόδου είναι εξοπλισμός του DCS και ο επεξεργαστής, που είναι μέρος του ελεγκτή, λαμβάνει πληροφορίες από τις μονάδες εισόδου και στέλνει σήματα ελέγχου στις μονάδες εξόδου.

Ένα τυπικό DCS αποτελείται από κατανεμημένους ψηφιακούς ελεγκτές ικανούς για εκτέλεση τεράστιου αριθμού βρόχων ελέγχου, συσκευές εισόδου/εξόδου ενσωματωμένες στον ελεγκτή ή τοποθετημένες μακριά μέσω ενός δικτύου με μεγάλες υπολογιστικές δυνατότητες, μαζί με Αναλογικό-Ολοκληρωτικό-Διαφορικό (Proportional-Integral-Derivative (PID)) έλεγχο και με λογικό και ακολουθιακό έλεγχο.

6.4 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ ΤΟΥ ΜΙΚΡΟΔΙΚΤΥΟΥ

Ο προτεινόμενος συνολικός εξοπλισμός και ιδιαίτερα το σύστημα SCADA του μικροδίκτυου του δίνει δυνατότητες χειρισμού αντίστοιχες των σημερινών ΣΜΗΕ και επομένως συμμετοχή στην απελευθερωμένη αγορά ηλεκτρικής ενέργειας. Όμως, η αποδοχή του μικροδίκτυου από την αγορά ηλεκτρικής ενέργειας αλλά και η βιωσιμότητα του συνδέονται με την επίλυση ποικίλων οικονομικών προβλημάτων. Η υπάρχουσα οικονομική πολιτική, όσον αφορά τα τέλη εφεδρείας, τις μετρητικές διατάξεις του δικτύου και τα ρυθμιστικά ζητήματα, που αφορούν τη δυνατότητα των μικρών γεννητριών να εξυπηρετούν γειτονικούς καταναλωτές,

ενθαρρύνει τη χρησιμοποίηση των μονάδων ΔΠ, αλλά δεν είναι επαρκής για την καθιέρωση του μικροδίκτυου ως ένα βιώσιμο οργανισμό παροχής ηλεκτρικής ενέργειας σε καταναλωτές. Γι αυτό χρειάζεται να αξιολογηθούν και να διευθετηθούν ρυθμιστικά και οικονομικά ζητήματα σχετικά με το μικροδίκτυο, έτσι ώστε να γίνει αποτελεσματική η συμμετοχή του στην ανοικτή αγορά ηλεκτρικής ενέργειας και να καταστεί οικονομικά βιώσιμο. Επίσης, το μικροδίκτυο θα πρέπει να συμμετέχει και στην αγορά για την παροχή βοηθητικών υπηρεσιών στο κυρίως δίκτυο, ώστε να έχει μία επιπλέον πηγή εσόδων.

Η βιωσιμότητα και ανανεωσιμότητα της κεντρικής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας βρίσκεται υπό αμφισβήτηση συγκρινόμενη με την ΔΠ, η οποία έχει το πλεονέκτημα να είναι κοντά στα φορτία που εξυπηρετεί. Η κατασκευή νέων κεντρικών σταθμών μαζί με τα δίκτυα μεταφοράς, αλλά και η επέκταση των ήδη υπάρχοντων δεν είναι οικονομικά βιώσιμη λόγω περιβαλλοντικών προβλημάτων, της φθίνουσας διαθεσιμότητας χώρων, αλλά και των περιορισμένων αποθεμάτων σε ορυκτά καύσιμα. Εξάλλου, οι αναδιαρθρωμένες αγορές ηλεκτρικής ενέργειας παρέχουν ασταθείς τιμές ηλεκτρισμού στους καταναλωτές, που συνδυαζόμενες με αβέβαια επενδυτικά προγράμματα οδηγούν σε αναξιόπιστη παροχή ηλεκτρικής ενέργειας σε αυτούς. Παρ' όλα αυτά, το μικροδίκτυο δεν ανταγωνίζεται με το ήδη υπάρχον κεντρικό σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά ανταγωνίζεται με την ασταθή ανάπτυξή του κεντρικού συστήματος μέσα σε ένα επιθετικό περιβάλλον. Η ΔΠ με συμπαραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας σε ένα μικροδίκτυο μπορεί να βελτιώσει την γενικότερη ενεργειακή αποτελεσματικότητα του συστήματος και να κάνει δυνατή την παροχή αξιόπιστης ενέργειας στους καταναλωτές, που έχουν κρίσιμα και ευαίσθητα ηλεκτρικά και θερμικά φορτία. Οι οικονομικές παράμετροι καθορίζουν τη μορφολογία και τη λειτουργία του μικροδίκτυου.

6.5 ΚΥΡΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΜΙΚΡΟΔΙΚΤΥΟΥ

Τα κύρια χαρακτηριστικά οικονομίας του μικροδίκτυου μπορούν να κατηγοριοποιηθούν όπως παρακάτω:

1) Βέλτιστη τεχνολογική επένδυση.

Οι βασικές οικονομικές αρχές που αφορούν την βέλτιστη επένδυση με την καλύτερη τεχνολογία θα πρέπει να εφαρμοστούν στην λειτουργία του μικροδίκτυου. Η συσσωρευμένη γνώση και τα υπάρχοντα λογισμικά από τη λειτουργία των ΣΜΗΕ πρέπει να αξιοποιηθούν στο δίκτυο διανομής, δηλαδή στο μικροδίκτυο.

2) Αξιοποίηση των μοναδικών χαρακτηριστικών.

Κάποια από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της οικονομίας του μικροδίκτυου πρέπει να αξιοποιηθούν κατάλληλα. Σε αντίθεση με το συμβατικό σύστημα διανομής, το μικροδίκτυο μπορεί να παρέχει διαφορετικά επίπεδα αξιοπιστίας στον τελικό χρήστη, ανάλογα με τις ανάγκες του. Οι λειτουργικοί περιορισμοί που ικανοποιούνται κατά την οικονομική λειτουργία του συμβατικού συστήματος διαφέρουν από αυτούς του μικροδίκτυου, π.χ. οι ελάχιστοι χρόνοι κράτησης και λειτουργίας των κεντρικών μονάδων δεν υπάρχουν στη ΔΠ του μικροδίκτυου.

3) Σχέση του μικροδίκτυου με το σύστημα διανομής.

Η σχέση μεταξύ του μικροδίκτυου και του συστήματος διανομής, που είναι συνδεδεμένο, καθορίζει την οικονομία του μικροδίκτυου. Το μικροδίκτυο χρειάζεται σε πραγματικό χρόνο την τιμή της ενέργειας, για να επιτυγχάνει βέλτιστη αλληλεπίδραση μεταξύ καταναλωτών και των εταιριών ηλεκτρισμού. Η συμμετοχή του μικροδίκτυου στην αγορά των βοηθητικών υπηρεσιών του ΣΗΕ περιορίζεται στην υποστήριξη της τάσης και στον περιορισμό των απωλειών. Όμως το μικροδίκτυο μπορεί να παρέχει εξαιρετικές τοπικές βοηθητικές υπηρεσίες στον τελικό χρήστη, που θα βελτίωναν δραστικά τα οικονομικά του.

6.6 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΜΙΚΡΟΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΣΥΜΒΑΤΙΚΩΝ ΣΗΕ

Ο κύριος στόχος του μικροδίκτυου είναι να μειώσει το συνολικό κόστος ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας των καταναλωτών του. Έχει τη δυνατότητα να τροφοδοτεί ενέργεια με μικρότερο κόστος επειδή αξιοποιεί τις απώλειες θερμότητας (wasted heat). Επίσης δεν έχει τα κόστη των απωλειών μεταφοράς και διανομής, από τη συμφόρηση του δικτύου, από τις υπηρεσίες καταναλωτών και άλλα συναφή κόστη, σε αντίθεση με το συμβατικό ΣΗΕ. Επίσης η επιτόπια παραγωγή είναι ανταγωνιστικού κόστους με τη συμβατική παραγωγή, ιδιαίτερα με τις παλινδρομικές μηχανές. Οι νέες τεχνολογίες ΔΠ υπόσχονται μικρού κόστους καθαρή παραγωγή ενέργειας. Σημειώνεται ότι είναι έτοιμη για εφαρμογή σε συμβατικές μονάδες παραγωγής η τελευταία τεχνολογία συλλογής και αποθήκευσης άνθρακα, με δυνατότητα παραγωγής «καθαρής» ενέργειας και με βαθμό απόδοσης περίπου 50%.

Μεγάλο εμπόδιο για την οικονομία του μικροδίκτυου είναι τα κρυμμένα κόστη υπερβάσεων στην ανάθεση και εγκατάστασή του. Το μεγάλο κόστος εγκατάστασης των ΔΠ του μικροδίκτυου αντιμετωπίζεται, εν μέρει, με κρατικές

επιδοτήσεις, ιδιαίτερα η εγκατάσταση αποτελεσματικών συστημάτων αποθήκευσης για την αυτόνομη λειτουργία του. Τα κόστη αυτά πρέπει να συμπεριληφθούν στην οικονομική αξιολόγηση του μικροδίκτυου, σε αντιστάθμισμα του οφέλους των καταναλωτών από την αυτόνομη λειτουργία του μικροδίκτυου, καθώς και το πρόσθετο κόστος του ηλεκτρικού δικτύου για την επίτευξη αντίστοιχης αξιοπιστίας. Απλές αρχές της μηχανικής-οικονομίας μπορούν να εφαρμοστούν για να προσδιοριστούν οι κατάλληλες τεχνολογίες ΔΠ, αλλά και ο τρόπος εγκατάστασής τους στα μικροδίκτυα.

Η οικονομία του μικροδίκτυου παρουσιάζει αρκετές ομοιότητες με την αντίστοιχη των συμβατικών δικτύων, όπως: (1) Κανόνες οικονομικής λειτουργίας. (2) Αγορά και πώληση ηλεκτρικής ενέργειας σε διαφορετικούς χρόνους. (3) Βέλτιστος συνδυασμός των διαφορετικών τεχνολογικά πηγών, ώστε να ταιριάζουν στους διάφορους κύκλους λειτουργίας του συστήματος. (4) Καταλληλότητα τεχνολογιών υψηλού κόστους εγκατάστασης, αλλά χαμηλού κόστους παραγωγής, για την τροφοδότηση των φορτίων βάσης. (5) Καταλληλότητα τεχνολογιών χαμηλού κόστους εγκατάστασης, αλλά υψηλού κόστους παραγωγής, για την τροφοδότηση των φορτίων αιχμής.

Από την άλλη μεριά, η οικονομία του μικροδίκτυου παρουσιάζει κάποιες σημαντικές διαφορές συγκριτικά με την αντίστοιχη των συμβατικών δικτύων όσον αφορά τις εξής παραμέτρους:

I. Συνδυασμένη βελτιστοποίηση της παροχής ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας (CHP).

Σε κάποιες χώρες χρησιμοποιούνται περιστασιακά μονάδες CHP για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά τα συστήματα αυτά δεν είναι ανεπτυγμένα. Ο κύριος σκοπός τους είναι να χρησιμοποιήσουν τις απώλειες θερμότητας για εφαρμογές θέρμανσης μαζί με την παραγωγή ηλεκτρισμού, με συνδυασμένη βελτιστοποίηση ηλεκτρισμού και θερμότητας. Στην οικονομία των κεντρικών συμβατικών συστημάτων η χρησιμοποίηση της θερμότητας δεν αποτελούσε ποτέ τον κύριο στόχο. Ο λόγος για την επανεξέταση της χρησιμοποίησης των μονάδων CHP είναι η δραστική μείωση του CO_2 και η αύξηση του συνολικού βαθμού απόδοσης παραγωγής, που προσφέρει η συγκεκριμένη τεχνολογία. Ο συνολικός βαθμός απόδοσης μπορεί να αυξηθεί από το 33% των συμβατικών πηγών ενέργειας ή το 50% των σταθμών συνδυασμένου κύκλου σε περισσότερο από 80%, με τη χρήση μονάδων CHP, που είναι η καρδιά της οικονομικής λειτουργίας του μικροδίκτυου. Η τοποθέτηση των μονάδων CHP κοντά στα φορτία ελαχιστοποιεί τις απώλειες και μεγιστοποιεί την απόδοση. Οι κύριες εφαρμογές

των μονάδων CHP στα μικροδίκτυα είναι για: (1) Θέρμανση χώρων, οικιακή θέρμανση νερού και αποστείρωση. (2) Θέρμανση για βιομηχανικές και κατασκευαστικές διαδικασίες. (3) Ψύξη χώρων.

Η τεχνολογική δυνατότητα της εκμετάλλευσης των μονάδων CHP στην ταυτόχρονη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, θερμότητας και ψύξης με κόστος πολύ μικρότερο για τον καταναλωτή συγκριτικά με την αγορά τους από διαφορετικές πηγές, είναι το βασικό κίνητρο για τη συνεργασία καταναλωτών στην δημιουργία μικροδίκτυων με μονάδες CHP. Αυτό το συμπέρασμα πρέπει να τεκμηριωθεί με λεπτομερείς οικονομικές μελέτες για να παρακινηθούν περισσότεροι καταναλωτές να συμμετέχουν στη δημιουργία μικροδίκτυων.

II. Συνδυασμένη βελτιστοποίηση φορτίου και παραγωγής.

Η συνδυασμένη βελτιστοποίηση φορτίου και παραγωγής είναι η δεύτερη προτεραιότητα για την οικονομία του μικροδίκτυου. Αυτή η βελτιστοποίηση στα μικροδίκτυα είναι ευκολότερη γιατί ο καταναλωτής και ο παραγωγός είναι το ίδιο πρόσωπο, το οποίο παίρνει τις αποφάσεις. Στα παραδοσιακά ΣΗΕ ο έλεγχος του φορτίου γίνεται με τη διαχείριση της ζήτησης, την απόρριψη φορτίου, τα κυμαινόμενα τιμολόγια ή συμβόλαια κτλ. Στην περίπτωση του μικροδίκτυου, το πιο σημαντικό κριτήριο για αυτήν τη βελτιστοποίηση είναι το «οριακό κόστος» (ή διαφορικό κόστος) της αυτό-παραγωγής σε κάθε χρονικό σημείο. Το «οριακό κόστος» ορίζεται ως η μεταβολή του συνολικού κόστους ενός αγαθού, όταν αλλάζει η παραγωγή του κατά μια μονάδα, δηλαδή είναι το κόστος για την παραγωγή μίας επιπλέον μονάδας του προϊόντος. Η απόσβεση του αρχικού κεφαλαίου, οι επιπλέον επιδοτήσεις, οι ανακρίβειες στις μετρήσεις και τα τιμολόγια δεν λαμβάνονται υπόψη στη βελτιστοποίηση του κόστους παραγωγής. Στην οικονομία των ηλεκτρικών δικτύων τα τιμολόγια και οι περιβαλλοντικοί παράγοντες επίσης δεν συμπεριλαμβάνονται επαρκώς. Το μικροδίκτυο πρέπει να γνωρίζει το οριακό κόστος της παραγωγής και τα ισοδύναμα κόστη επιβάρυνσης από τις επενδύσεις, ώστε να αποφασίσει αν υπάρχει κέρδος από την περικοπή του φορτίου του και πώληση της απελευθερωμένης παραγωγής στην αγορά ενέργειας. Αυτή η μέθοδος οδηγεί σε ένα νέο τρόπο ελέγχου φορτίου.

III. Ιδιαίτερα οικονομικά μικροδίκτυου.

Τα μοναδικά χαρακτηριστικά των μικροδίκτυων τα επιτρέπουν να παρέχουν πολλαπλά επίπεδα αξιοπιστίας ανάλογα με τις απαιτήσεις των τελικών χρηστών. Αντίθετα, ο σχεδιασμός και η λειτουργία των συμβατικών ΣΗΕ καταλήγει συνήθως στη διανομή ηλεκτρικής ενέργειας ίδιας ποιότητας ισχύος και

αξιοπιστίας σε όλους τους καταναλωτές. Στα μικροδίκτυα οι καταναλωτές που χρειάζονται χαμηλότερης ποιότητας και αξιοπιστίας ηλεκτρική ενέργεια μπορούν να μειώσουν τους λογαριασμούς τους, προμηθευόμενοι ενέργεια σε χαμηλότερες τιμές. Ομοίως, οι πελάτες που απαιτούν υψηλής ποιότητας και αξιοπιστίας ηλεκτρική ενέργεια, μπορούν να προστατεύσουν τα ευαίσθητα φορτία και τις εξελιγμένες συσκευές τους πληρώνοντας υψηλότερες τιμές για τον ηλεκτρισμό, χωρίς να χρειάζονται επιπλέον επενδύσεις για εξοπλισμό. Επιπλέον, τα μικροδίκτυα μπορούν να υποστηρίξουν τους «ακριβούς» πελάτες τους σε περιπτώσεις έλλειψης παραγωγής, απορρίπτοντας κάποιους από τους πιο «φθηνούς» πελάτες τους. Η ευρεία εφαρμογή των μικροδίκτυων με τοπικά ελεγχόμενη παραγωγή, εφεδρεία και αποθήκευση ενέργειας με διαχείριση ζήτησης, μπορεί να εξυπηρετήσει αποτελεσματικά τα ευαίσθητα φορτία. Αυτό γίνεται με μείωση των οικονομικών επιβαρύνσεων που έχουν σήμερα οι ηλεκτρικές εταιρίες, λόγω της ανάγκης υψηλού βαθμού αξιοπιστίας για ευαίσθητα φορτία και της διατήρησης ομοιόμορφου βέλτιστου επίπεδου ποιότητας ισχύος για όλα τα φορτία.

IV. Οικονομικά προβλήματα μεταξύ μικροδίκτυου και ΣΗΕ.

Υπάρχουν μερικά οικονομικά ζητήματα στις σχέσεις μεταξύ των μικροδίκτυων και του κυρίως δικτύου. Η βασική φιλοσοφία, που καθορίζει τις σχέσεις τους, είναι το μικροδίκτυο να αντιμετωπίζεται από το δίκτυο σαν μια ομάδα φορτίων ή παραγωγών ή και τα δύο συνδεδεμένα στο κυρίως δίκτυο σε ένα σημείο κοινής σύνδεσης (PCC), που έχει και τη δυνατότητα αυτόνομης λειτουργίας. Το μικροδίκτυο πρέπει να τηρεί όλους τους κανόνες του δικτύου που εφαρμόζονται και σε όλες τις άλλες συνδεδεμένες συσκευές. Λόγω των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών του το μικροδίκτυο συνεργάζεται με τις ηλεκτρικές εταιρίες με πιο εξελιγμένους οικονομικούς κανόνες από τους παραδοσιακούς. Έτσι, για να εξυπηρετηθούν τα αυξανόμενα φορτία, είναι απαραίτητο να επεκταθεί το σύστημα διανομής, κάτι το οποίο δεν είναι εύκολο στην περίπτωση των μικροδίκτυων, αφού οι γεννήτριες είναι συνήθως ενσωματωμένες μέσα στο ήδη υπάρχον ακτινικό σύστημα διανομής. Γι αυτό ο προσδιορισμός της τιμής στους νέους πελάτες γίνεται πιο περίπλοκος. Για παράδειγμα σε καταστάσεις συμφόρησης, η τιμή στους νέους καταναλωτές μπορεί να ενθαρρύνει την ανάπτυξη του μικροδίκτυου, την αύξηση των επενδύσεων στην παραγωγή, όπως επίσης και τον έλεγχο φορτίου, με στόχο να μετριαστεί η συμφόρηση. Όμως, αυτό είναι δύσκολο στην εφαρμογή γιατί εξαρτάται από τη μορφολογία των γειτονικών δικτύων. Σε μία πυκνοκατοικημένη περιοχή, κάθε τελικός χρήστης έχει αρκετές επιλογές για την τροφοδοσία του και μπορεί να επιλέξει το γειτονικό δίκτυο διανομής που προσφέρει την καλύτερη τιμή. Έτσι, το κόστος συμφόρησης για κάθε μικροδίκτυο

εξαρτάται από τη μορφολογία των διαθέσιμων γειτονικών συστημάτων διανομής, που μπορεί να αλλάξει απότομα, διαταράσσοντας την οικονομική λειτουργία του μικροδίκτυου.

Τα μικροδίκτυα πρέπει να έχουν πλήρη συμμετοχή στην αγορά της ηλεκτρικής ενέργειας και των βοηθητικών υπηρεσιών, όμως το χαμηλό επίπεδο τάσης δεν τα επιτρέπει να επεκταθούν πέρα από τον υποσταθμό. Ωστόσο, το πλεονέκτημα της τοπικής παραγωγής που έχουν μαζί με τον κατάλληλο έλεγχο και τις κατάλληλες διατάξεις προστασίας, μπορεί να εξασφαλίσει την αξιόπιστη παροχή ενέργειας στα ευαίσθητα φορτία. Αυτό αποτελεί μία πολύτιμη συνεισφορά στην οικονομική λειτουργία και την ευρωστία του συνολικού συστήματος, καθώς οι αποκρίσεις της αγοράς σε απότομες μεταβολές του φορτίου είναι πρακτικά αδύνατες.

6.7 ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ ΓΙΑ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΜΙΚΡΟΔΙΚΤΥΩΝ

Εδώ θα αναλυθεί ένας μηχανισμός τιμολόγησης της ενέργειας του μικροδίκτυου στην ανταγωνιστική αγορά της ηλεκτρικής ενέργειας, όπου το μικροδίκτυο συμμετέχει με τον CC στις προσφορές και στον διακανονισμό των τιμών εκκαθάρισης αγοράς (Market Clearing Prices (MCPs)) για τις ζώνες της επόμενης ημέρας. Θα θεωρήσουμε δύο σημαντικές τεχνικές διακανονισμού της αγοράς για ΔΠ από ΑΠΕ (Α/Γ και Φ/Β), μίας ημέρας μπροστά (day-ahead) και πραγματικού χρόνου (real-time). Η κύρια ιδέα είναι να καθοριστεί η MCP σε μία αγορά από ένα σύνολο διαφορετικών ΔΠ και ένα σύνολο διαφορετικών τύπων καταναλωτών. Αυτοί οι καταναλωτές κατηγοριοποιούνται σαν φορτία με δυνατότητα απόρριψης (μη κρίσιμα φορτία) ή φορτία αδιάκοπης παροχής (κρίσιμα φορτία).

Ένα σύστημα αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας επηρεάζει την αγορά και την πώληση του ηλεκτρισμού χρησιμοποιώντας την προσφορά και τη ζήτηση για να καθορίσει την τιμή. Η μείωση της τιμής της ηλεκτρικής ενέργειας αποτελεί κατά κανόνα τον πρωτεύοντα λόγο για τη δημιουργία των ανταγωνιστικών αγορών. Το μικροδίκτυο λειτουργεί σε τοπικές αγορές και συνήθως εξυπηρετεί βιομηχανικούς και εμπορικούς καταναλωτές μεσαίας κλίμακας καθώς και οικιακούς καταναλωτές. Αυτοί οι καταναλωτές δεν έχουν τα οικονομικά κίνητρα και την απαραίτητη εξειδίκευση και τεχνογνωσία ώστε να συνεισφέρουν αποτελεσματικά στο μηχανισμό τιμολόγησης μίας τόσο πολύπλοκης αγοράς. Λόγω αυτής της έλλειψης εκπροσώπησης, οι περισσότερες αγορές ηλεκτρικής ενέργειας δεν αντιμετωπίζουν τους καταναλωτές σαν μία ζήτηση που μπορεί να πάρει λογικές αποφάσεις, αλλά απλά σαν ένα φορτίο που πρέπει σε κάθε περίπτωση να εξυπηρετηθεί. Η ενεργή συμμετοχή της πλευράς της ζήτησης (δηλαδή των καταναλωτών) σε αυτές τις αγορές παραμένει ακόμη ελάχιστη.

Η αγορά ενέργειας μίας ημέρας μπροστά έχει σχεδιασθεί για τους συμμετέχοντες στην αγορά με τιμές μίας ημέρας μπροστά. Σε αυτήν την αγορά, όταν κλείσει η περίοδος πλειοδοσίας για την αγορά της μίας ημέρας μπροστά, ο διαχειριστής του δικτύου υπολογίζει τις MCPs της επόμενης ημέρας. Γι αυτό τον υπολογισμό βασίζεται στις πλειοδοσίες, τις προσφορές και τους υποβληθέντες προγραμματισμούς, έχοντας κατά νου το ελάχιστο κόστος, αλλά και τους περιορισμούς για την ασφαλή λειτουργία του συστήματος και τις εντάξεις των μονάδων, ώστε να κάνει τον προγραμματισμό λειτουργίας του συστήματος για κάθε ώρα της επόμενης ημέρας. Η αγορά πραγματικού χρόνου έχει σχεδιασθεί για να παρέχει ευκαιρίες στους παραγωγούς που είναι διαθέσιμοι, αλλά δεν έχουν επιλεγεί από τον προγραμματισμό της αγοράς μίας ημέρας μπροστά. Αυτοί μπορούν να αλλάξουν τις προσφορές τους για χρήση στην αγορά πραγματικού χρόνου, αλλιώς οι αρχικές προσφορές τους στην αγορά μίας ημέρας μπροστά παραμένουν σε ισχύ.

Διαδικασία πλειοδοσίας.

Ένας καλός εμπορικός μηχανισμός αποτελεί βασική προϋπόθεση για την επιτυχία της αγοράς, όμως η ολιγοπωλιακή φύση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας μειώνει σημαντικά την αποτελεσματικότητα της αγοράς. Σε μία αγορά ολιγοπωλίου, διάφοροι παραγωγοί ανταγωνίζονται να κερδίσουν ένα μερίδιο της αγοράς και πλειοδοτούν για να παρέχουν ηλεκτρισμό στους καταναλωτές. Στη μορφή που έχουν οι τρέχουσες αγορές ηλεκτρικής ενέργειας, είτε κάνει προσφορές η μία μόνο πλευρά (παραγωγοί) είτε κάνουν προσφορές και οι δύο πλευρές ενδιαφερομένων (παραγωγοί και καταναλωτές). Ανεξάρτητα από το αν κάνει προσφορές η μία μόνο πλευρά ή και οι δύο πλευρές, οι παραγωγοί δεν γνωρίζουν το τρέχον επίπεδο ζήτησης και οι καταναλωτές δεν γνωρίζουν το τρέχον διαθέσιμο επίπεδο ονομαστικής ισχύος των παραγωγών. Το γεγονός αυτό προκαλεί επιπλοκές και αβεβαιότητες στις προσφορές των αγοραστών και των πωλητών. Επιπλέον, οι αγορές πλειστηριασμού ηλεκτρικής ενέργειας μπορούν να δημοπρατούν ταυτόχρονα περισσότερα από ένα προϊόντα, π.χ. ενέργεια σε πραγματικό χρόνο, λειτουργική εφεδρεία και άλλα προϊόντα βοηθητικών υπηρεσιών.

Υπάρχουν δύο μορφές πλειοδοσίας που ακολουθούνται από τους παραγωγούς: (1) Προσφορές για συνολική παραγωγή (block-generation). (2) Πλειστηριασμός με σφραγισμένες προσφορές. Στην πρώτη περίπτωση, το ποσοστό του φορτίου που ελπίζει να εξυπηρετήσει ο παραγωγός, εξαρτάται από την εκτίμηση του κόστους παραγωγής, από τις πρόσκαιρες εκτιμήσεις για τη μεταβολή του φορτίου, από τα κόστη ένταξης των μονάδων και από άλλους εμπορικούς παράγοντες. Στη δεύτερη

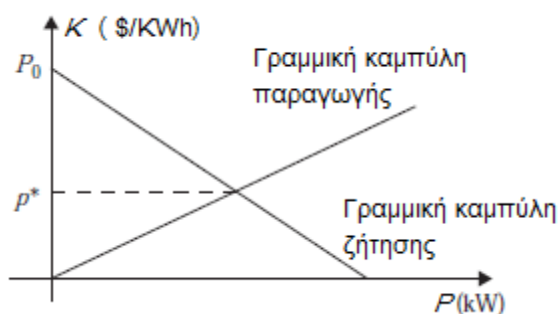
περίπτωση, οι παραγωγοί υποβάλλουν την ανταγωνιστική προσφορά τους στον διαχειριστή του πλειστηριασμού για την τροφοδοσία του φορτίου που έχει προβλεφθεί από αυτόν. Σκοπός του κάθε παραγωγού είναι να μεγιστοποιήσει το κέρδος του, ενώ αντιθέτως ο διαχειριστής του πλειστηριασμού χρησιμοποιεί μια στρατηγική προγραμματισμού που ελαχιστοποιεί το κόστος για τον καταναλωτή.

Κανόνες καθορισμού της MCP.

Υπάρχουν τρεις σημαντικοί κανόνες καθορισμού τιμών στους πλειστηριασμούς ηλεκτρικής ενέργειας, όμως μόνο οι δύο χρησιμοποιούνται στις αγορές πραγματικού χρόνου: (1) Κανόνες ομοιόμορφης ή μοναδικής τιμής εκκαθάρισης. (2) Κανόνες εκκαθάρισης διακριτικής τιμής ή πληρωμής σύμφωνα με την τιμή προσφοράς. Η πρώτη περίπτωση είναι πολύ συνηθισμένη στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας. Σε αυτήν την περίπτωση, οι παραγωγοί-πωλητές θα λάβουν την MCP για την παροχή της ηλεκτρικής τους ενέργειας ακόμα και αν προσέφεραν χαμηλότερη τιμή και όλοι οι καταναλωτές θα πληρώσουν την MCP ακόμα και αν έχουν προσφέρει υψηλότερη τιμή. Η φιλοσοφία πίσω από έναν τέτοιο πλειοδοτικό μηχανισμό είναι ότι όσοι καταθέτουν προσφορά για να πουλήσουν ηλεκτρική ενέργεια θα πληρωθούν με το οριακό κόστος αυτής της ηλεκτρικής ενέργειας. Στη δεύτερη περίπτωση, ο κάθε συμμετέχοντας που έχει πλειοδοτήσει σε μία προσφορά πληρώνει ή πληρώνεται στην τιμή της προσφοράς του. Σε αυτό το σύστημα, οι προσφορές γίνονται εκτιμώντας την τιμή αποκοπής (cut-off) (η μεγαλύτερη τιμή πάνω από την οποία απορρίπτονται οι προσφορές), δηλαδή εδώ το σύστημα δεν βασίζεται στο οριακό κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας. Η εκτίμηση γίνεται αξιοποιώντας τα αποτελέσματα των ωριαίων προσφορών (24/ημέρα). Το μειονέκτημα αυτής της διαδικασίας είναι ότι κάποιες εταιρίες χαμηλότερου κόστους εκτιμούν λάθος και προσφέρουν πάνω από την τιμή αποκοπής. Έτσι, κάποιες εταιρίες υψηλού κόστους παράγουν και δεν παράγουν εταιρίες χαμηλού κόστους. Με αυτόν τον τρόπο το κόστος παραγωγής αυξάνεται πάνω από το κόστος εκκαθάρισης της αγοράς. Αυτό το σύστημα αναμένεται να αύξησει το συνολικό κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και έτσι είναι λιγότερο αποτελεσματικό από το σύστημα ομοιόμορφου καθορισμού της τιμής. Με την αναδιοργάνωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας έγινε αυθόρμητη επιλογή του συστήματος ομοιόμορφου καθορισμού της τιμής, γιατί πιστεύεται ότι προσφέρει τα κίνητρα στους παραγωγούς να αποκαλύψουν το πραγματικό τους κόστος.

Καθορισμός της MCP.

Η MCP είναι η χαμηλότερη τιμή η οποία λαμβάνεται από την τομή των καμπυλών προσφοράς αθροιστικής παραγωγής και ζήτησης. Στο Σχ. 6.1 δείχνεται αυτή η



Σχ. 6.1 Γραμμικές καμπύλες προσφορών παραγωγής και ζήτησης.

τομή για γραμμικές καμπύλες προσφορών παραγωγής και ζήτησης. Σε αυτήν την τιμή και οι παραγωγοί αλλά και οι καταναλωτές είναι ικανοποιημένοι και παρέχεται αρκετή ηλεκτρική ενέργεια από τις αποδεκτές προσφορές πώλησης των παραγωγών για να ικανοποιούνται όλες οι αποδεκτές προσφορές αγοράς. Οι προσφορές πώλησης συνήθως κατατάσσονται από την χαμηλότερη προσφερόμενη τιμή προς την υψηλότερη και ακριβώς αντίθετα οι προσφορές αγοράς. Στην MCP, οι συνολικές προσφορές αγοράς είναι ίσες με τις συνολικές προσφορές πώλησης.

6.8 ΕΠΙΠΛΟΚΕΣ ΣΤΗΝ ΑΓΟΡΑ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ

Οι στρατηγικές προσφορών που ακολουθούνται από τις εταιρείες παραγωγής ενέργειας με στόχο τη μεγιστοποίηση των κερδών τους επιτρέπουν την άσκηση εξουσίας στην αγορά. Εξουσία στην αγορά είναι η δύναμη που έχουν οι συμμετέχοντες στην αγορά να την χειραγωγούν για το δικό τους όφελος. Κάποιοι λόγοι που επιτρέπουν την άσκηση εξουσίας στην αγορά είναι η συμφόρηση στην μεταφορά, οι συμμετέχοντες στην αγορά και η δομή της αγοράς.

Η **συμφόρηση** είναι συνηθισμένη στα συστήματα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας και η λειτουργία του μικροδίκτυου ανακουφίζει το πρόβλημα της συμφόρησης. Επίσης το πρόβλημα το περιορίζει ο προγραμματισμός της παραγωγής στην αγορά μίας ημέρας μπροστά, όμως μία μεγάλη εταιρεία μπορεί εύκολα να χειραγωγήσει τις τιμές της ενέργειας που έχουν οριστεί μακριά από το οριακό κόστος της.

Στην αγορά του μικροδίκτυου **συμμετέχουν** συμβατικές μονάδες παραγωγής (μικροστρόβιλοι, κυψέλες καυσίμου) αλλά και ΑΠΕ (Α/Γ, Φ/Β). Λόγω της ευμετάβλητης συμπεριφοράς των ΑΠΕ, **η δομή και οι κανόνες της αγοράς** είναι επίσης σημαντικές αιτίες για κάποιου είδους άσκησης εξουσίας στην αγορά, όπως διαφαίνεται από το είδος μηχανισμού τιμολόγησης – μοναδικής τιμής εκκαθάρισης ή πληρωμής σύμφωνα με την τιμή προσφοράς. Οι πιθανότητες αστάθειας της

αγοράς στην αγορά του μικροδίκτυου είναι σχεδόν μηδενικές. Μολονότι η απόλυτη ταύτιση μεταξύ της παραγωγής και της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας είναι σχεδόν απίθανη, αυτή η διαφορά μπορεί εύκολα να καλυφθεί από τις συσκευές αποθήκευσης. Οι εκπομπές CO_2 μας κινητοποιούν για να αλλάξουμε τον τρόπο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τη χρήση ορυκτών καυσίμων σε ΑΠΕ. Σε αυτή τη περίπτωση, το σύστημα παραγωγής με μικροδίκτυο πλεονεκτεί απέναντι στο συμβατικό σύστημα. Η φορολόγηση των εκπομπών CO_2 θα ενθαρρύνει έμμεσα την ανάπτυξη των μικροδίκτυων.

6.9 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η εφαρμογή των συστημάτων ελέγχου και διαχείρισης του μικροδίκτυου πρέπει να γίνει μέσω ενός πολύπλοκου δικτύου από τις πιο σύγχρονες ευφυείς ηλεκτρονικές συσκευές, διασυνδεδεμένες με SCADA και μεγάλης ταχύτητας επικοινωνιακά κανάλια. Ο CC των μικροδίκτυων πρέπει να εκτελεί εργασίες όπως η ενεργειακή διαχείριση, διαχείριση των εφεδρικών υπηρεσιών, συντονισμός προστασίας και μετρήσεων, συντονισμός γειώσεων και συντονισμός διακοπτικών λειτουργιών με τις μονάδες EMM και PCM. Η συνολική λειτουργία αυτών των μονάδων εξαρτάται από τις υψηλής ταχύτητας επικοινωνίες και τη διαλειτουργικότητα μεταξύ των συσκευών. Γι αυτό η ανάπτυξη προτύπων επικοινωνιών για τον αυτοματισμό υποσταθμών μικροπαραγωγών με SCADA θα έχει τεράστια σημασία στη σχεδίαση, ανάπτυξη και εφαρμογή των EMM και PCM στα μικροδίκτυα και τα ενεργά δίκτυα διανομής. Επίσης πρότυπα πρωτόκολλα επικοινωνιών θα βοηθήσουν στην ενσωμάτωση πολλών μικροδίκτυων για το σχηματισμό πάρκων που θα παρέχουν ποιοτική ισχύ.

Έχει εξεταστεί και έχει βρεθεί από τις ηλεκτρικές εταιρίες και τα κυβερνητικά ρυθμιστικά όργανα, ότι με τα μικροδίκτυα γίνεται αποτελεσματική η εγκατάσταση γεννητριών μικρής κλίμακας κοντά στους καταναλωτές. Τα μικροδίκτυα έχουν τη δυνατότητα να συνυπάρξουν με τα ήδη υπάρχοντα δίκτυα ως μία ενιαία ομάδα φορτίων, έχοντας και την απαραίτητη ανταλλαγή ισχύος από και προς το τοπικό δίκτυο διανομής. Τα μικροδίκτυα μπορούν να εξασκούν ολοκληρωμένο έλεγχο με το τοπικό δίκτυο διανομής για να εξασφαλίζουν ισορροπία ισχύος, έλεγχο τάσης και συχνότητας, αξιοπιστία στην παροχή ηλεκτρικής ενέργειας και ποιότητα ισχύος. Τα τεχνικά και ρυθμιστικά ζητήματα, που αφορούν την ενσωμάτωση των μικροδίκτυων στα υπάρχοντα ΣΗΕ, πρέπει να επιλυθούν σύμφωνα με το νομοθετικό πλαίσιο κάθε χώρας. Πρέπει να χρησιμοποιηθεί με κατάλληλο τρόπο η ποικιλία των διαθέσιμων γεννητριών, ώστε να εξυπηρετείται ικανοποιητικά η ζήτηση, επιτρέποντας παράλληλα την αυτόνομη λειτουργία του μικροδίκτυου,

όποτε αυτό είναι απαραίτητο. Αυτή τη στιγμή σαν μονάδες ΔΠ για μικροδίκτυα χρησιμοποιούνται μονάδες micro-CHP, Φ/Β και μπαταρίες αποθήκευσης. Ένα μέρος των οικιακών μονάδων micro-CHP μπορούν να αντικατασταθούν από κυψέλες καυσίμου, όταν θα είναι διαθέσιμες στο εμπόριο ως οικιακές CHP γεννήτριες.

Οικονομικές αναλύσεις των μικροδίκτυων, υπό τα ισχύοντα οικονομικά και ρυθμιστικά πλαίσια για τη ΔΠ, αποδεικνύουν ότι τα μικροδίκτυα μπορούν να συνεισφέρουν ένα σημαντικό ποσοστό της ενεργειακής ζήτησης με αρκετά οικονομικά οφέλη. Τα βραχυχρόνια οφέλη των μικροδίκτυων ισχύουν και στις μακροχρόνιες προοπτικές με μεγαλύτερες πιθανότητες. Τα μικροδίκτυα μπορούν άμεσα να διευκολύνουν την εφαρμογή και άλλων πρόσθετων μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας, μειώνοντας την οικιακή και εργασιακή ζήτηση ενέργειας και την εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου, σύμφωνα με τις προσαγές της συνθήκης του Κιότο. Βασικά συμπεραίνεται ότι τα μικροδίκτυα έχουν τη δυναμική να συνεισφέρουν αποφασιστικά στη μείωση των εκπεμπόμενων αερίων του θερμοκηπίου από τα κτίρια, υποκείμενα στις αναγκαίες αλλαγές στην αγορά της ηλεκτρικής ενέργειας και στη ρυθμιστική δομή της.