



## Ο μετασχηματισμός των δικτύων διανομής ηλεκτρικής ενέργειας

Νίκος Χατζηαργυρίου,  
Πρόεδρος και Διευθύνων Σύμβουλος ΔΕΔΔΗΕ

### Νέες προκλήσεις για τα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας

Το 1882 στις ΗΠΑ, ο Τόμας Έντισον έθεσε σε λειτουργία ένα σύστημα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας με την κατασκευή μονάδας παραγωγής επί της Οδού Pearl, η οποία προμήθευε 59 πελάτες στο άνω τμήμα του Μανχάταν με συνεχές ρεύμα, τάσης 110 volt. Πρόκειται για το πρώτο, στοιχειώδες σύστημα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, το οποίο ωστόσο διαμόρφωσε το κύριο μοντέλο λειτουργίας των συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας και ισχύει ακόμα και σήμερα, εκατό και πλέον χρόνια από εκείνο το πρώτο εγχείρημα. Όλο αυτό το διάστημα, τα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας λειτουργούν με μια συγκεντρωτική δομή μεταφέροντας την ενέργεια που παράγεται στους μεγάλους σταθμούς παραγωγής στους βιομηχανικούς και οικιακούς καταναλωτές μέσω γραμμών μεταφοράς υψηλής τάσης και γραμμών διανομής μέσης και χαμηλής τάσης. Αυτού του είδους η *οργάνωση εδραιώθηκε χάρη στις "οικονομίες κλίμακας" που προσφέρει, μέσω της συγκέντρωσης της παραγωγής ενέργειας στα σημεία που διατίθενται οι πρωτογενείς ενεργειακοί πόροι, όπως είναι ο άνθρακας και τα μεγάλα ποτάμια.*

Είναι γεγονός ότι αυτή η παραδοσιακή μορφή οργάνωσης υπηρέτησε άριστα τις ενεργειακές ανάγκες της κοινωνίας για πολλά χρόνια, ωστόσο τα δεδομένα και οι απαιτήσεις έχουν σταδιακά αλλάξει. Ποια είναι τα νέα δεδομένα;

- Η ανάγκη αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής, όπως άλλωστε καταδεικνύουν τα σοβαρότατα κλιματικά φαινόμενα, επιβάλλει τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα που οφείλονται στην θερμική παραγωγή ενέργειας.
- Η αυξανόμενη ανάγκη των βιομηχανικών και οικιακών πελατών για αξιόπιστη και υψηλής ποιότητας ηλεκτρική ενέργεια προσαρμοσμένης στις απαιτήσεις της "ψηφιακής" οικονομίας.
- Η ανάγκη ενίσχυσης ή και αντικατάστασης των «γηρασμένων» υποδομών παραγωγής, μεταφοράς και διανομής του συστήματος ενέργειας, η οποία συνεπάγεται μεγάλα κόστη.



- Η πρόοδος των τεχνολογιών της διεσπαρμένης παραγωγής και των συστημάτων πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών, που προσφέρουν ευκαιρίες μείωσης κόστους και δραστικού μετασχηματισμού των ενεργειακών συστημάτων.

Την ίδια στιγμή αμφισβητείται η βασική φιλοσοφία της ανάπτυξης του συστήματος με βασικά χαρακτηριστικά την συγκεντρωμένη παραγωγή και τις μεγάλες γραμμές μεταφοράς λόγω των οικονομικών κλίμακας. Η σημαντική εξάπλωση της διεσπαρμένης παραγωγής, κυρίως μέσω ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, που έχει τη δυνατότητα να λειτουργεί σε μεγάλη γεωγραφική διασπορά, όπου διατίθενται ανεξάντλητοι ενεργειακοί πόροι (άνεμος, ήλιος, κλπ), καθώς και η δυνατότητα των καταναλωτών να επιλέγουν πιο "καθαρές" και ευέλικτες ενεργειακές λύσεις, συνθέτουν μια εναλλακτική φιλοσοφία ανάπτυξης και λειτουργίας των σύγχρονων συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτή η φιλοσοφία πρέπει να μελετηθεί προσεκτικά, ώστε να αξιολογηθεί σε ποιο βαθμό μπορεί να συνεισφέρει στην κάλυψη των ενεργειακών αναγκών μας με περισσότερο οικονομικό και αποδοτικό τρόπο.

### **Ενεργοί καταναλωτές**

Την αρχική ώθηση στην εγκατάσταση και λειτουργία μονάδων διεσπαρμένης παραγωγής έδωσαν τα ελκυστικά οικονομικά κίνητρα που δόθηκαν στις περισσότερες χώρες της Ευρώπης, όπως οι εγγυημένες σταθερές τιμές πώλησης της παραγόμενης ενέργειας (feed-in tariffs), φορολογικά κίνητρα, κλπ. Μετά την αρχική διεύδυση σε αρκετές χώρες, τα κίνητρα αυτά έχουν εξορθολογιστεί ή αντικατασταθεί σταδιακά από άλλα μέτρα, όπως το σύστημα ενεργειακού συμψηφισμού «net-metering» που αποσκοπεί στην προώθηση της αυτοκατανάλωσης της ενέργειας που παράγεται από τις τοπικές μονάδες παραγωγής και την τροφοδότηση του δικτύου με την πλεονάζουσα - μη καταναλισκόμενη τοπικά ενέργεια. Ωστόσο, χάρη στη ραγδαία μείωση του κόστους κεφαλαίου για τα συστήματα διεσπαρμένης παραγωγής, ιδίως για τα φωτοβολταϊκά συστήματα, η ανάπτυξη της διεσπαρμένης παραγωγής αναμένεται να συνεχιστεί, ακόμα και χωρίς ιδιαίτερες επιδοτήσεις ή άλλα κίνητρα. Η τοπική αποθήκευση της ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές, τάση η οποία αναμένεται να αυξηθεί σημαντικά με τη σταδιακή μείωση του κόστους των συσσωρευτών (μπαταριών) και την διάδοση της χρήσης των ηλεκτρικών οχημάτων, αποτελεί μία ακόμη τεχνολογική επιλογή, η οποία μπορεί να προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα στην λειτουργία του δικτύου διανομής. Με την βοήθεια των τεχνολογιών αυτών οι πελάτες, βιομηχανικοί και οικιακοί, είναι πλέον σε θέση να είναι ταυτόχρονα και καταναλωτές (consumers) και παραγωγοί (producers), ένας ρόλος που είναι γνωστός ως «prosumer». Με την βοήθεια των έξυπνων μετρητών, οι prosumers μπορούν να πληροφορούνται άμεσα για το κόστος της ενέργειας που καταναλώνουν και δεδομένων κάποιων κινήτρων, να συμμετέχουν ενεργά στην



αύξηση της αποδοτικότητας του δικτύου, στην μείωση του λειτουργικού τους κόστους και στην υιοθέτηση ενεργειακών συμπεριφορών φιλικών προς το περιβάλλον. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το μοντέλο κτηρίων με μηδενική κατανάλωση ενέργειας (Zero-Net-Energy), δηλαδή κτήρια των οποίων η ενεργειακή κατανάλωση εξισορροπείται σε κάποιο βάθος χρόνου με την παραγωγή ενέργειας από τις δικές του μονάδες. Αυτό το μοντέλο είναι σήμερα ευρέως αποδεκτό και υπάρχει σημαντικό ενδιαφέρον για την ευρεία εφαρμογή του, όπως φαίνεται και σε προδιαγραφές ανέγερσης νέων κτηρίων σε διάφορες χώρες.

Οι εξελίξεις αυτές αποτυπώνονται καθαρά στις πρόσφατες προτάσεις της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για την τροποποίηση των κανόνων της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας με τίτλο “Clean Energy for All”, γνωστό και ως Winter package.

Σύμφωνα με αυτές, η αγορά ηλεκτρικής ενέργειας την επόμενη δεκαετία:

- ι) θα χαρακτηριστεί από ευέλικτη αποκεντρωμένη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας
- ιι) θα δώσει τη δυνατότητα στους καταναλωτές ηλεκτρικής ενέργειας να μειώσουν τους λογαριασμούς ηλεκτρικού ρεύματος μέσω της συμμετοχής τους στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας (π.χ. μέσω της διαχείρισης της ζήτησης), της αυτοπαραγωγής και ιδιοκατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και την αποθήκευση αυτής.

## Ενεργειακές Κοινότητες

Ιδιαίτερη μνεία γίνεται στο Winter Package στις ενεργειακές κοινότητες. Πρόκειται για συνεταιρισμούς και άλλες πρωτοβουλίες τοπικών κοινωνιών, που στοχεύουν στην προώθηση της παραγωγής και κατανάλωσης ενέργειας κυρίως από ανανεώσιμες πηγές και την εξοικονόμηση ενέργειας. Οι πρωτοβουλίες τοπικών κοινωνιών για τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας δεν αποτελούν νέο φαινόμενο στην Ευρώπη (στην Ολλανδία ενεργειακές κοινότητες αιολικής ενέργειας εμφανίστηκαν από τη δεκαετία του 1980, στη Γερμανία υπάρχουν πάνω από έναν αιώνα, στη Δανία λειτουργούν ήδη από τη δεκαετία του 1970 (εποχή της πετρελαϊκής κρίσης) περιφερειακά δίκτυα θέρμανσης και συνεταιρισμοί παραγωγής αιολικής ενέργειας), ωστόσο τα τελευταία χρόνια παρατηρείται αξιοσημείωτη αύξηση ανάλογων δραστηριοτήτων.

Συγκεκριμένα:

- Στην Ολλανδία, εκτός από τους παραδοσιακούς συνεταιρισμούς παραγωγής αιολικής ενέργειας, υπάρχουν σήμερα πάνω από 200 πρωτοβουλίες πολιτών σε τοπικό επίπεδο με αντικείμενο την ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές, συμπεριλαμβανομένων και 55 εγγεγραμμένων ενεργειακών συνεταιρισμών,
- Στη Γερμανία υπάρχουν πάνω από 650 «Stadtwerke» (τοπικές εταιρείες θέρμανσης και ηλεκτρισμού) με δικές τους εγκαταστάσεις παραγωγής που διαθέτουν ΦΒ συστήματα σε στέγες σε δημόσια κτήρια και τοπικά δίκτυα θέρμανσης με καύση βιομάζας. Πολλές από αυτές αποτελούν πρότυπα ενεργού συμμετοχής πολιτών και συνεργασίας μεταξύ πολιτών και τοπικών κυβερνήσεων.

- Στη Δανία, μεταξύ των πρωτοβουλιών πολιτών περιλαμβάνονται εκατοντάδες ενεργειακοί συνεταιρισμοί που λειτουργούν τοπικά δίκτυα θέρμανσης σε συνδυασμό με παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε αγροτικές αλλά και αστικές περιοχές. Επιπλέον, υπάρχουν περίπου 100 ενεργοί συνεταιρισμοί παραγωγής αιολικής ενέργειας, με τα τρία τέταρτα των ανεμογεννητριών της χώρας να ανήκουν σε τοπικές μονάδες.

Παρά το γεγονός ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ενεργειακών συνεταιρισμών όσον αφορά τα οικονομικά κίνητρα, τις σχέσεις τους με την πολιτεία, τις σχέσεις με τοπικές κοινωνίες, τους στόχους και προτεραιότητες τους, σε όλους δίνεται έμφαση σε θέματα περιβαλλοντικής προστασίας, στην ενεργειακή αυτάρκεια του πολίτη, στην ενεργό συμμετοχή και στην ενδυνάμωση της ενεργειακής αυτονομίας. Σε γενικότερο επίπεδο αναγνωρίζονται οι ευκαιρίες για μείωση του κόστους της ενέργειας, της αξιοποίησης των διεσπαρμένων ενεργειακών πόρων, συμπεριλαμβανομένων των δυνατοτήτων τους να παρέχουν βοηθητικές υπηρεσίες στο γενικότερο σύστημα ενέργειας και η αύξηση της αξιοπιστίας της παροχής ενέργειας χάρη στην λειτουργία πολλών μικρών παρόχων που αντιπροσωπεύουν ομάδες πελατών, γνωστών ως aggregators.

Οι ενεργειακές πλατφόρμες P2P (Peer to Peer) προχωρούν ένα βήμα μπροστά, με σκοπό να δώσουν τη δυνατότητα στους καταναλωτές να καταχωρούν και να αγοράζουν απευθείας προϊόντα και υπηρεσίες. Για παράδειγμα, η ολλανδική εταιρεία Vandebroen («από την πηγή») δημιούργησε μια πλατφόρμα που δίνει τη δυνατότητα στους ενδιαφερόμενους να αγοράζουν ηλεκτρική ενέργεια απευθείας από κάποιον τοπικό παραγωγό που διαθέτει το πλεόνασμα της παραγωγής του από φωτοβολταϊκά ή από εγκαταστάσεις παραγωγής από βιοαέριο. Ο σχετικός ιστότοπος φιλοξενεί πλήθος παραγωγών με φωτογραφίες και σύντομη περιγραφή των εγκαταστάσεων τους, καθώς και τις προσφερόμενες τιμές, δίνοντας τη δυνατότητα στους καταναλωτές να επιλέξουν όποιον παραγωγό επιθυμούν. Σε ένα άλλο παράδειγμα, η εταιρεία Mosaic με έδρα την Καλιφόρνια, προσφέρει σε ιδιώτες μικροεπενδυτές μια πλατφόρμα δανεισμού P2P για τη χρηματοδότηση έργων παραγωγής από ΑΠΕ, π.χ. από Φωτοβολταϊκά σε στέγες σχολείων. Οι επενδυτές μοιράζονται τα έσοδα από την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας και τα συμψηφίζουν με τις χρεώσεις στους λογαριασμούς κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος. Αυτού του είδους αποκεντρωμένες αγορές προϊόντων από διεσπαρμένους ενεργειακούς πόρους, προσφέρουν νέα μοντέλα και ευκαιρίες οικονομικής ανάπτυξης και τεράστιες δυνατότητες εξέλιξης του τομέα ενέργειας σε μια ευρεία πλατφόρμα συμμετοχικής οικονομίας.

## **Ο νέος ρόλος των Διαχειριστών Διανομής Ενέργειας**

Ο ενεργειακός συμψηφισμός («net-metering»), τα κτήρια μηδενικής ενέργειας («Zero Energy buildings»), οι ενεργειακές κοινότητες συμβάλλουν όντως στη μείωση



της εκμετάλλευσης των υποδομών μεταφοράς και διανομής ενέργειας, ωστόσο βασίζονται στα δίκτυα για να καλύψουν τις ενεργειακές ανάγκες σε περιπτώσεις μη επαρκούς παραγόμενης ενέργειας, όπως και για την εξαγωγή της περίσσειας παραγόμενης ενέργειας. Η τοπική παραγωγή από διεσπαρμένους ενεργειακούς πόρους ενδέχεται να αντισταθμίσει εξ ολοκλήρου την αντίστοιχη κατανάλωση ενέργειας σε ετήσια βάση, ωστόσο αυτό δεν ισχύει για μικρότερες χρονικές περιόδους, όπως για ώρες, ημέρες ή εβδομάδες, κατά τις οποίες η παραγωγή από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ελλείπει ή δεν επαρκεί και απαιτείται ενέργεια από το δίκτυο για την κάλυψη των αναγκών. Και ας μην ξεχνάμε ότι τα δίκτυα σχεδιάζονται και κατασκευάζονται για να εξυπηρετήσουν με ασφάλεια τις μέγιστες ενεργειακές ανάγκες, ανεξάρτητα από πόσες φορές χρησιμοποιούνται. Έτσι, τα δίκτυα διανομής αποτελούν σήμερα αναγκαίες στρατηγικές υποδομές υψίστης σημασίας και διαδραματίζουν κομβικό ρόλο στην μετάβαση του συστήματος ενέργειας στο νέο αποκεντρωμένο μοντέλο λειτουργίας. Για την εκπλήρωση αυτού του σκοπού με την αποδοτική εκμετάλλευση των διεσπαρμένων ενεργειακών πηγών και των ενεργών καταναλωτών απαιτούνται επενδύσεις για την μετατροπή των δικτύων διανομής σε έξυπνα δίκτυα. Οι επενδύσεις αυτές στον "ευφυή" έλεγχο του δικτύου αποτελούν επενδύσεις υψηλής απόδοσης, δεδομένου ότι μπορούν αποδεδειγμένα να εξοικονομήσουν πόρους από την επέκταση και αναβαθμίσεις των υποδομών δικτύου, προσφέροντας παράλληλα υψηλότερη ενεργειακή απόδοση, μεγαλύτερη αξιοπιστία και καλλίτερη εξυπηρέτηση του καταναλωτή.

Παράλληλα με τις υποδομές, σε αυτό το διαρκώς μεταβαλλόμενο περιβάλλον, αλλάζει σταδιακά και ο ρόλος των Διαχειριστών Διανομής. Οι Διαχειριστές αποτελούν ήδη σήμερα βασικούς ανεξάρτητους παράγοντες στην λειτουργία της αγοράς, οι οποίοι αλληλεπιδρούν με τους πελάτες λιανικής, τους παρόχους ενέργειας και τον Διαχειριστή του Συστήματος Μεταφοράς. Πέρα από τον παραδοσιακό αυτό ρόλο, οι διαχειριστές καλούνται τώρα να ενσωματώσουν αποδοτικά στα δίκτυα τους ένα αυξανόμενο πλήθος διεσπαρμένων πηγών ενέργειας, ενεργών καταναλωτών, aggregators, νέων τύπων φορτίων, όπως ηλεκτρικά αυτοκίνητα, τοπικές μονάδες αποθήκευσης, κλπ. Έχουν να διαχειριστούν ένα τεράστιο πλήθος δεδομένων που προέρχονται από εκατομμύρια έξυπνους μετρητές και χιλιάδες αισθητήρες εγκατεστημένους στο δίκτυο. Ο Διαχειριστής Διανομής αναλαμβάνει σταδιακά και τον ρόλο παρόχου και λειτουργού μιας πλατφόρμας διανομής ενέργειας, η οποία όχι μόνο αξιοποιεί τους διεσπαρμένους ενεργειακούς πόρους στο σχεδιασμό και την λειτουργία του συστήματος διανομής, αλλά μπορεί να προσφέρει ένα ευέλικτο μέσο διάθεσης νέων ενεργειακών προϊόντων και υπηρεσιών με στόχο τη βελτίωση της γενικής απόδοσης του συστήματος και την καλύτερη εξυπηρέτηση των αναγκών των πολιτών. Οι ιδέες αυτές δεν παραπέμπουν σε κάποιο μακρινό μέλλον, σχετικές εξελίξεις παρατηρούνται ήδη στις ΗΠΑ (π.χ. Νέα Υόρκη) και στην Ευρώπη (π.χ. Ολλανδία). Η εταιρεία Alliander, ένας από τους διαχειριστές που λειτουργούν στην Ολλανδία και εξυπηρετεί το ένα τρίτο των αναγκών της χώρας, έχει θέσει πρόσφατα σε λειτουργία την πλατφόρμα αγοραπωλησιών ενέργειας σε πραγματικό χρόνο, Realtime Energy eXchange (REX). Η πλατφόρμα βασίζεται σε ένα εξειδικευμένο software και συνδέει τον πελάτη, βιομηχανικό και οικιακό, με τις υφιστάμενες



αγορές ενέργειας, προσφέροντας του ελεύθερη επιλογή του χρόνου αγοράς και πώλησης ενέργειας. Η πρακτική αυτή, παρέχει ευκαιρίες μείωσης των τιμολογίων και μεγαλύτερη σταθερότητα τιμών, αφού δίνεται η δυνατότητα στους πελάτες να χρησιμοποιούν την ευελιξία των καταναλώσεων τους, π.χ. μέσω της πλατφόρμας REX, μια εταιρεία μπορεί να αρχίσει να θερμαίνει τους χώρους των γραφείων της, όταν οι τιμές είναι χαμηλότερες, αντί για τις συνήθεις εργάσιμες ώρες όπου η ζήτηση και οι τιμές είναι υψηλότερες. Πρόκειται για ένα πρώτο μεγάλο βήμα για τη μετάβαση στα μελλοντικά συστήματα διανομής. Η εξέλιξη τέτοιων πλατφορμών λειτουργίας διανομής προσφέρει τεράστιες δυνατότητες για δημιουργία νέων αγορών για προϊόντα και υπηρεσίες που λειτουργούν σε όφελος του καταναλωτή ηλεκτρικής ενέργειας, δημιουργούν αξία στο σύστημα και προσφέρουν μεγάλες ευκαιρίες για ανάπτυξη.