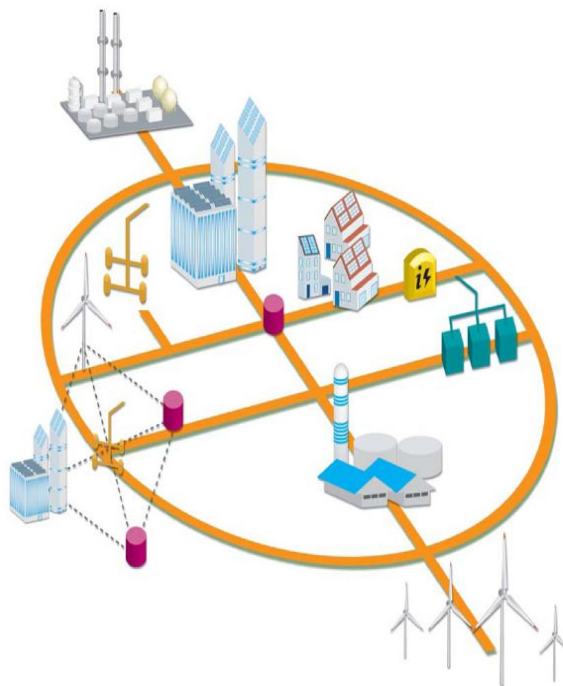


## ΕΞΥΠΝΑ ΔΙΚΤΥΑ ΣΤΑ ΝΗΣΙΑ ΤΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ

Ένα πρωτοποριακό έργο για την βελτίωση της ποιότητας του ρεύματος, την μείωση των τιμολογίων, την εξοικονόμηση ενέργειας, την αύξηση της διείσδυσης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και την υποδοχή ηλεκτρικών αυτοκινήτων στα νησιωτικά ηλεκτρικά συστήματα.

Το πρόγραμμα ΕΞΥΠΝΑ ΔΙΚΤΥΑ εκτελείται από το [Δίκτυο Αειφόρων Νήσων Αιγαίου \(ΔΑΦΝΗ\)](#) και το [Ενεργειακό Γραφείο Αιγαίου](#), σε συνεργασία με τη ΔΕΗ, τη ΡΑΕ και το ΕΜΠ. Η εφαρμογή του θα γίνει στα νησιά Λέσβο, Λήμνο, Σαντορίνη, Μήλο και Κύθνο. Στη Κύθνο μάλιστα είχε προηγηθεί ένα αυτορυθμιζόμενο υβριδικό σύστημα και ένα επιδεικτικό πρόγραμμα σε ένα μικρό οικισμό, εκτός του κυρίως δικτύου που λειτουργούσε με βάση φωτοβολταϊκά στοιχεία και μπαταρίες αποθήκευσης.

Η πρώτη φάση του έργου που περιλαμβάνει την τεχνική μελέτη και τα θεσμικά ζητήματα, χρηματοδοτείται από το πρόγραμμα ELENA της ΕΕ. Το κυρίως έργο μπορεί να αρχίσει να κατασκευάζεται το 2013 και θα στοιχίσει 50 εκ.€.



Η όλη ιδέα ξεκίνησε από το γεγονός ότι στα νησιωτικά συστήματα, τα χαρακτηριστικά των δικτύων και η διαχρονική διακύμανση της ζήτησης (λόγω π.χ. του τουρισμού) δεν επιτρέπουν την πλήρη κατάργηση των σταθμών βάσης που λειτουργούν με συμβατικά καύσιμα (πετρέλαιο) και περιορίζουν τη διείσδυση των ΑΠΕ. Σημειώνεται επίσης, ότι η λειτουργία αυτόνομων νησιωτικών συστημάτων με πολύ υψηλή διείσδυση ΑΠΕ παρουσιάζει σοβαρά τεχνικά ζητήματα, για τα οποία υπάρχει πολύ περιορισμένη εμπειρία, τόσο στην Ελλάδα όσο και διεθνώς. Ενδεικτικά, τα ζητήματα αυτά μπορεί να αφορούν στις διαθέσιμες και κατάλληλες για «εμπορική» εφαρμογή τεχνολογίες αποθήκευσης - ανάλογα με το μέγεθος των εξεταζόμενων συστημάτων - στην τεχνολογία και τις απαιτήσεις ελέγχου των πηγών/σταθμών ΑΠΕ, στις κεντρικές διατάξεις ελέγχου του όλου συστήματος (ρύθμιση συχνότητας και τάσης), στις απαραίτητες παρεμβάσεις στους υφιστάμενους σταθμούς, στον σχεδιασμό και την ανάπτυξη των δικτύων μέσης και χαμηλής τάσης των νησιών (προστασία, συστήματα SCADA, δομή δικτύων), στην ανάπτυξη κατάλληλων αλγορίθμων για την αποδοτική και αξιόπιστη διαχείριση και έλεγχο των συστημάτων, στην ανάπτυξη τεχνικών προδιαγραφών και απαιτήσεων (ίσως και τυποποίησης, για επαναλαμβανόμενη εφαρμογή) για τις επιμέρους διατάξεις και τα συστήματα συνολικά.

Αυτά τα μειονεκτήματα μπορούν εν μέρει να αναιρεθούν είτε με τη διασύνδεση των νησιών με το ηπειρωτικό δίκτυο - με μεγάλο όμως κόστος - είτε με την επιστράτευση συστημάτων αποθήκευσης της ενέργειας όπως είναι η αντλησιοταμίευση, το υδρογόνο κτλ. είτε με την δημιουργία έξυπνων ενεργειακών δικτύων. Τα τελευταία, είναι συστήματα στα οποία μικροεπεξεργαστές και αισθητήρες μεταφέρουν πληροφορίες από πραγματικούς ή εικονικούς καταναλωτές σε υπολογιστικές μονάδες και από κει δίνουν εντολές στα διασυνδεδεμένα υποσυστήματα που λειτουργούν μέσω κατάλληλων αλγορίθμων. Έτσι, μεγάλες μονάδες ισχύος, κυψέλες καυσίμων, εγκαταστάσεις αφαλάτωσης, οικιακές συσκευές και εφεδρικές γεννήτριες, θα μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους σε πραγματικό χρόνο, μειώνοντας τις απώλειες, αυξάνοντας τις αποδόσεις και προσκομίζοντας σημαντικά κέρδη για το περιβάλλον.

Τα νησιωτικά συστήματα προσφέρονται για την εφαρμογή των "έξυπνων δικτύων" για πολλούς και διαφόρους λόγους : Τα συμβατικά δίκτυα είναι πεπαλαιωμένα, έχουν προβλήματα συντήρησης και συχνά δεν επαρκούν για τα φορτία των νησιών, ιδιαίτερα τις περιόδους αιχμής. Επιπλέον, η ζήτηση της ηλεκτρικής ενέργειας δεν είναι σταθερή και παρουσιάζει έντονες διακυμάνσεις ημερήσιες και εποχιακές με αποτέλεσμα την υπερδιαστασιολόγηση των μονάδων, ενώ το κόστος της παραγόμενης ενέργειας είναι υψηλό. Τέλος, οι δυνατότητες διείσδυσης των ΑΠΕ περιορίζονται από τις υπάρχουσες δομές των δικτύων στο 30% της ενεργειακής ζήτησης και έτσι δεν ευνοούνται οι συνδυασμένες και πολλαπλών πηγών εφαρμογές.

Η ανάπτυξη των έξυπνων δικτύων βασίζεται στην παράλληλη ανάπτυξη των τεχνολογιών της πληροφορικής. Πράγματι, σύμφωνα με τον Shannon η διαχείριση της πληροφορίας μειώνει τοπικά την εντροπία και δημιουργεί νέες δομές. Τα σύγχρονα πληροφορικά συστήματα αξιοποιούν τις τεχνικές της ανάδρασης (feed back), των νευρωνικών δικτύων, της ασαφούς λογικής κτλ. στα κέντρα ελέγχου τα οποία μεταφέρουν εντολές προς τελεστές (operators) που με τη σειρά τους εκτελούν δράσεις για τη βελτιστοποίηση των λειτουργιών του συστήματος. Η λήψη μιας απόφασης για το άνοιγμα ή το κλείσιμο ενός διακόπτη μπορεί να επηρεάσει θετικά την κατανάλωση ενέργειας σε μια κατοικία ή σε ένα

κτίριο γραφείων. Στην δυνατότητα αυτή βασίζονται άλλωστε και τα Συστήματα Διαχείρισης Κτιρίων (BMS) όπου οι πληροφορίες ή μητρώα για την επιθυμητή θερμοκρασία, τα επίπεδα φωτισμού, την ποιότητα του αέρα κτλ. μπορούν να θέσουν σε λειτουργία γεννήτριες, κυκλοφορητές και βαλβίδες που θα ρυθμίσουν τις ως άνω παραμέτρους. Όσο πιο πολύπλοκα είναι τα συστήματα, τόσο πιο θεαματικά είναι τα αποτελέσματα από τη σωστή διαχείριση της πληροφορίας για την μείωση π.χ. της ενεργειακής σπατάλης.

Η διαχείριση της ενεργειακής πληροφορίας και των μετα-δεδομένων που την συνοδεύουν μπορεί να αποκτήσει πολύ μεγάλη σημασία στα σύγχρονα συστήματα μεταφοράς της ενέργειας, ιδιαίτερα της ηλεκτρικής. Οι νέες τεχνικές προσομοίωσης, σε συνδυασμό με μία σωστή σημασιολόγηση των πληροφοριών μπορούν να δημιουργήσουν ένα πολύ αποτελεσματικό ενεργειακό σύστημα λήψης αποφάσεων που θα είναι ικανό να προσφέρει πρωτοποριακές υπηρεσίες σε όλους τους χρήστες και καταναλωτές. Επιπλέον, η σχεδίαση της βέλτιστης ενεργειακής δομής-μίγματος κτλ., στο πλαίσιο μιας ελεύθερης παραγωγής και διάθεσης ενέργειας, εξελίσσεται σε ένα ιδιαίτερα σύνθετο πρόβλημα, με ενδιαφέρουσες προεκτάσεις τόσο στην ποιότητα της παρεχόμενης ενέργειας όσο και στη δυνατότητα ταυτόχρονης σύνδεσης σε ένα και το αυτό δίκτυο πολλαπλών πηγών και ειδικά των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ).

Στα σύγχρονα ενεργειακά συστήματα, οι έννοιες της εξοικονόμησης ενέργειας, του αποφευγόμενου κόστους, της παροχής ενεργειακών υπηρεσιών κτλ. αποκτούν διαφορετικό νόημα και συνδέονται τόσο με την νέα αρχιτεκτονική των συστημάτων, όσο και τη συμπεριφορά των χρηστών καταναλωτών. Οι τελευταίοι, από παθητικοί δέκτες ενός εξωτερικού αγαθού, γίνονται οι ίδιοι κύριοι, υπεύθυνοι και μέτοχοι μιας υπηρεσίας που την μοιράζονται μαζί με άλλους και μάλιστα με μια λογική ευέλικτης κατανομής στο χώρο και το χρόνο. Η υπηρεσία, που μπορεί να είναι εξατομικευμένη ή κοινή, πηγάζει από μια συνεχή ανάλυση και επεξεργασία ιστορικών δεδομένων, αναγκών, on line στοιχείων κτλ. και παρέχεται στο χρήστη με τη μορφή επιλογών. Από τη μεριά του, ο πάροχος της υπηρεσίας – της ενέργειας εν προκειμένω – θα πρέπει να έχει την εικόνα και το προφίλ των δυνητικών πελατών. Ο στοχαστικός συσχετισμός και η πολυδιάστατη ανάλυση πληροφοριακών κορμών αποτελούν σήμερα αντικείμενο ερευνητικών εργασιών σε ολόκληρο τον κόσμο (data mining, information retrieval, κ.α). Μια συσχετισμένη χρονο-δυναμική σειρά από ενεργειακές καταναλώσεις (KWh) μπορεί εάν συνδυαστεί με ειδικούς έξυπνους αλγόριθμους να παράγει θεαματικά αποτελέσματα.

Στη βάση όλων των παραπάνω βρίσκεται η διαρκής μέτρηση της κατανάλωσης στο επίπεδο των τελικών χρηστών, η οποία δημιουργεί μια συνεχή ενεργειακή χρονοσειρά με στοχαστικές ή ντετερμινιστικές συνιστώσες, ανάλογα με το είδος της μέτρησης. Όπως λοιπόν το Google κατάφερε να κάνει καθημερινή υπόθεση την αναζήτηση πληροφοριών στο διαδίκτυο βασιζόμενο σε έναν πρωτοποριακό και καινοτομικό αλγόριθμο (pagerank) και όπου με μία απλή αναγωγή (μαθηματικός δυισμός) μεταφέρθηκε ένα πρόβλημα γλώσσας σε μία μαθηματική συνάρτηση (ανάλυση και επεξεργασία ιδιο-τιμών), έτσι και στον ενεργειακό χώρο των πολλαπλών ενδεχομένων, μπορεί, μέσα σ' ένα δαιδαλώδες δίκτυο να προκύψει η καταλληλότερη διαδρομή. Στην πρώτη περίπτωση η έξυπνη αναζήτηση και η αξιολόγηση γίνεται μέσα σε τεράστιες βάσεις αποθηκευμένων ιστοσελίδων (cached crawled pages) ενώ στην δεύτερη περίπτωση μέσα σε τράπεζες ενεργειακών δεδομένων (AMR outputs).

Στην Ευρώπη, από το 2005, άρχισαν ήδη παρόμοια προγράμματα για την μελέτη και ανάλυση Έξυπνων Ενεργειακών Δικτύων (smart grids) με βάση το Internet. Ήδη στην πόλη του Αμβούργου, μία κεντρική υπολογιστική μονάδα μετράει και αναλύει πάνω από 55 μεγάλα ενεργοβόρα κτίρια (Τράπεζες, Υπηρεσίες) και εν συνεχεία υπολογίζει στατιστικά τις γεω-χωρικές ενεργειακές τάσεις, με βάση τις οποίες διαμορφώνεται η συνάρτηση της ζήτησης στην μονάδα του χρόνου.

Μία ανάλογη μεθοδολογία θα μπορούσε να δώσει λύση σε πολλά προβλήματα του Ελληνικού χώρου (καλοκαιρινές αιχμές, ανισοτροπίες του χώρου, σύνδεση στο δίκτυο στοχαστικών πηγών κτλ.). Το πείραμα του Αμβούργου έδειξε ότι κάτι τέτοιο είναι εφικτό αλλά και πολύ αποτελεσματικό, δεδομένου ότι οι αποκεντρωμένες εγκαταστάσεις των ΑΠΕ σχηματίζουν ένα εικονικό εργοστάσιο καταναμημένης ισχύος (virtual power plant), έτοιμο να δράσει. Σε κάθε περίπτωση, η σωστή ανάλυση των μετρούμενων ενεργειακών δεδομένων και η ειδικευμένη πολυδιάστατη επεξεργασία των αποθηκευμένων τιμών οδηγεί με μαθηματική ακρίβεια σε μία σωστή και επιλεγμένη παροχή προσαρμοσμένης ενεργειακής υπηρεσίας (Adaptive Energy Services - AES).

Να σημειώσουμε ακόμη ότι τα έξυπνα δίκτυα μπορούν να υποστηρίξουν ένα μεγάλο στόλο ηλεκτρικών αυτοκινήτων, υπό την προϋπόθεση ότι το μεγαλύτερο ποσοστό της παραγόμενης ενέργειας προέρχεται από ΑΠΕ. Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα φορτίζουν τις μπαταρίες τους όταν το δίκτυο έχει (φτηνή) διαθέσιμη ενέργεια σε ειδικούς κοινόχρηστους σταθμούς, γκαράζ κτλ. ή νοικιάζουν ήδη φορτισμένες μπαταρίες. Σε ορισμένες περιπτώσεις, και εφόσον δεν χρησιμοποιηθούν άμεσα, μπορούν να αποδίδουν και πάλι την ενέργεια στο δίκτυο, όταν υπάρχουν αιχμές και η τιμή του ρεύματος είναι μεγαλύτερη, και έτσι οι ιδιοκτήτες τους να έχουν ένα πρόσθετο έσοδο. Ένα τέτοιο πείραμα σε πραγματική κλίμακα ξεκίνησε στο νησί του Bornholm στη Δανία όπου το ζητούμενο είναι η αιολική ενέργεια μέσω ενός έξυπνου δικτύου να τροφοδοτήσει ένα στόλο 40.000 αυτοκινήτων (πρόγραμμα Edison).

Μια δομή που συνδυάζεται με τα έξυπνα δίκτυα είναι τα μικρο-δίκτυα. Ως μικρο-δίκτυα εννοούνται ενεργειακά συστήματα συνήθως χαμηλής τάσης (κάτω του 1kV) αποτελούμενα από μονάδες διεσπαρμένης παραγωγής με μια συνολική εγκατεστημένη ισχύ της τάξης των μερικών εκατοντάδων kW έως και 2MW σε συνδυασμό με μονάδες αποθήκευσης ενέργειας και συστήματα διαχείρισης του φορτίου. Κύριο γνώρισμα των μικρο-δικτύων είναι ότι αν και λειτουργούν συνήθως διασυνδεδεμένα με το κεντρικό δίκτυο διανομής, μπορούν να μεταβούν σε κατάσταση αυτόνομης λειτουργίας, σε περίπτωση απώλειας της σύνδεσης με το κεντρικό δίκτυο, διατηρώντας σταθερή την παροχή ισχύος σε τοπικό επίπεδο.

Τα μικρο-δίκτυα μολονότι χαρακτηρίζονται από μεγαλύτερο βαθμό πολυπλοκότητας στη λειτουργία τους σε σχέση με τα κλασικά δίκτυα, παρουσιάζουν μια σειρά από τεχνικά και οικονομικά πλεονεκτήματα, το σημαντικότερο εκ των οποίων είναι η βελτίωση της αξιοπιστίας παροχής ενέργειας και της ποιότητας ισχύος λόγω της εγκατάστασης των διανεμημένων μονάδων παραγωγής κοντά στα φορτία. Συγκεκριμένα επιτυγχάνεται μείωση των απωλειών ισχύος, αποφυγή της συμφόρησης σε περιόδους αιχμής φορτίου και δυνατότητα επαναφοράς σε περιπτώσεις διακοπών στο κεντρικό δίκτυο.