



University
of Cyprus



Interreg
Mediterranean



Project co-financed by the European
Regional Development Fund



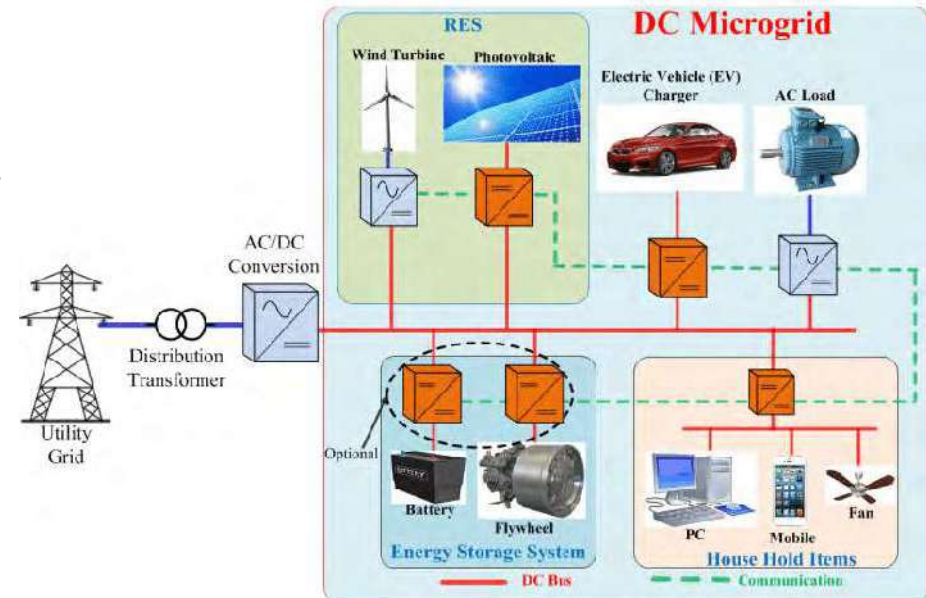
ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΜΙΚΡΟΔΙΚΤΥΩΝ ΚΑΙ Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΤΟΠΙΚΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

Ντίνος Χαραλαμπίδης

PV Technology Laboratory, FOSS, University of Cyprus

Τι είναι το μικροδίκτυο

Πρόκειται για ένα δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας που αποτελείτε από δίκτυα Χαμηλής Τάσης (ΧΤ) με διασπαρμένες πηγές ενέργειας, (μικρογεννήτριες, κύτταρα καυσίμου, φωτοβολταϊκά, κλπ.) συσκευές αποθήκευσης (ηλεκτρικοί συσσωρευτές, σφόνδυλοι) και ελεγχόμενα φορτία.



Αυτά τα συστήματα μπορούν να λειτουργούν είτε συνδεδεμένα με το κεντρικό ηλεκτρικό δίκτυο είτε είναι απομονωμένα από αυτό (νησιδοποίηση). Η λειτουργία μικροσυστημάτων στο δίκτυο μπορεί να αποφέρει οφέλη στη συνολική απόδοση του συστήματος, εάν γίνεται αποτελεσματική διαχείριση και συντονισμός.

Οφέλη μικροδίκτυων;

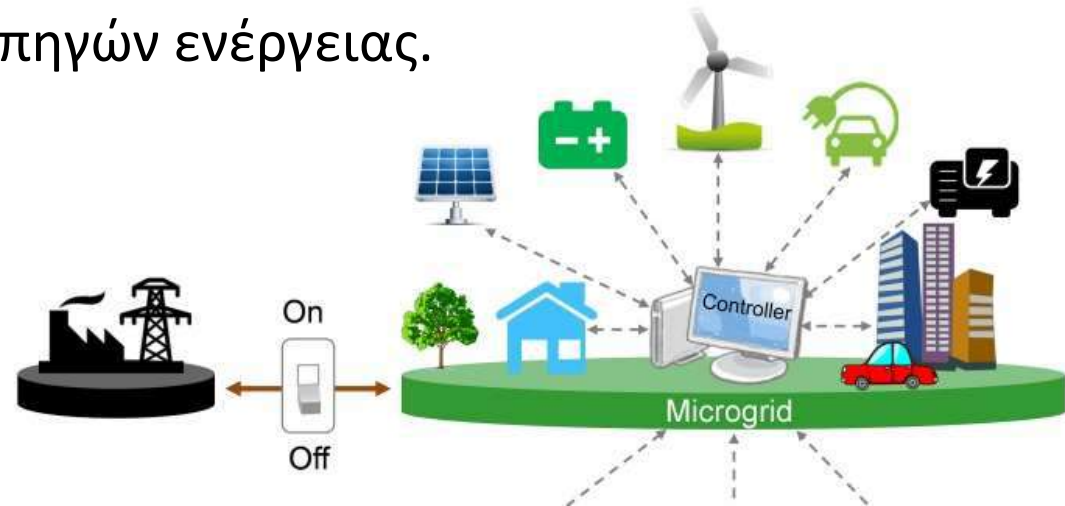
Αξιοπιστία ενέργειας: Επίτευξη ανθεκτικότητας μέσω της ικανότητας νησιδοποίησης από το κεντρικό δίκτυο και αυτάρκειας.

Πρόσβαση στην ενέργεια: Πρόσβαση σε ενέργεια σε λογικό κόστος όταν δεν υπάρχει πρόσβαση στο κεντρικό δίκτυο.

Ενεργειακή ανεξαρτησία: μείωση της κατανάλωσης ορυκτών καυσίμων με την ενσωμάτωση περισσότερων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Βελτιστοποίηση κόστους ενέργειας:

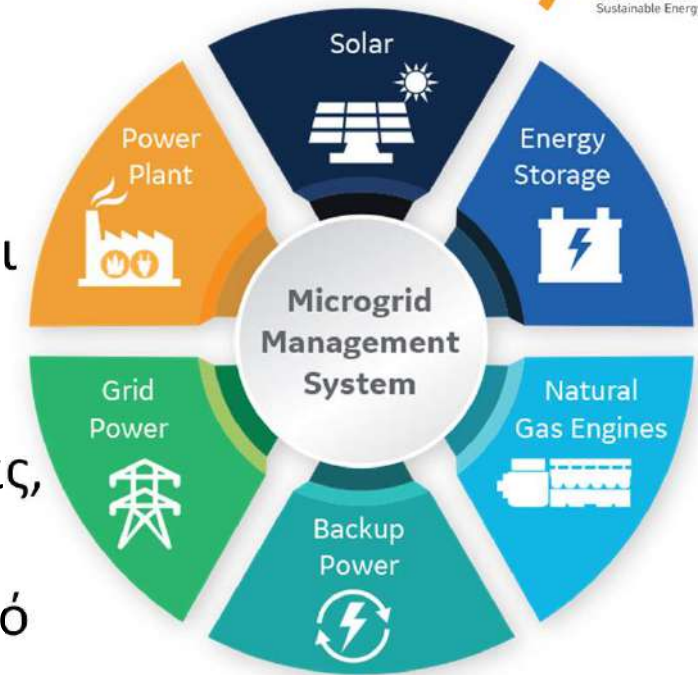
Αξιοποίηση της ενεργειακής ευελιξίας για τη βελτιστοποίηση του ενεργειακού μίγματος και της εξισορρόπησης του δικτύου.



Πώς λειτουργούν τα μικροδίκτυα;

Θα πρέπει να περιλαμβάνουν τρία βασικά στοιχεία:

1. **Τοπικές μονάδες παραγωγής:** για να διασφαλιστεί ότι μπορούν να λειτουργούν ανεξάρτητα σε περίπτωση αποσύνδεσης (φωτοβολταϊκά, ανεμογεννήτριες, συμπαραγωγή, αντλίες θερμότητας, μονάδες βιομάζας, κλπ.). Τα μικροσυστήματα μπορούν να λειτουργούν απομονωμένα από το δίκτυο, αλλά μέχρι στιγμής αυτό συμβαίνει σπάνια στην πράξη.
2. **Σύστημα αποθήκευσης:** Ηλεκτρικοί συσσωρευτές (μπαταρίες), σφόνδυλοι, πυκνωτές μεγάλης χωρητικότητας, υπεραγωγία πηνία, πεπιεσμένος αέρας – αντλίες – υδρογόνο.
3. **Έξυπνο σύστημα διαχείρισης** για τη διασφάλιση της συνεχούς ισορροπίας μεταξύ παραγωγής και ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας.

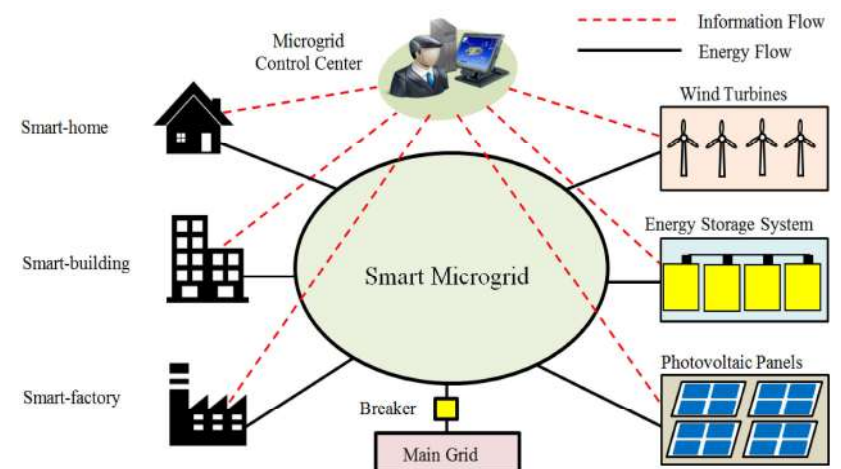


Έξυπνο σύστημα διαχείρισης μικροδικτύων (1/2)

Με τον ίδιο τρόπο όπως τα έξυπνα δίκτυα, τα μικροδίκτυα δεν μεταφέρουν απλά **ενέργεια** - μεταφέρουν επίσης και **πληροφορίες**.

Χρησιμοποιώντας αυτές τις πληροφορίες, τα μικροδίκτυα μπορούν να κάνουν διαχείριση μέσω αυτοματοποιημένων εφαρμογών υπολογιστών που λαμβάνουν υπόψη:

- τις αιχμές της ζήτησης και της παραγωγής.
- τις διατιμήσεις που ποικίλλουν ανάλογα με την ώρα της ημέρας και τις καιρικές συνθήκες.
- την παραγωγική ικανότητα των ανεμογεννητριών, των ηλιακών συλλεκτών και των άλλων μέσων παραγωγής ενέργειας.



Έξυπνο σύστημα διαχείρισης μικροδικτύων (2/2)

Ανάλογα με τις περιστάσεις, αυτές οι εφαρμογές ηλεκτρονικών υπολογιστών μπορούν να αποφασίσουν να αποσυνδέσουν το μικροδίκτυο από το κεντρικό δίκτυο, να αρχίσουν να φορτίζουν ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο ή, αντίθετα, να τροφοδοτούν την ενέργεια των μπαταριών πίσω στο δίκτυο.

Αυτή η διαχείριση μέσω υπολογιστή στοχεύει στη διατήρηση της ισορροπίας των φορτίων και στη χρήση της ενέργειας όσο το δυνατόν πιο αποδοτικά και οικονομικά.

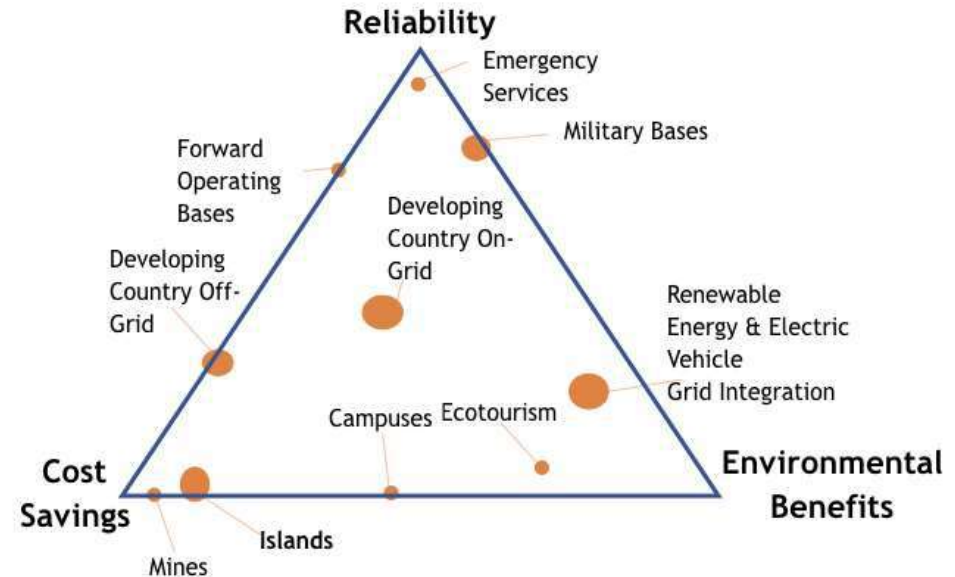


Κατηγορίες Μικροδικτύων

Είτε ο στόχος είναι να ηλεκτροδοτηθεί μια απομακρυσμένη τοποθεσία είτε να βελτιωθεί η αξιοπιστία και η ενεργειακή ασφάλεια του δικτύου, υπάρχει ένας τύπος μικροδίκτυου που να ανταποκρίνεται σε κάθε ανάγκη.

Οι κατηγορίες μικροδικτύων κατηγοριοποιούνται ανάλογα με τον τρόπο διασύνδεσης με το κεντρικό δίκτυο (απομονωμένα ή διασυνδεδεμένα με το δίκτυο) τον τύπο ιδιοκτησίας (εμπορική – οικιστική - δημόσια - βιομηχανική εγκατάσταση ή κοινότητα).

Microgrid Value Proposition



Κατηγορίες Μικροδικτύων (2/5)

Υπάρχουν τέσσερις βασικές κατηγορίες,

1. Απομονωμένες εγκαταστάσεις μικροδίκτυων εκτός του κεντρικού δικτύου, ο οποίος είναι και ο πιο συνηθισμένος τύπος. Συχνά εφαρμόζονται σε απομακρυσμένες τοποθεσίες που δεν έχουν πρόσβαση σε



κεντρικό δίκτυο, όπως απομακρυσμένες στρατιωτικές βάσεις ή απομονωμένα κτίρια όπως θέρετρα. Είναι σε θέση να ελαχιστοποιήσουν την εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα ενώ μεγιστοποιούν τη χρήση ανανεώσιμης ενέργειας.

Κατηγορίες Μικροδικτύων (3/5)

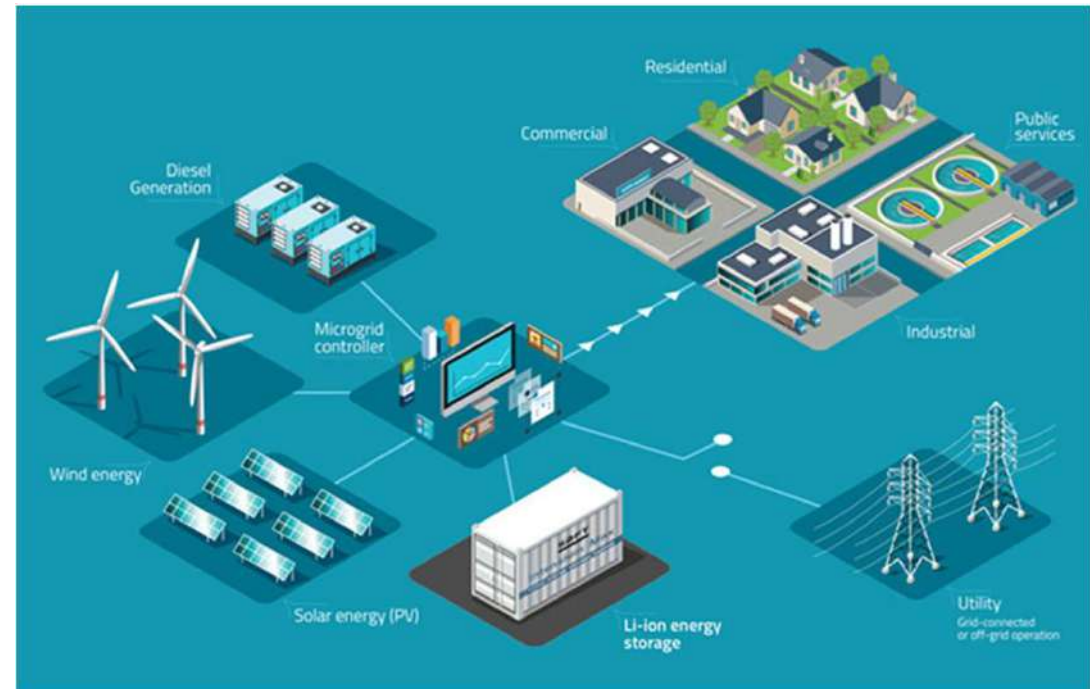
2. Απομονωμένα κοινοτικά μικροδίκτυα εκτός του κεντρικού δικτύου, όπως εκείνα που βρίσκονται σε νησιά ή σε απομακρυσμένες κοινότητες, τα οποία εξυπηρετούν καταναλωτές και παραγωγούς σε τοποθεσίες όπου το κεντρικό δίκτυο δεν είναι προσπελάσιμο.

Όπως και στα μικροδίκτυα εγκαταστάσεων εκτός δικτύου, και τα κοινοτικά μικροδίκτυα περιλαμβάνουν ψηλό ποσοστό ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και έχουν σαν στόχο την πρόσβαση της κοινότητας σε κρίσιμες υπηρεσίες ενέργειας.



Κατηγορίες Μικροδικτύων (4/5)

3. Μικροδίκτυα εγκαταστάσεων που είναι διασυνδεδεμένα με το κεντρικό δίκτυο, παρέχουν αυξημένη αξιοπιστία ενέργειας σε ήδη συνδεδεμένες εγκαταστάσεις με το δίκτυο, όπως πανεπιστημιούπολεις και νοσοκομεία. Τα μεγαλύτερα οφέλη είναι η δυνατότητα εξοικονόμησης κόστους, ασφαλούς και αξιόπιστης ενέργειας και αυξημένης χρήσης ανανεώσιμων πόρων.



Κατηγορίες Μικροδικτύων (5/5)

4. **Κοινοτικά μικροδίκτυα διασυνδεδεμένα με το κεντρικό δίκτυο**, σχεδιάζονται με τρόπο ώστε για να γίνεται διαμερισμός στη χρήση ενέργειας μιας κοινότητας, όπως πολλοί καταναλωτές μαζί ή μικρές κοινότητες. Μειώνουν το κόστος της ενέργειας και παρέχουν πιο αξιόπιστη ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές.



Τα μικροδίκτυα που συνδέονται με το κεντρικό δίκτυο μπορούν επίσης να σχεδιαστούν με τη δυνατότητα αποσύνδεσης από το κεντρικό δίκτυο (λειτουργία νησιδοποίησης) και διαχείρισης όλων ή μέρους των κατανεμημένων ενεργειακών τους πόρων

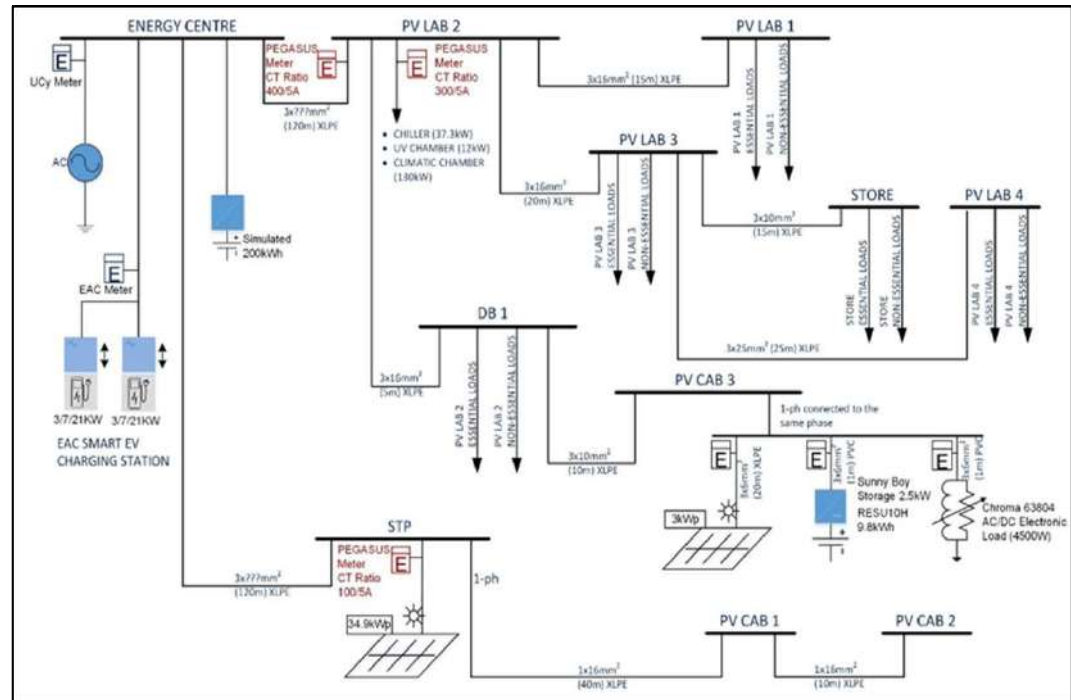
Παραδείγματα Μικροδικτύων (1/8)

Μικροδίκτυο Ερευνητικού Κέντρου Φως

- ✓ Φ/Β συστήματα (34.9 kWp)
- ✓ Σύστημα αποθήκευσης 200 & 10 kWh
- ✓ Έξυπνοι Μετρητές
- ✓ Σταθμός φόρτισης ηλεκτρικών αυτοκινήτων

Ενεργειακό Προφίλ

- ✓ Μέση ωριαία κατανάλωση: 5.04 kWh
- ✓ Μέση ημερήσια κατανάλωση: 121 kWh
- ✓ Ελάχιστη κατανάλωση : 1.61 kW
- ✓ Μέγιστη κατανάλωση: 44 kW



Για Ερευνητικούς Σκοπούς

Παραδείγματα Μικροδικτύων (2/8)

Το νησί της Κύθνου

Το νησί της Κύθνου βρίσκεται στο Αιγαίο, κοντά στην Αθήνα. Το Πρόγραμμα Κύθνου χρηματοδοτήθηκε από το Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα FP5 Microgrids, στόχος του οποίου ήταν η δοκιμή κεντρικής και αποκεντρωμένης στρατηγικής ελέγχου για νησιδοποίηση.

Πρόκειται για ένα μικρό αυτόνομο μικρό κοινοτικό δίκτυο, που αποτελείται από ένα δίκτυο τριφασικού δικτύου χαμηλής τάσης, ηλιακή φωτοβολταϊκή παραγωγή, σύστημα αποθήκευσης και μια εφεδρική γεννήτρια. Το δίκτυο αποτελείται από εναέριες γραμμές διανομής ηλεκτρικής ενέργειας και παράλληλα ένα καλώδιο επικοινωνίας για την εξυπηρέτηση των απαιτήσεων τηλεπικοινωνιών και ελέγχου.

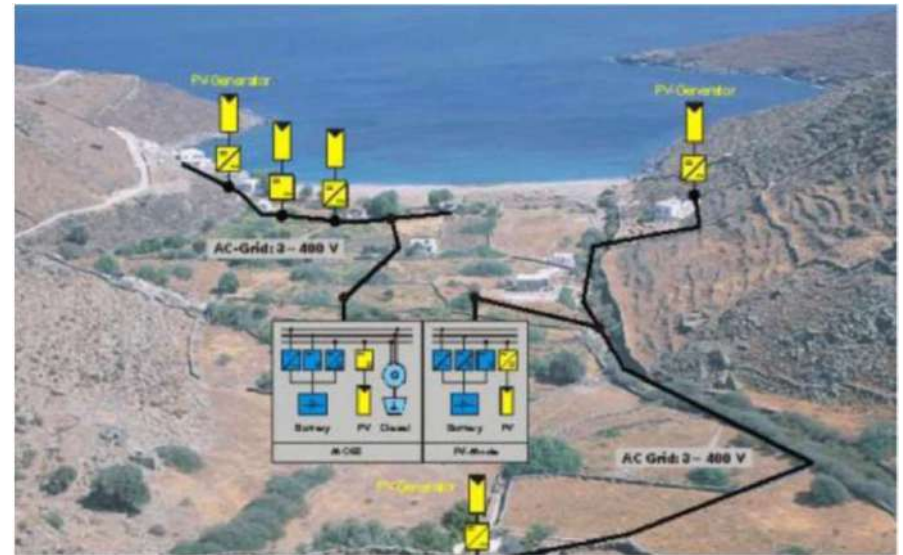


Παραδείγματα Μικροδικτύων (3/8)

Το νησί της Κύθνου

Υπάρχουν 10kW φωτοβολταϊκών σε δύο τοποθεσίες, σύστημα αποθήκευσης 53kWh και γεννήτρια πετρελαίου 5kW. Μια δεύτερη φωτοβολταϊκή παραγωγή περίπου 2kW συνδεδεμένη σε μετατροπέα SMA στην οροφή των κτιρίων ελέγχου παρέχει ισχύ σε συστήματα ελέγχου και τηλεπικοινωνιών, υποστηριζόμενη ένα ακόμα σύστημα αποθήκευσης 32kWh.

Τρεις μετατροπείς SMA συνδεδεμένοι σε παράλληλη διάταξη master-slave τροφοδοτούν 12 καλοκαιρινές κατοικίες, των οποίων τα φορτία είναι κυρίως φωτισμός και άντληση νερού.



Όταν απαιτείται περισσότερη ισχύς από τους κατοίκους από ό, τι τα φωτοβολταϊκά συστήματα μπορούν να προσφέρουν, τότε ενεργοποιούνται ένας ή περισσότεροι από τους μετατροπείς συσσωρευτών των 3,6kW. Οι μετατροπείς συσσωρευτών μπορούν να λειτουργήσουν σε ισοχρονισμένη λειτουργία ή μέσω καμπύλων στατισμού (isochronous or droop mode). Η λειτουργία μέσω καμπύλων στατισμού συχνότητας επιτρέπει τη μετάδοση πληροφοριών σε συστήματα διαχείρισης φορτίου, οι οποίοι περιορίζουν τα φορτία αν η κατάσταση φόρτισης των συσσωρευτών είναι χαμηλή και επίσης περιορίζουν την ισχύ εξόδου των φωτοβολταϊκών μετατροπέων εάν οι συσσωρευτές είναι φορτισμένοι.

Παραδείγματα Μικροδικτύων (4/8)

Mannheim-Wallstadt

Το μικροδίκτυο στο Mannheim-Wallstadt της Γερμανίας, ένα οικολογικό κτήμα των 1.200 κατοίκων, έχει αναληφθεί και αναπτυχθεί από την MVV, την κρατική εταιρεία ενέργειας, το 2006. Χρηματοδοτήθηκε και υποστηρίχθηκε από το πρόγραμμα " More microgrids project " του Ευρωπαϊκού προγράμματος FP 6 και ιδιώτες επενδυτές.

Ο κύριος στόχος αυτού του έργου που να αναπτυχθεί ένα πραγματικό μικροδίκτυο ικανό να μεταβεί γρήγορα και ομαλά από τη λειτουργία όπου είναι διασυνδεδεμένο με το κεντρικό δίκτυο σε λειτουργία νησιδοποίησης. Το μικροδίκτυο κατασκευάστηκε επίσης για να δοκιμάσει και άλλες νέες καινοτόμες λειτουργίες.



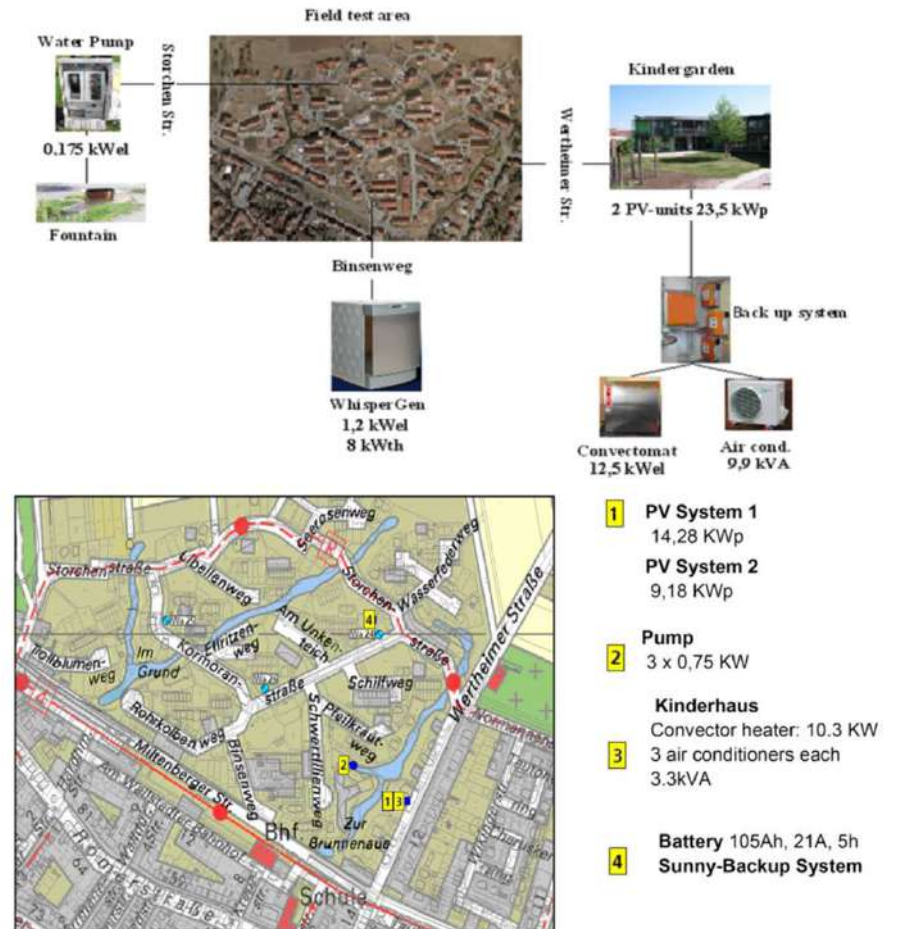
Παραδείγματα Μικροδικτύων (5/8)

Mannheim-Wallstadt

Το σύστημα περιέχει οικιακές και εμπορικές μονάδες και φορτία. Το συνολικό επιτόπιο φορτίο κυμαίνεται από 80kW έως 230kW. Υπάρχει έλεγχος του κλιματισμού 60kW των κτιρίων και των λεβήτων 48kW. Μονάδες διεσπαρμένης παραγωγής που έχουν αναπτυχθεί είναι:

- Μια κυψέλη καυσίμου 4.7 kW
- Ένα ηλιακό φωτοβολταϊκό σύστημα 3.8 kW
- Μονάδα αποθήκευσης σφονδύλου 1,2 kW
- Δύο μονάδες CHP με ονομαστική ισχύ 9 kW και 5,5 kW (ηλεκτρική)

Πέντε ιδιώτες επενδυτές έχουν εγκαταστήσει πέντε φωτοβολταϊκά συστήματα, συνολικά 30kW και ένα σύστημα CHP.



Παραδείγματα Μικροδικτύων (6/8)

Mannheim-Wallstadt

Η MVV διερεύνησε με επιτυχία την ικανότητα του μικροδικτύου να μεταβεί σε λειτουργία νησιδοποίησης στο νηπιαγωγείο Mannheim-Wallstadt. Η συχνότητα αυξήθηκε ελαφρώς κατά 2Hz δεδομένης της μείωσης των συνδεδεμένων φορτίων. Το σύστημα επέστρεψε γρήγορα στην κανονική του συχνότητα μόλις είχε συνδεθεί ξανά με το κεντρικό δίκτυο.

Η συμβολή της κοινότητας Mannheim-Wallstadt ήταν καθοριστική για την επίτευξη των στόχων του έργου. Η MVV τους είχε εμπλέξει στο έργο τονίζοντας τις βελτιώσεις που γίνονται λόγω του μικροδικτύου και επίσης ενημέρωνε τακτικά σχετικά με την τρέχουσα κατάσταση του.

Η κοινωνική αποδοχή απαιτήσε περισσότερη ενέργεια από ό, τι αναμενόταν. Ήταν απαραίτητο για την επιτυχία του έργου το οποίο έχει αναδείξει πώς η ενέργεια από ΑΠΕ θα μπορούσε να υιοθετηθεί από μια κοινότητα και να συμβάλει στη βελτίωση της ποιότητας του ενεργειακού εφοδιασμού.



Παραδείγματα Μικροδικτύων (7/8)

Isle Of Eigg

Η Νήσος Eigg, η οποία είναι 31 km² και βρίσκεται λίγο έξω από την εκπληκτικά όμορφη δυτική ακτή της Σκωτίας, μπορεί να υπερηφανεύεται για ένα έργο με ψηλή περιεκτικότητα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Το έργο ολοκληρώθηκε το 2008 και χρηματοδοτήθηκε εν μέρει από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης.

Το νησί Eigg και οι 90 κάτοικοί του εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τις μεμονωμένες γεννήτριες ντίζελ τους για να παράγουν τη δική τους ηλεκτρική ενέργεια και μερικά ιδιωτικά μίνι υδροηλεκτρικά συστήματα για να παράγουν μεμονωμένα τη δική τους ηλεκτρική ενέργεια.



Παραδείγματα Μικροδικτύων (8/8)

Isle Of Eigg

Το πρόγραμμα του μικροδικτύου ήταν εξαιρετικά επιτυχημένο στην ενσωμάτωση πολλαπλών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε ένα κοινοτικό σύστημα σε όλο το νησί και στη μείωση της χρήσης των γεννητριών ντίζελ:

- 110kW υδροηλεκτρικής ενέργειας με μία μεγάλη γεννήτρια 100kW και δύο μικρές γεννήτριες.
- 24kW από τέσσερις ανεμογεννήτριες
- 32kW PV.

Η εισαγωγή ανανεώσιμων ενεργειακών πηγών υποστηρίχθηκε από την καλύτερη διαχείριση φορτίου με ενεργειακές οθόνες που έχουν εγκατασταθεί σε όλες τις ιδιοκτησίες και έλεγχο του συστήματος μέσω καμπύλων στατισμού (droop control) με βάση την κατάσταση φόρτισης των συσσωρευτών και της συχνότητας.

Από την έναρξη του μικροδικτύου το 2008, η ηλεκτρική ενέργεια είναι διαθέσιμη όλο το 24ωρο με μειωμένο κόστος και το 95% προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές.

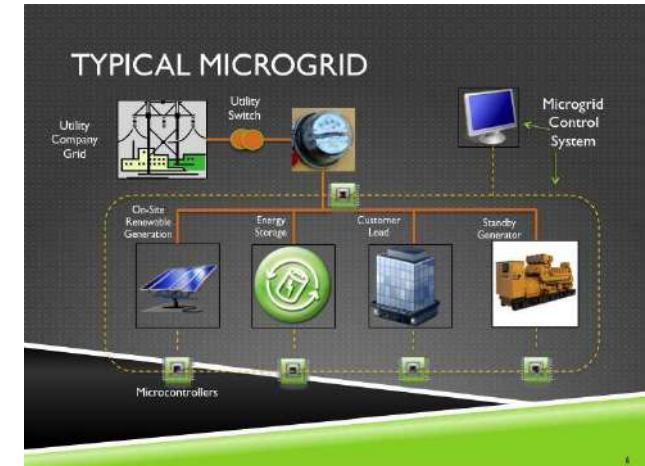
Η επιτυχία του έργου οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στη συμμετοχή των κατοίκων του νησιού, καθώς και σε ορισμένες ιδιωτικές εταιρείες και κοινοτικές οργανώσεις.



Συμπερασματικά

Η λειτουργία μικροδικτύων μπορεί να πετύχει:

- Αξιοπίστη και σταθερή παροχή ρεύματος
- Βελτιστοποιημένη συνεισφορά ανανεώσιμης ενέργειας
- Μείωση εκπομπών αερίων
- Μέχρι 100% διείσδυση ανανεώσιμης ενέργειας
- Διαχείριση της ζήτησης αιχμής - Υποστήριξη ενεργού και αέργου ισχύος κατά τη διάρκεια περιόδων υψηλής ζήτησης
- Μετάβαση σε απομονωμένη / εκτός κεντρικού δικτύου λειτουργία με εντολές ή σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης, χωρίς διακοπή παροχής
- Καθυστέρηση επενδύσεων στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας



Σας ευχαριστώ για την προσοχή σας

