

## **A multi-criteria methodology for off-grid small settlements**

**Evangelos Tsiaras & Frank A. Coutelieris**

*Department of Environmental Engineering, University of Patras, Agrinio*  
[etsiaras@upatras.gr](mailto:etsiaras@upatras.gr), [fcoutelieris@upatras.gr](mailto:fcoutelieris@upatras.gr)

### **ABSTRACT**

Renewable Energy Systems has enormous potential to meet most of the world's energy demands. Precisely, RES-based hybrid power plants seem to be a promising option towards elimination of environmental impact of production and consumption of electricity. A multi-criteria methodology for identifying the most appropriate location(s) for installing low-scale RES-based hybrid electricity production systems to cover local energy demands without grid connection is presented here. The selection is initially based on geographical, spatial and demographical data, while also taken into account are optimally combined meteorological data (solar and wind potential), with available resources (in terms of free space, land use and investment costs). In order to assure high possibility of full load coverage by RES, we have chosen settlements presenting low electricity demands, located at areas of high and low solar and wind potential and maintain low population range (50 - 100 residents). The selected settlements are Repetista and Areti, villages at Kalpaki, Ioannina, Epirus, Hagia Sophia and Fisini, villages at Lemnos Island, North Aegean Sea, Kumasa and Kandyllas, villages at Vagonia, Heraklion, Crete and Kato Lefkos and Lefkos, Karpathos Island, Dodecanese, South Aegean Sea. The desired loads are crucial for the optimal operation of the off-grid power production systems. On top of that, optimization in not only the size and the operation of the hybrid system, but also in the composition of energy sources mixture, is also performed. Findings show that it is feasible to implement autonomous power generation and electricity coverage from renewable energy systems for small settlements, based on the presented multi-criteria methodology. Finally, the social acceptance for such an installation is presented after using and elaborating a relative questionnaire that was answered by the residents of two settlements.

**Keywords:** Methodology; Off-grid power production; Renewable; Social acceptance; Energy;

**JEL Codes:** Q20; Q42; Q43; Q47; Q55; Q56.

## Πολύ-κριτηριακή μεθοδολογία για τη μη διασυνδεδεμένη παραγωγή ηλεκτρισμού σε μικρούς οικισμούς

Ευάγγελος Τσιάρας & Φραγκίσκος Α. Κουτελιέρης  
Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Πατρών, Αγρίνιο 30100  
[etsiaras@upatras.gr](mailto:etsiaras@upatras.gr), [fcoutelieris@upatras.gr](mailto:fcoutelieris@upatras.gr)

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας έχουν τεράστιες δυνατότητες να ανταποκριθούν στις περισσότερες από τις παγκόσμιες ενεργειακές απαιτήσεις. Για την ακρίβεια, οι υβριδικοί σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής που βασίζονται σε ΑΠΕ φαίνεται να αποτελούν μια πολλά υποσχόμενη επιλογή για την εξάλειψη των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της παραγωγής και κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Εδώ παρουσιάζεται μια πολύ-κριτηριακή μεθοδολογία για τον προσδιορισμό των καταλληλότερων τοποθεσιών για την εγκατάσταση υβριδικών συστημάτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας χαμηλής κλίμακας με βάση τις ΑΠΕ για την κάλυψη των τοπικών ενεργειακών αναγκών χωρίς σύνδεση στο δίκτυο. Η επιλογή αρχικώς λαμβάνει υπόψη της γεωγραφικά, γεωχωρικά και δημογραφικά δεδομένα, ενώ λαμβάνονται επίσης υπόψη ο βέλτιστος συνδυασμός μετεωρολογικών δεδομένων (ηλιακό και αιολικό δυναμικό), με τους διαθέσιμους πόρους (όσον αφορά τον ελεύθερο χώρο, τη χρήση γης και το κόστος επένδυσης). Προκειμένου να διασφαλίσουμε υψηλή δυνατότητα κάλυψης πλήρους φορτίου από ΑΠΕ, επιλέξαμε οικισμούς με χαμηλές απαιτήσεις ηλεκτρικής ενέργειας, που βρίσκονται σε περιοχές με υψηλό και χαμηλό ηλιακό και αιολικό δυναμικό και διατηρούν χαμηλό πληθυσμιακό εύρος (50 - 100 κάτοικοι). Οι οικισμοί που επιλέχθηκαν είναι οι Τοπικές Κοινότητες Ρεπετίστη και Αρετή, στο Καλπάκι Ιωαννίνων στην Ήπειρο, οι Τοπικές Κοινότητες Αγία Σοφία και Φισίνη στο νησί της Λήμνου του Βορείου Αιγαίου, οι Τοπικές Κοινότητες Κουμάσα και Κανδύλα, στη Βαγιώνια του Ηρακλείου Κρήτης και οι Τοπικές Κοινότητες Κάτω Λευκός και Λευκός στο νησί της Καρπάθου στα Δωδεκάνησα του Νοτίου Αιγαίου. Τα επιθυμητά φορτία είναι ζωτικής σημασίας για τη βέλτιστη λειτουργία των συστημάτων παραγωγής ενέργειας εκτός δικτύου. Επιπλέον, πραγματοποιείται βελτιστοποίηση όχι μόνο στο μέγεθος και τη λειτουργία του υβριδικού συστήματος, αλλά και στη σύνθεση του μείγματος πηγών ενέργειας. Τα ευρήματα δείχνουν ότι είναι εφικτή η εφαρμογή αυτόνομης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και κάλυψης ηλεκτρικής ενέργειας από συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για μικρούς οικισμούς, με βάση την πολύ-κριτηριακή μεθοδολογία που παρουσιάζεται. Τέλος, παρουσιάζεται η κοινωνική αποδοχή για μια τέτοια εγκατάσταση μετά από χρήση και επεξεργασία σχετικού ερωτηματολογίου που απάντησαν οι κάτοικοι δύο οικισμών.

**Λέξεις Κλειδιά:** Μεθοδολογία, Μη διασυνδεδεμένη παραγωγή, Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, Κοινωνική αποδοχή, Ενέργεια.

**JEL Κωδικοί:** Q20; Q42; Q43; Q47; Q55; Q56.