



# Βέλτιστη Διαστασιολόγηση Υβριδικού Συστήματος Φωτοβολταϊκής Βάσης για Αυτόνομους Τηλεπικοινωνιακούς Σταθμούς

Δ.Π. Ζαφειράκης, Ι. Νίνου, Κ.Α. Καβαδιάς, Ι.Κ. Καλδέλλης  
Εργαστήριο Ήπιων Μορφών Ενέργειας & Προστασίας Περιβάλλοντος, ΤΕΙ Πειραιά  
Τ.Ο. 41046, Τ.Κ. 12201, Αιγάλεω, Τηλ.: 210-5381237, Fax: 210-5381467  
E-mail: sealab@gdias.teipir.gr, http://www.sealab.gr

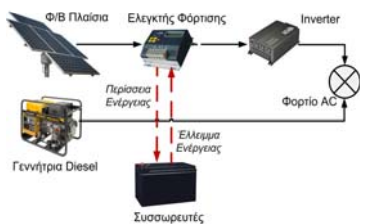


## ΠΕΡΙΛΗΨΗ-ΕΙΣΑΓΩΓΗ

- Εξαιτίας της επερχόμενης **οικονομικής ύφεσης** επιβεβλημένη η **μείωση δαπανών** και η **αποδοτικότερη αξιοποίηση** υποδομών για τις **εταιρείες τηλεπικοινωνιών** στην Ελλάδα
- Ιδιαίτερης σημασίας η **χαμηλό κόστος** κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του μεγάλου αριθμού **μη διασυνδεδεμένων αναμεταδοτών**
- Επιχειρείται μελέτη **υβριδικής ενεργειακής λύσης φωτοβολταϊκής βάσης** προς αντικατάσταση των ηλεκτροπαραγωγών ζευγών **υψηλού κόστους λειτουργίας**

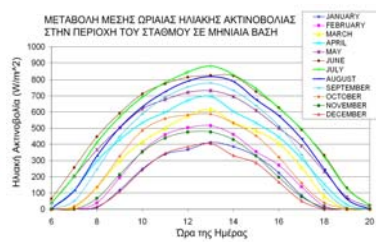
## ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

- Καθορισμός των **βέλτιστων διαστάσεων** αυτόνομων υβριδικών συστημάτων φωτοβολταϊκής βάσης (**Σχήμα 1**)
- Στόχος η κάλυψη των ενεργειακών αναγκών ενός **τυπικού αυτόνομου τηλεπικοινωνιακού σταθμού** κινητής τηλεφωνίας με το **ελάχιστο δυνατό αρχικό κόστος επένδυσης**



«Σχήμα 1. Αυτόνομο τηλεπικοινωνιακό σταθμό φωτοβολταϊκής βάσης (1α) και προτεινόμενη υβριδική λύση (1β)»

- Απαραίτητα για την επίλυση του προβλήματος η **διανομή του φορτίου ζήτησης** του σταθμού και τα δεδομένα **ηλιακής ακτινοβολίας** και **θερμοκρασίας** στην περιοχή εγκατάστασης (**Σχήμα 2**)
- Μέγιστο φορτίο** ζήτησης **4.2 kW**, **ελάχιστο φορτίο** ζήτησης **2.4 kW** και **ετήσια ζήτηση ενέργειας** που πλησιάζει τις **27.1 MWh**
- Ωριαίες μετρήσεις** ηλιακής ακτινοβολίας και θερμοκρασίας για την περιοχή της Ρόδου-Νότια Ελλάδα
- Αρίστης **ποιότητας ηλιακό δυναμικό**, ιδιαίτερα κατά τη θερινή περίοδο οπότε και η μέση διαθέσιμη ηλιακή ενέργεια σε οριζόντιο επίπεδο ξεπερνά τις **220 kWh/μήνα.μ<sup>2</sup>**



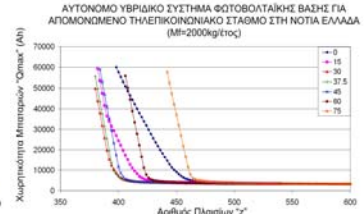
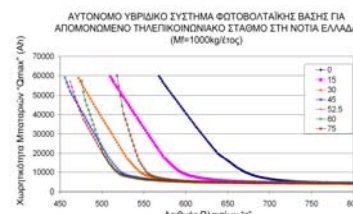
«Σχήμα 2. Διανομή φορτίου ζήτησης του σταθμού (2α) και ηλιακό δυναμικό στην περιοχή εγκατάστασης (2β)»

## ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ-ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΒΕΛΤΙΣΤΩΝ ΛΥΣΕΩΝ

- Στόχος ο καθορισμός των **βέλτιστων διαστάσεων** του συστήματος που εγγυώνται **ενεργειακή αυτονομία** με **ελάχιστο** αρχικό κόστος επένδυσης
- Σύγκριση σε ωριαία βάση **ενεργειακής παραγωγής** με την **αντίστοιχη ζήτηση** για πλήθος περιπτώσεων διαφορετικής **γωνίας κλίσης** **πλαίσια** και **διαθέσιμης προς κατανάλωση ποσότητας καυσίμου**
- Εφαρμογή συγκεκριμένου **κριτηρίου βελτιστοποίησης** (π.χ. ελαχιστοποίηση αρχικού κόστους επένδυσης)
- Ανάπτυξη **νέου αλγόριθμου διαστασιολόγησης "PHOTOV-DIESEL III"** που καθιστά δυνατή την **προσομοίωση λειτουργίας** του συστήματος σε ωριαία βάση
- Δεδομένων της **γωνίας κλίσης** των **πλαίσια** και της **ετήσιας διαθέσιμης ποσότητας καυσίμου** ο αλγόριθμος εκτελείται υπό τον περιορισμό των **μηδενικών απορρίψεων φορτίου**

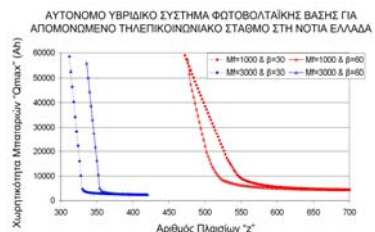
## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

- Πλήθος **ενεργειακά αυτόνομων συνδυασμών (Σχήμα 3)** για διαφορετικές περιπτώσεις **γωνίας τοποθέτησης** και για δύο διακριτές περιπτώσεις **ετήσιας διαθέσιμης ποσότητας καυσίμου (1000 kg/έτος και 2000 kg/έτος)**
- Σημαντική **μείωση των πλαισίων** καθώς η γωνία αυξάνει από **0°** σε **45°** και **αντίθετη συμπεριφορά** καθώς η γωνία αυξάνει από **60°** σε **90°**
- Πλήθος συνδυασμών που επίσης μπορούν να εγγυηθούν **ενεργειακή αυτονομία** του σταθμού από **45°-60°**, με συγκριτικά **περιορισμένες απαιτήσεις αριθμού πλαισίων**
- Σημαντική **μείωση των διαστάσεων** του συστήματος με το **διπλασιασμό** της ετήσιας διαθέσιμης ποσότητας καυσίμου



«Σχήμα 3. Ενεργειακά αυτόνομοι συνδυασμοί, 1000 kg/έτος (3α) και 2000 kg/έτος (3β)»

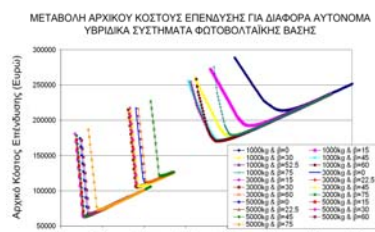
- Ιδιαίτερης σημασίας η επίδραση της παραμέτρου της **ετήσιας ποσότητας καυσίμου** στη **γωνία κλίσης που ελαχιστοποιεί τις διαστάσεις** του συστήματος (**Σχήμα 4**)



«Σχήμα 4. Επίδραση της ποσότητας καυσίμου στη βέλτιστη γωνία κλίσης»

- Για **περιορισμένη συμμετοχή καυσίμου**, βέλτιστη γωνία στην περιοχή των **50°-60°**
- Για **αυξημένη συμμετοχή καυσίμου**, ελάχιστες διαστάσεις του συστήματος για γωνία κλίσης στην περιοχή των **15°-30°**

- Δυνατός ο υπολογισμός του **αρχικού κόστους επένδυσης** για όλους τους συνδυασμούς που εγγυώνται **πλήρη ενεργειακή κάλυψη** του σταθμού (**Σχήμα 5**)

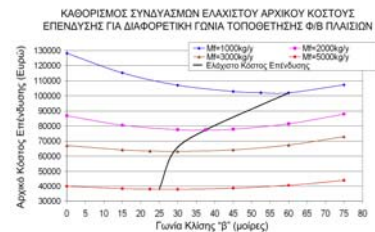


«Σχήμα 5. Καμπύλες αρχικού κόστους χωρίς επιδότηση»

- Συνδυασμοί **ελάχιστου κόστους** για **526** πλαίσια στις **52.5°** και συσσωρευτές **8220 Ah**, ή για **530** πλαίσια τοποθετημένα σε γωνία κλίσης **60°** και συσσωρευτές χωρητικότητας **8130 Ah**

- Συνδυασμοί **ελάχιστου κόστους επένδυσης** για κάθε περίπτωση διαφορετικής **γωνίας κλίσης** και **ποσότητας καυσίμου** υπό εξέταση (**Σχήμα 6**)

- Αύξηση της **ποσότητας καυσίμου** συνεπάγεται εκτός από **μείωση** του αρχικού κόστους επένδυσης και **μετατόπιση** της βέλτιστης γωνίας τοποθέτησης από την περιοχή των **50°-60°** στην περιοχή των **20°-30°**



«Σχήμα 6. Συνδυασμοί ελάχιστου αρχικού κόστους με επιδότηση»

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Το προτεινόμενο σύστημα αποτελεί **ελκυστική λύση** για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών **μη διασυνδεδεμένων τηλεπικοινωνιακών σταθμών**
- Εξασφάλιση **αξιόπιστης λειτουργίας** και **χαμηλών αναγκών συντήρησης**
- Για την **ολοκληρωμένη μελέτη** του υπό εξέταση προβλήματος απαραίτητη η εφαρμογή οικονομικών κριτηρίων **σε επίπεδο κύκλου ζωής**

