



Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο  
Σχολή Μηχανικών  
Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών  
Σύνθεση Ενεργειακών Συστημάτων  
Θέματα Εξετάσεων – Ιούνιος 2021

**Θέμα 1<sup>ο</sup> (100%)**

Σε ένα απομονωμένο σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας μικρού μεγέθους εγκαθίσταται μικρός υβριδικός σταθμός για την κάλυψη της ζήτησης. Ο σταθμός αποτελείται από μία ανεμογεννήτρια (Α/Γ) ισχύος 500 kW, ένα φωτοβολταϊκό σταθμό (ΦΣ) ισχύος 1MW και δύο συστοιχίες ηλεκτροχημικών συσσωρευτών, η κάθε μία από τις οποίες έχει ονομαστική χωρητικότητα 3,6 MWh, ικανότητα φόρτισης / εκφόρτισης 720 kW και μέγιστο βάθος εκφόρτισης 80% (ελάχιστη στάθμη φόρτισης 20% ως προς την ονομαστική χωρητικότητα). Να θεωρηθεί ότι φόρτιση των συσσωρευτών γίνεται με απόδοση 85% ενώ η εκφόρτιση με απόδοση 92%. Επίσης η κάθε συστοιχία δεν μπορεί ταυτόχρονα να φορτίζεται και να εκφορτίζεται.

Οι μονάδες Α.Π.Ε. (δηλαδή η Α/Γ και ο ΦΣ) του υβριδικού σταθμού δύνανται να διεισδύουν απευθείας στο δίκτυο για κάλυψη της ζήτησης έως ποσοστό 20% ως προς τη ζήτηση ισχύος, με προτεραιότητα να έχει ο ΦΣ έναντι της Α/Γ. Η υπόλοιπη ισχύς των μονάδων Α.Π.Ε. οδηγείται προς αποθήκευση στη συστοιχία με την τρέχουσα χαμηλότερη στάθμη φόρτισης. Την ίδια στιγμή η συστοιχία με την υψηλότερη στάθμη φόρτισης χρησιμοποιείται για την κάλυψη της υπόλοιπης ζήτησης ισχύος. Σε περίπτωση που δεν επαρκεί η αποθηκευμένη ενέργεια της συστοιχίας που χρησιμοποιείται για εκφόρτιση για την κάλυψη της εναπομείνουσας ζήτησης μετά την απευθείας διείσδυση Α.Π.Ε. (πτώση της στάθμης φόρτισης της συστοιχίας κάτω της ελάχιστης επιτρεπτής), εντάσσονται θερμικές μονάδες. Επίσης, στην περίπτωση που οι δύο συστοιχίες είναι πλήρως φορτισμένες, πιθανή περίσσεια ισχύος προς αποθήκευση διατίθεται σε μονάδα ηλεκτρόλυσης με ονομαστική ισχύ 200 kW<sub>e</sub> και μέση κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για παραγωγή υδρογόνου 4,75 kWh/Nm<sup>3</sup>

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται η διαθεσιμότητα ισχύος από την ανεμογεννήτρια και το φωτοβολταϊκό σταθμό, καθώς και η ζήτηση ισχύος, κατά τη διάρκεια ενός εικοσιτετραώρου.

| Ωρα | Παραγωγή Α/Γ (MW) | Παραγωγή ΦΒ (MW) | Ζήτηση ισχύος (MW) | Ωρα | Παραγωγή Α/Γ (MW) | Παραγωγή ΦΒ (MW) | Ζήτηση ισχύος (MW) |
|-----|-------------------|------------------|--------------------|-----|-------------------|------------------|--------------------|
| 1   | 0,377             | 0,000            | 0,718              | 13  | 0,359             | 0,670            | 0,697              |
| 2   | 0,332             | 0,000            | 0,686              | 14  | 0,272             | 0,670            | 0,793              |
| 3   | 0,327             | 0,000            | 0,643              | 15  | 0,267             | 0,650            | 0,729              |
| 4   | 0,353             | 0,000            | 0,622              | 16  | 0,241             | 0,580            | 0,686              |
| 5   | 0,414             | 0,000            | 0,600              | 17  | 0,301             | 0,450            | 0,665              |
| 6   | 0,412             | 0,000            | 0,568              | 18  | 0,293             | 0,350            | 0,665              |
| 7   | 0,487             | 0,000            | 0,558              | 19  | 0,308             | 0,190            | 0,643              |
| 8   | 0,544             | 0,090            | 0,547              | 20  | 0,311             | 0,050            | 0,654              |
| 9   | 0,516             | 0,230            | 0,547              | 21  | 0,391             | 0,000            | 0,654              |
| 10  | 0,487             | 0,340            | 0,611              | 22  | 0,371             | 0,000            | 0,708              |
| 11  | 0,362             | 0,500            | 0,643              | 23  | 0,290             | 0,000            | 0,686              |
| 12  | 0,293             | 0,600            | 0,633              | 24  | 0,278             | 0,000            | 0,697              |

Στο τέλος του εικοσιτετραώρου ζητούνται να υπολογιστούν:

- η συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω της απευθείας διείσδυσης των μονάδων Α.Π.Ε.
- η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τους συσσωρευτές
- η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τις θερμικές μονάδες
- η ποσοστιαία συμμετοχή των θερμικών μονάδων στην κάλυψη της εικοσιτετράωρης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας
- η συνολική παραγωγή υδρογόνου σε Nm<sup>3</sup>
- η ωριαία διακύμανση της στάθμης φόρτισης των δύο συστοιχιών, σε μορφή πίνακα.

Συνιστάται η άσκηση να λυθεί με τη βοήθεια λογισμικού φύλλων εργασίας το οποίο θα πρέπει να υποβληθεί αντί του αρχείου pdf.