**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**

*ΔΠΜΣ ‘ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ’* Μάθημα: **Ενέργεια και Περιβάλλον**

Ακαδημαϊκό Έτος: ***2023-24* Διδάσκοντες:** *Ν. Μαμάσης, Σ. Μαλαμής, Ν. Κατσουλάκος, Γ.Κ. Σακκή*

**ΕΞΕΤΑΣΗ ΙΟΥΝΙΟΥ 2024**

**Διάρκεια 120 λεπτά.**

**Θέμα 1 (1 μονάδα).** Αξιολογήστε με ΣΩΣΤΟ/ΛΑΘΟΣ τις παρακάτω διατυπώσεις.

|  |  |
| --- | --- |
| **ΔΙΑΤΥΠΩΣΗ** | **Σ/Λ** |
| Οι συντελεστές απόδοσης ανεμογεννητριών είναι της τάξης του 80% |  |
| Οι συντελεστές απόδοσης των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι της τάξης του 40% |  |
| Θερμοηλεκτρικός σταθμός με εγκατεστημένη ισχύ 100 ΜW, σε ένα έτος παρήγαγε 500 GWh |  |
| Οι συντελεστές απόδοσης των λιγνιτικών μονάδων είναι της τάξης του 40% |  |
| Η ημερήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα αναμένεται να είναι μικρότερη την 1η Ιανουαρίου από αυτές των προηγουμένων ημερών |  |
| Σε ευρωπαϊκή χώρα περισσότερο από το 90% της ηλεκτρικής ενέργειας παράγεται από υδροηλεκτρικά |  |
| Ο συντελεστής απόδοσης στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι μεγαλύτερος στα υδροηλεκτρικά έργα σε σχέση με τα έργα φυσικού αερίου |  |

**Θέμα 2 (1.5 μονάδες).** Σε μη διασυνδεδεμένο ελληνικό νησί η ωριαία αιχμή ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας είναι της τάξης των 2 MW και η μέση ετήσια ζήτηση 9 GWh. Αν η συνολική εγκατεστημένη ισχύς είναι 4 MW προτείνετε ένα ενεργειακό μίγμα, ώστε να εξασφαλίζεται η αξιοπιστία του συστήματος και συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα.

*Υπόδειξη: Κάντε εύλογες παραδοχές για τον συντελεστή δυναμικότητας του αιολικού και του φωτοβολταϊκου και στη συνέχεια υπολογίστε το συντελεστή δυναμικότητας του θερμικού ώστε να παράγεται ακριβώς η ετήσια ζήτηση.*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Θερμικός σταθμός** | **Αιολικό** | **Φωτοβολταϊκό** | **Σύνολο** |
| **Ισχύς (MW)** | **Ι=** | **Ι=** | **Ι=** | 4 |
| **Συντελεστής δυναμικότητας** |  | **ΣΔ=** | **ΣΔ=** |  |
| **Ενέργεια (GWh)** |  |  |  | 9 |

**Θέμα 3 (2 μονάδες)** Σε θέση ποταμού, με μέση ετήσια απορροή 500 hm3, σχεδιάζεται υδροηλεκτρικό φράγμα ύψους 80 m, στον πόδα του οποίου θα τοποθετηθεί ο σταθμός παραγωγής. Δεδομένου ότι το έργο θα λειτουργεί για την παραγωγή ενέργειας αιχμής, και κάνοντας εύλογες παραδοχές για τον βαθμό απόδοσης των στροβίλων, εκτιμήστε: (α) την ετήσια παραγωγή ενέργειας, β) την ισχύ των στροβίλων, δεδομένου ότι ο σταθμός λειτουργεί 2000 ώρες τον χρόνο. Στη συνέχεια, εκτιμήστε εκ νέου τα παραπάνω μεγέθη σχεδιασμού, αν αλλάξει ο σκοπός του έργου, για παραγωγή ενέργειας βάσης.

*Υπόδειξη: Για το δεύτερο σκέλος κάντε μία εύλογη παραδοχή για τις ώρες λειτουργίας.*

**Θέμα 4 (1.5 μονάδες).**

Θεωρείστε ένα σύστημα ηλεκτρισμού μιας χώρας όπου υπάρχουν 3 τεχνολογίες στην ηλεκτροπαραγωγή:

* ανανεώσιμες πηγές ενέργειας με οριακό κόστος 0 και μέγιστη παραγωγή 2000 MWh,
* λιγνιτικές μονάδες με οριακό κόστος 20 ευρώ/MWh και μέγιστη παραγωγή 1000 MWh,
* μονάδες φυσικού αερίου με οριακό κόστος 80 ευρώ/MWh και μέγιστη παραγωγή 2000 MWh.

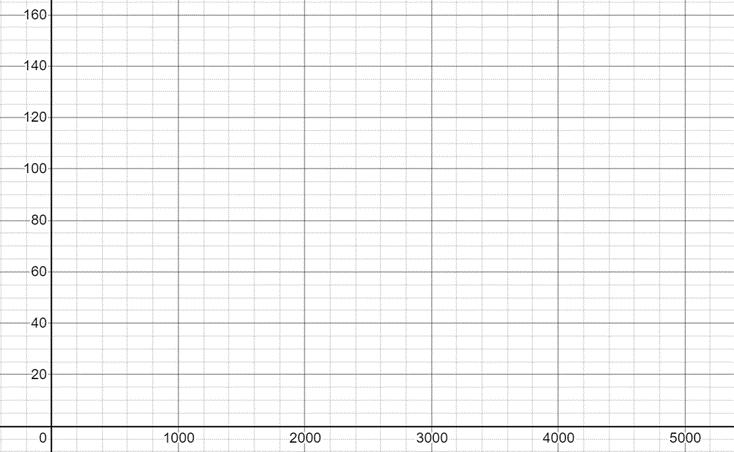
Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας περιλαμβάνουν αιολικά και φωτοβολταϊκά πάρκα. Η παραγωγή από φωτοβολταϊκά αλλάζει μέσα στην ημέρα, για την ακρίβεια η μέγιστη παραγωγή τους είναι 1450 MWh και είναι διαθέσιμη στις 15:00, ενώ στις 21:00 δεν είναι καθόλου διαθέσιμα. Η παραγωγή από αιολικά πάρκα είναι σταθερή μέσα στην ημέρα και ίση με 550 MWh. Επομένως, η καμπύλη προσφοράς στις 15:00 είναι:

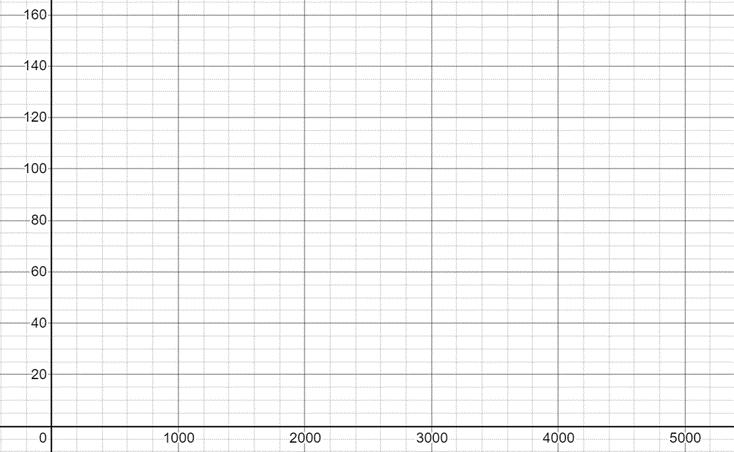
ενώ στις 21:00 είναι:

Η καμπύλη ζήτησης παραμένει ίδια κατά τη διάρκεια της ημέρας και περιγράφεται από τη σχέση

Σχεδιάστε την καμπύλη προσφοράς στις 15:00, την καμπύλη προσφοράς στις 21:00, και την καμπύλη ζήτησης. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το παρακάτω σύστημα αξόνων. Ποια είναι η τιμή και η ποσότητα του ηλεκτρισμού στις 15:00; Ποια είναι η τιμή και η ποσότητα στις 21:00;

*Σημείωση: Όπου* *είναι η τιμή****,***  *είναι η προσφερόμενη ποσότητα και η ζητούμενη ποσότητα.*





**Θέμα 5 (2 μονάδες).** Μία κατοικία έχει συνολικό συντελεστή μεταφοράς θερμότητας H=800 W/K. Πρόκειται για μονοκατοικία, με εμβαδόν 100 m2 (δηλαδή έχει εκτεθειμένη στο περιβάλλον οροφή με επιφάνεια 100 m2). Οι παράπλευροι τοίχοι έχουν επιφάνεια 100 m2, ενώ τα ανοίγματα έχουν επιφάνεια 25 m2. Ο συντελεστής μεταφοράς θερμότητας λόγω αερισμού είναι 200 W/K.

Α) Ποια είναι η ελάχιστη ισχύς που απαιτείται να έχει το σύστημα θέρμανσης, εάν η κατοικία βρίσκεται στη Θεσσαλονίκη, όπου θεωρείται πως η θερμοκρασιακή διαφορά που πρέπει να καλυφθεί από το σύστημα θέρμανσης είναι 22οC;

Β) Ποια είναι η ετήσια ζήτηση ενέργειας για θέρμανση στην κατοικία (σε kWh), εάν θεωρήσουμε ότι ο βαθμοημέρες θέρμανσης (HDD) στην Αττική είναι 1300ο C\*days.

Γ) Οι συντελεστές θερμοπερατότητας (U) των δομικών στοιχείων της κατοικίας είναι οι ακόλουθοι:

* Οροφή 2 W/m2\*K
* Τοίχοι 3 W/m2\*K
* Ανοίγματα 4 W/m2\*K

Οι ιδιοκτήτες αποφασίζουν να βελτιώσουν το κτιριακό κέλυφος ως εξής:

* Θερμομόνωση οροφής που θα επιτύχει συντελεστή θερμοπερατότητας 0,3 W/m2\*K
* Θερμομόνωση τοίχων που θα επιτύχει συντελεστή θερμοπερατότητας 0,4 W/m2\*K
* Αντικατάσταση ανοιγμάτων που θα επιτύχει συντελεστή θερμοπερατότητας 2 W/m2\*K και νέο συντελεστή μεταφοράς θερμότητας λόγω αερισμού 50 W/K.

Υπολογίστε τη ζήτηση ενέργειας για θέρμανση μετά την ενεργειακή αναβάθμιση.

**Θέμα 6 (1.5 μονάδα).** Αξιολογήστε με ΣΩΣΤΟ/ΛΑΘΟΣ τις παρακάτω διατυπώσεις.

|  |  |
| --- | --- |
| **ΔΙΑΤΥΠΩΣΗ** | **Σ/Λ** |
| 1. Με την εξωτερική θερμομόνωση δεν αξιοποιείται η θερμοχωρητικότητα των δομικών στοιχείων ενός κτιρίου |  |
| 1. Σε ένα κτίριο με περιστασιακή χρήση (π.χ εξοχική κατοικία) η τοποθέτηση εσωτερικής θερμομόνωσης είναι μία καλή επιλογή |  |
| 1. Στη νότια πλευρά ενός οικοπέδου είναι καλό να φυτεύονται αειθαλή δέντρα |  |
| 1. Η βέλτιστη κλίση τοποθέτησης των θερμικών ηλιακών συλλεκτών για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης είναι ίση με το γεωγραφικό πλάτος του τόπου εγκατάστασης, εάν επιθυμούμε τη μεγιστοποίηση της απόδοσης για το σύνολο του έτους |  |
| 1. Στη Μακεδονία έχουμε κατά κανόνα περισσότερες βαθμοημέρες θέρμανσης σε σχέση με την Πελοπόννησο |  |
| 1. Για έναν εξωτερικό τοίχο, η τιμή συντελεστή θερμοπερατότητας 1 W/m2K είναι αποδεκτή, βάσει του ΚΕΝΑΚ, για την κλιματική ζώνη Β |  |
| 1. Για τον υπολογισμό του ενεργειακού κόστους είναι απαραίτητο να γνωρίζω την πρωτογενή κατανάλωση ενέργειας ενός κτιρίου |  |

**Θέμα 7 (2.5 μονάδα).** Μια μονάδα αναερόβιας χώνευσης δέχεται 10.000 kgTSS/ημέρα ιλύος με ποσοστό ολικών αιωρούμενων στερεών (TSS) = 5% και λόγο πτητικών αιωρούμενων στερεών προς ολικά αιωρούμενα στερεά VSS/TSS=0,6. Η μονάδα αναερόβιας χώνευσης διασπάει το 40% των εισερχόμενων πτητικών αιωρούμενων στερεών. Το παραγόμενο βιοαέριο τροφοδοτείται σε μονάδα συμπαραγωγής για την παραγωγή 50% θερμότητας και 35% ηλεκτρικής ενέργειας. Να υπολογισθούν τα ακόλουθα: α) Η μάζα ολικών και πτητικών αιωρούμενων στερεών που εξέρχεται από τη μονάδα αναερόβιας χώνευσης (σε kg/ημέρα), β) Η ποσότητα βιοαερίου η οποία παράγεται από τη μονάδα αναερόβιας χώνευσης (σε m3/ημέρα), γ) Η ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας η οποία παράγεται από τη μονάδα συμπαραγωγής (σε kWh/d)

**Δεδομένα**

Η διάσπαση 1 kg VSS παράγει 0,9 m3 βιοαέριο

Tο βιοαέριο περιέχει 60% μεθάνιο και 40% διοξείδιο του άνθρακα κατ’ όγκο

Η θερμογόνος δύναμη του μεθανίου είναι 11 kWh/m3