

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο – Τομέας Υδατικών Πόρων & Περιβάλλοντος

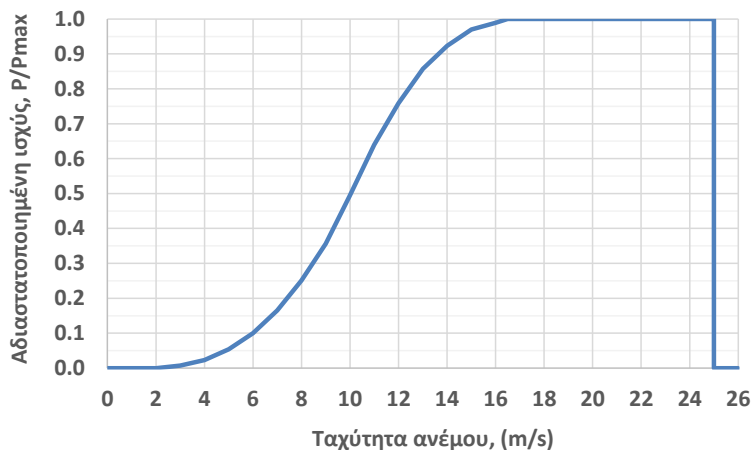
Μάθημα: Εισαγωγή στην Ενεργειακή Τεχνολογία

Ακαδημαϊκό έτος: 2024-2025

Κανονική εξέταση Ιανουαρίου 2025 – Διάρκεια εξέτασης 2:30'

Όνοματεπώνυμο:

- Στην εξέταση επιτρέπεται η χρήση οποιουδήποτε έντυπου υλικού, καθώς και ηλεκτρονικών συσκευών, για την ανάγνωση σημειώσεων και ιστοσελίδων και την εκτέλεση υπολογισμών.
 - Η εξέταση έχει ως κύριο στόχο να ολοκληρώσει το μάθημα, με την αντιμετώπιση θεμάτων που είχαν συζητηθεί στην τάξη, και την εκτίμηση μεγεθών που συνδέονται με θεμελιώδη τεχνικά προβλήματα.
 - Η κάθε είδους επικοινωνία (φυσική ή ψηφιακή) αποτελεί παραβίαση του κανονισμού εξετάσεων.
1. Το μίγμα ηλεκτροπαραγωγής μιας υποθετικής χώρας στη Βόρεια Ευρώπη περιλαμβάνει τέσσερις πηγές, ισχύος 1.0 GW κάθε μία, ήτοι πυρηνικές μονάδες, υδροηλεκτρικά έργα αιχμής, υπεράκτια αιολικά πάρκα και χερσαίες ανεμογεννήτριες. Κάνοντας εύλογες παραδοχές, εκτιμήστε τη συνολική ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και τον αντίστοιχο εξυπηρετούμενο πληθυσμό. **(1.5 μονάδες)**
 2. Φωτοβολταϊκό πλαίσιο καθαρής επιφάνειας 2.0 m² παρήγαγε 0.10 kWh σε διάστημα 15 min, κατά την οποία η ροή ηλιακής ακτινοβολίας ανήλθε σε 1100 W/m². Χαράξτε την καμπύλη ισχύος του πλαισίου και εκτιμήστε την παραγόμενη ισχύ στο ίδιο διάστημα, αν στο πλαίσιο προσπίπτει το μισό της παραπάνω ποσότητας. **(1.5 μονάδες)**
 3. Στο γράφημα απεικονίζεται η αδιαστατοποιημένη καμπύλη ισχύος της ανεμογεννήτριας Enercon E-126 7.58 (οι τιμές στον κατακόρυφο άξονα αντιστοιχούν στον λόγο της αποδιδόμενης ηλεκτρικής ισχύος προς τη μέγιστη): (α) Με βάση το γράφημα, αποδείξτε ότι στις ταχύτητες ανέμου των 8.0 και 10.0 m/s ο βαθμός απόδοσης της Α/Γ είναι πρακτικά ίδιος, (β) Υπολογίστε τον βαθμό απόδοσης στην ταχύτητα παύσης και εξηγήστε γιατί αυτός μειώνεται καθώς η καμπύλη ισχύος σταθεροποιείται, και (γ) Εκτιμήστε την ισχύ που παράγεται όταν η ταχύτητα ανέμου, μετρούμενη κοντά στο έδαφος, είναι ίση με 22 m/s. **(2.0 μονάδες)**



4. Η Ελλάδα συμφώνησε την πώληση και μεταφορά 10⁶ t λιγνίτη στη Βόρεια Μακεδονία, η οποία δεν δεσμεύεται από το εμπόριο CO₂, με τίμημα 30 €/t. Ο λιγνίτης έχει θερμογόνο δύναμη 7.2 MJ/kg και περιεκτικότητα σε άνθρακα 20%. Με το λιγνίτη παράγεται ηλεκτρική ενέργεια σε θερμικό σταθμό, με βαθμό απόδοσης 40%, η οποία εισάγεται στην Ελλάδα χωρίς να επιβαρύνεται με τέλη εκπομπών CO₂. Εκτιμήστε: (α) την ηλεκτρική ενέργεια που θα παραχθεί, (β) την έκλυση CO₂ ανά παραγόμενη MWh, (γ) το μοναδιαίο κόστος ηλεκτροπαραγωγής (σε €/MWh), θεωρώντας προσαύξηση κατά 10% για τα διάφορα λειτουργικά έξοδα, (δ) την επιβάρυνση που θα έχει η Βόρεια Μακεδονία αν υποχρεωθεί στην καταβολή τελών εκπομπής CO₂ ίσων με 70 €/t, και (ε) την αποτελεσματικότητα της παραπάνω συμφωνίας ως προς το στόχο μείωσης των εκπομπών CO₂. **(2.0 μονάδες)**

5. Σε θέση ποταμού με μέση ετήσια παροχή $20 \text{ m}^3/\text{s}$ σχεδιάζεται υδροηλεκτρικό έργο, που θα περιλαμβάνει ταμιευτήρα, με στάθμη λειτουργίας από $+200$ έως $+220 \text{ m}$, και σταθμό παραγωγής σε υψόμετρο $+120.0 \text{ m}$, που θα λειτουργεί 2000 ώρες, σε μέση ετήσια βάση. Στη μελέτη του ταμιευτήρα εκτιμήθηκε ότι οι ετήσιες απώλειες λόγω υπερχείλισης θα φτάνουν τα 50 hm^3 , ενώ οι απώλειες λόγω υπόγειων διαφυγών κρίθηκαν αμελητέες. Υποθέτοντας υδραυλικές απώλειες κατά την προσαγωγή του νερού ίσες με το 5% του ακαθάριστου ύψους πτώσης, εκτιμήστε την μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας, την απαιτούμενη ισχύ και τύπο των στροβίλων, καθώς και την παροχή σχεδιασμού του αγωγού προσαγωγής **(2.0 μονάδες)**
6. Η μέση ετήσια ηλιακή ακτινοβολία στο έδαφος σε περιοχή της Ελλάδας εκτιμάται σε 200 W/m^2 . Με πόσους τόνους ισοδυνάμου πετρελαίου (toe) ισούται η ετήσια ηλιακή ενέργεια που προσπίπτει σε ένα στρέμμα; **(1.0 μονάδα)**
7. Ξηρή βιομάζα με πρακτικά μηδενική υγρασία έχει θερμογόνο δύναμη 18 MJ/kg . Ποια θα είναι η θερμογόνος δύναμη αν η βιομάζα βραχεί και η περιεκτικότητα σε υγρασία γίνει 20% κατά βάρος. Η ενέργεια για την εξάτμιση νερού θερμοκρασίας 20°C εκτιμάται σε 620 kcal/kg **(1.0 μονάδα)**