ΔΠΘ Μη Συμβατικές Πηγές Ενέργειας

Β

Τμ. Μηχανικών Περιβάλλοντος 11 Σεπτεμβρίου 2019

**ΒΑΣΗ 15**

ΘΕΜΑ 1Ο (10 μονάδες)

Σε περιοχή με μέση ετήσια ταχύτητα ανέμου 12 m/s, να υπολογιστεί η ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Α/Γ ύψους 120 m και μήκους πτερυγίων 60 m, που έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά: ταχύτητα έναρξης 6 m/s, ονομαστική ταχύτητα 14 m/s, ταχύτητα αποκοπής 24 m/s, ονομαστική απόδοση 40 %, ηλεκτρική απόδοση 90 %, ενώ ο συντελεστής τραχύτητας του εδάφους είναι 0,15. Αν στην περιοχή αυτή εγκατασταθούν 4 Α/Γ των παραπάνω χαρακτηριστικών, να υπολογιστεί η ετήσια ηλεκτροπαραγωγή, το κόστος εγκατάστασης του αιολικού πάρκου και η τιμή διάθεσης της ηλεκτρικής ενέργειας ώστε ο χρόνος αποπληρωμής της επένδυσης να είναι 5 έτη.

ΘΕΜΑ 2Ο (20 μονάδες)

Η μέση μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία (kWh/m2) που δέχεται ένα τετραγωνικό μέτρο, στη διάρκεια ενός έτους εάν αυτό παρακολουθεί την ημερήσια διαδρομή του ήλιου (μεταβαλλόμενη κλίση διπλού άξονα), σε γεωγραφικό 38ο, δίνεται στον σχετικό Πίνακα. Να υπολογισθεί ο χρόνος αποπληρωμής της αρχικής επένδυσης, αν η τιμή που θα πρέπει να διαθέτει ένας φ/β σταθμός με πλαίσια διαστάσεων 0,644m x 1,282m (ΜΡΡ 100 Wp) ονομαστικής ισχύος 1 ΜWp, είναι 105 €/MWh. Η πρόβλεψη μέσου ετήσιου πληθωρισμού να θεωρηθεί 3 %. Για τη λύση της άσκησης έχουν γίνει οι υπολογισμοί του σχετικού Πίνακα. Δίνονται:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| κόστoς αγοράς πλαισίων | 350,00 | €/kWp | κόστος βάσεων στήριξης  | 200,00 | €/kWp |
| κόστος μελέτης και εγκατάστασης  | 150,00 | €/kWp | ετήσια λειτουργικά έξοδα | 10,00 | €/kWp |
| κόστος ηλεκτρονικών ισχύος  | 200,00 | €/kWp |  |  |  |

ΘΕΜΑ 3Ο (10 μονάδες)

Η θερμοκρασία και η πίεση γεωθερμικού ταμιευτήρα είναι 300 οC και 60 bar. Για τη γεωθερμική ηλεκτροπαραγωγή από τον ταμιευτήρα αυτό χρησιμοποιείται ατμοστρόβιλος με συμπυκνωτή που λειτουργεί στους 80 oC (θερμοκρασία που καθορίζεται από τη θερμοκρασία του νερού στο δίκτυο τηλεθέρμανσης, που εισέρχεται στον συμπυκνωτή στους 40 και εξέρχεται στους 65 oC). Αν η ακτίνα της γεώτρησης είναι 15 cm, να υπολογιστεί η ηλεκτρική ισχύς και η απόδοση της ηλεκτροπαραγωγής αν η κεφαλή της γεώτρησης λειτουργεί στα 20 bar και η ισεντροπική απόδοση του στροβίλου είναι 90 %.

Θερμοδυναμικά δεδομένα

κορεσμένο νερό

Τ, oC P, kPa v, m3/kg hf, kJ/kg hg, kJ/kg sf, kJ/kgK sg, kJ/lgK

55 15,763 0,001015 230,26 2600,1 0,7680 7,9898

80 47,416 0,001029 335,02 2643,0 1,0756 7,6111

212,38 2000 0,001177 908,47 2798,3 2,4467 6,3390

υπέρθερμος ατμός

P, kPa T, oC h, kJ/kg s, kJ/kgK

2000 225 2836,1 6,4160

2000 250 2903,3 6,5475

2000 300 3024,2 6,7684

6000 300 2885,6 6,0703

**ΤΥΠΟΛΟΓΙΟ**

|  |
| --- |
| Κατανομή Weibull: $hi= \left(\frac{k}{c}\right)\left(\frac{V\_{i}}{c}\right)^{k-1}e^{-\left(\frac{V\_{i}}{c}\right)^{k}}$ Πυκνότητα αέρα 1,225 kg/m3 c = Vave/0,9 [m/s] λ = 1/c [s/m]Μεταβολή ταχύτητας ανέμου με το ύψος: $v\_{h}=v\left(\frac{h}{h\_{ref}}\right)^{a}$ [m/s] $Ρ= \frac{1}{2 }ρΑV^{3}$ [W] $Ρo=C\_{P} \frac{1}{2 }ρ×Α×V^{3}$ [W] ΚΑΓ = κΑΓ x Pn [€] $κ\_{ΑΓ}= \frac{870000}{621 + Ρ\_{n}^{2,05} }+ 740$ [€/kW] κΑΓ,ολ. = κΑΓ x 3,971 x Pn-0,14 [€/kW] ΚΑΓ,ολ. = κΑΓ,ολ. x Pn [€] |
| ΙΟΑVE = 1.373 W/m2 συντελεστής ανάκλασης εδάφους 0,02 Ιον = ΙOAVE (1 + 0,0333 x συν (360v/365)) W/m2 δν = 23,45 . ημ(360\*(284+ν)/365)ωΔ = τοξσυν (-εφφ.εφδν) ΗΗ = Ι = 1,1 \* ΗΟΜ \* 0,7(0,678ΑΜν15) όπου ΑΜν15 το ΑΜ της 15ης μέρας του μήνα Μ. [W.h/ m2] ΗΔ/ΗΗ = 1,727 Κ2 – 2,965 Κ + 1,446ωΔκ = min{ωΔ, τοξσυν [– εφ(φ – β) ⋅ εφδ]} ΗΗκ = RΗ x ΗΗ [W.h/ m2]   (για μεταβαλλόμενη κλίση διπλού άξονα, ο αριθμητής γίνεται: (π/180)\*ωΔκ )**K = (0,895 – 0,014φ) + 0,0001ν + 2 10-5 ν2 -1,03 10-7ν3 + 1,5 10-10 ν4 - 5,5 10-14 ν5**   ηΙ = - 0,446 x Ι2 + 0,96 x I + 0,48 [I σε kW/m2] ηT = - 0,00002 x T2 - 0,001 x T + 1,042 [T σε oC] **η = ηn x ηΙ x ηΤ**  ΤΦΒ = Τα + hw x I [oC] hw = 0,03 m2 x oC / W και Ι η ένταση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας [W/m2]  |
|   ΔΡ η διαφορά πίεσης μεταξύ ταμιευτήρα και κεφαλής της γεώτρησης [Pa]G ροή μάζας [kg/m2/s] Q η ογκομετρική παροχή γεωθερμικού ρευστού [m3/s]H ειδική ενθαλπία [kJ/kg] μ το ιξώδες του γεωθερμικού ρευστού [kg/m/s]Ρ διαφορά πίεσης ταμιευτήρα-κεφαλής [bar] k η διαπερατότητα του ταμιευτήρα [m3/m = m2] h το πάχος του ταμιευτήρα [m] t ο χρόνος άντλησης [s] φ το πορώδες του διαπερατού πετρώματος του ταμιευτήρα  σ η συμπιεστότητα των ρευστών του ταμιευτήρα [kg/m/s2] και r η ακτίνα της γεώτρησης [m]  k x h μεταβιβαστικότητα ταμιευτήρα    φ x σ x h αποθηκευτικότητα ταμιευτήρα  |

ΑΣΚΗΣΗ 1 (Να συμπληρωθούν τα λευκά κελιά – τα λευκά κελιά μπορεί να έχουν και τιμή μηδέν)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **vi, m/s** | **hi** | **vhi, m/s** | **Pi, W/m2** | **Cp, %** | **P\*oi, W/m2** | **Poi, kW** | **ti, h** | **Eoi, MWh** | **Eel, MWh** |  |  |  |
| 3 | 4 | 0,0411 | 5,8 | 119,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 360 | 0,0 | **ειδικό κόστος Α/Γ** |  740,02  | **€/kW** |
| 4 | 5 | 0,0489 | 7,3 | 234,2 | 40,0 | 93,7 | 1059,6 | 428 | 453,6 | **ολικό ειδικό κόστος Α/Γ** |  897,27  | **€/kW** |
| 5 | 6 | 0,0551 | 8,7 | 404,8 | 40,0 | 161,9 | 1831,1 | 483 | 884,2 | **κόστος Α/γ** |  4.296.211,71  | **€/ΑΓ** |
| 6 | 7 | 0,0598 | 10,2 | 642,7 | 40,0 | 257,1 | 2907,7 | 524 | 1522,6 | **κόστος αιολικού πάρκου** |  42.962.117,07  | **€** |
| 7 | 8 | 0,0628 | 11,6 | 959,4 | 40,0 | 383,8 | 4340,3 | 550 | 2387,4 | **ετήσια ηλεκτροπαραγωγή** |  217.131,40  | **MWh/yr** |
| 8 | 9 | 0,0642 | 13,1 | 1366,0 | 31,0 | 423,4 | 4788,1 | 562 | 2692,7 | **τιμή διάθεσης** |  39,57  | **€/MWh** |
| 9 | 10 | 0,0641 | 14,5 | 1873,9 | 22,6 | 423,4 | 4788,1 | 562 | 2688,6 |  |  |  |
| 10 | 11 | 0,0627 | 16,0 | 2494,1 | 17,0 | 423,4 | 4788,1 | 549 | 2628,0 |  |  |  |
| 11 | 12 | 0,0601 | 17,4 | 3238,0 | 13,1 | 423,4 | 4788,1 | 526 | 2519,0 |  |  |  |
| 12 | 13 | 0,0565 | 18,9 | 4116,9 | 10,3 | 423,4 | 4788,1 | 495 | 2370,9 |  |  |  |
| 13 | 14 | 0,0523 | 20,3 | 5141,9 | 8,2 | 423,4 | 4788,1 | 458 | 2193,5 |  |  |  |
| 14 | 15 | 0,0476 | 21,8 | 6324,3 | 6,7 | 423,4 | 4788,1 | 417 | 1996,4 |  |   |  |
| 15 | 16 | 0,0426 | 23,2 | 7675,3 | 5,5 | 423,4 | 4788,1 | 374 | 1788,8 |  |  |  |
| 16 | 17 | 0,0376 | 24,7 | 9206,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 330 | 0,0 |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | **21713,1** |  |  |  |

ΑΣΚΗΣΗ 2 (Να συμπληρωθούν τα λευκά κελιά)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|   | **ν** | **β,μοίρες** | **Ιον, W/m2** | **δν, ο** | **ωΔ,ο** | **ωΔκ,ο** | **Hoν, kWh/d/m2** | **Hom, kWh/month/m2** | **AM** | **HH, kWh/month/m2** | **RA** | **RD** | **Ra** | **K** |
| **15-Ιουν** | 105 | 19,22 | 1362,28 | 9,41 | 97,44 | 90,74 | 9,80 | 294,14 | 2,85 | 162,418 | 1,81 | 0,97 | 0,03 | 0,49 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|   |  | **ΗΔ/ΗΗ** | **RH** | **HHκ, kWh/μήνα/m2** | **HHκ, kWh/day/m2** | **Τ, h** | **I, kW/m2** | **nI** | **Ta, oC** | **Tpv, oC** | **nT** | **n** | **Ee, MWh** |  |
| **Ιαν-Μάρ** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 325,76 | MWh |
| **15-Μαι** |  | 0,40 | 1,02 | 239,316 | 7,977 | 12,992 | 0,614 | 0,901 | 21 | 39,420 | 0,972 | 0,106 | **209,55** | MWh/ιουλ |
| **Ιουν-Δεκ** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 1475,92 | MWh |
|  | **15 ΜΟΝΑΔΕΣ** | **2011,22** | MWh/έτος |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | **ΕΤΟΣ** | **Επένδυση, k€** | **ετήσια έξοδα, k€** | **ετήσια έσοδα, k€** | **ΠΑ εσόδων, k€** | **Αθροιστική χρηματορροή, k€** |
| **πλήθος πλαισίων** | 10000,00 |  | **2018** | 900,00 | 10,00 | 201,18 | 201,18 | -708,82 |
| **εμβαδόν Φ/Β επιφάνειας** | 8256,08 | **m2** | **2019** | 201,18 | 195,32 | -523,50 |
| **nn** | 12,11 | **%** | **2020** | 201,18 | 189,63 | -343,87 |
| **5 ΜΟΝΑΔΕΣ** |  |  | **2021** | 201,18 | 184,11 | -169,77 |
|  |  | **2022** | 201,18 | 178,74 | -1,02 |
|  |  | **2023** | 201,18 | 173,54 | 162,52 |
|  |  | **2024** | 201,18 | 168,48 | 321,00 |