ΔΠΘ Μη Συμβατικές Πηγές Ενέργειας

B

Τμ. Μηχανικών Περιβάλλοντος 7 Ιανουαρίου 2020

ΘΕΜΑ 1Ο (10 μονάδες)

Σε περιοχή με μέση ετήσια ταχύτητα ανέμου 10 m/s, να υπολογιστεί η ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Α/Γ ύψους 80 m και μήκους πτερυγίων 40 m, που έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά: ταχύτητα έναρξης 6 m/s, ονομαστική ταχύτητα 11 m/s, ταχύτητα αποκοπής 19 m/s, ονομαστική απόδοση 35 %, ηλεκτρική απόδοση 90 %, ενώ ο συντελεστής τραχύτητας του εδάφους είναι 0,15. Αν στην περιοχή αυτή εγκατασταθούν 10 Α/Γ των παραπάνω χαρακτηριστικών, να υπολογιστεί η ετήσια ηλεκτροπαραγωγή, το κόστος εγκατάστασης του αιολικού πάρκου και ο χρόνος αποπληρωμής της επένδυσης αν η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια διατίθεται στα 55 €/MWh.

ΘΕΜΑ 2Ο (15 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 37ο, 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 100 kWp, είναι 110 €/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 (15 μονάδες)

Σε πειραματική γεώτρηση ακτίνας 10 cm από γεωθερμικό ταμιευτήρα νερού θερμοκρασίας 80 oC καταγράφηκε η πτώση πίεσης με το χρόνο για τις 48 πρώτες ώρες άντλησης με ρυθμό 65 m3/h:

h 1 2 3 6 12 24 48

bar 22,5 23,5 24,1 25,1 26,1 27,1 28,1

Να υπολογιστούν η μεταδοτικότητα και η αποθηκευτικότητα του ταμιευτήρα και ο ρυθμός άντλησης για τον οποίο η πτώση πίεσης να μην υπερβεί 30 bar για τα επόμενα 10 έτη. Το ιξώδες του νερού στους 80 οC είναι 0,365 10-3 kg/m\*s.

Νόμος Ελαχίστων Τετραγώνων:

κλίση Κ = [Ν \* Σ(Xi\*Yi) – Σ(Χi) \* Σ(Yi)] / [N \* Σ(Xi2) – Σ(Xi) \* Σ(Xi)]

 τεταγμένη επί της αρχής A = [Σ(Yi) \* Σ(Χi2) – Σ(Xi) \* Σ(Xi\*Yi)] / [N \* Σ(Xi2) – Σ(Xi) \* Σ(Xi)]

**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** |  |  |  |
| 2 | 0,0314 | 2,7 | 12,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 275 | 0,0 | 0,0 | **ειδικό κόστος Α/Γ** |  740,29  | **€/kW** |
| 3 | 0,0452 | 4,1 | 42,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 396 | 0,0 | 0,0 | **ολικό ειδικό κόστος Α/Γ** |  1.062,62  | **€/kW** |
| 4 | 0,0569 | 5,5 | 99,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 499 | 0,0 | 0,0 | **κόστος Α/γ** |  1.524.049,53  | **€/ΑΓ** |
| 5 | 0,0662 | 6,8 | 195,2 | 35,0 | 68,3 | 343,4 | 579 | 199,0 | 179,1 | **κόστος αιολικού πάρκου** |  15.240.495,26  | **€** |
| 6 | 0,0726 | 8,2 | 337,2 | 35,0 | 118,0 | 593,3 | 636 | 377,4 | 339,7 | **ετήσια ηλεκτροπαραγωγή** |  56.578,37  | **MWh/yr** |
| 7 | 0,0763 | 9,6 | 535,5 | 35,0 | 187,4 | 942,2 | 668 | 629,3 | 566,4 | **χρόνος αποπληρωμής** |  4,90  | **yr** |
| 8 | 0,0772 | 10,9 | 799,4 | 35,0 | 279,8 | 1406,4 | 676 | 950,8 | 855,7 |  |  |  |
| 9 | 0,0757 | 12,3 | 1138,2 | 25,1 | 285,3 | 1434,2 | 663 | 950,5 | 855,4 |  |  |  |
| 10 | 0,0721 | 13,7 | 1561,3 | 18,3 | 285,3 | 1434,2 | 631 | 905,4 | 814,9 |  |  |  |
| 11 | 0,0669 | 15,0 | 2078,1 | 13,7 | 285,3 | 1434,2 | 586 | 840,2 | 756,2 |  |  |  |
| 12 | 0,0606 | 16,4 | 2698,0 | 10,6 | 285,3 | 1434,2 | 530 | 760,8 | 684,7 |  |  |  |
| 13 | 0,0536 | 17,8 | 3430,3 | 8,3 | 285,3 | 1434,2 | 469 | 673,1 | 605,8 |  |   |  |
| 14 | 0,0464 | 19,1 | 4284,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 406 | 0,0 | 0,0 |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | **5657,8** |  |  |  |

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-Ιουλ** | 166 | 0,00 | 1329,11 | 23,31 | 108,95 | 91,48 | 11,64 | 349,26 | 2,72 | 199,013 | 1,66 | 1,00 | 0,00 | 0,665 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|   | **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-Ιουν** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | **79,95** | MWh |
| **15-Ιουν** | 0,31 | 1,46 | 289,855 | 9,662 | 14,527 | 0,665 | 0,921 | 29 | 48,953 | 0,945 | 0,105 |  **25,24** | MWh/ιουλ |
| **Αυγ-Δεκ** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | **99,10** | MWh |
|   |   |   |  |  |   |  |  |   |  |  |  | **204,29** | MWh/έτος |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | **ΕΤΟΣ** | **Επένδυση, k€** | **ετήσια έξοδα, k€** | **ετήσια έσοδα, k€** | **ΠΑ εσόδων, k€** | **Αθροιστική χρηματορροή, k€** |
| **πλήθος πλαισίων** | 1000 |  | **2018** | 70 | 1 | 12,47 | 12,47 | -58,53 |
| **εμβαδόν Φ/Β επιφάνειας** | 825,61 | **m2** | **2019** | 12,47 | 12,11 | -47,42 |
| **nn** | 12,11 | **%** | **2020** | 12,47 | 11,76 | -36,66 |
|  |  |  | **2021** | 12,47 | 11,41 | -26,25 |
|  |  |  | **2022** | 12,47 | 11,08 | -16,17 |
|  |  |  | **2023** | 12,47 | 10,76 | -6,41 |
|  |  |  | **2024** | 12,47 | 10,45 | 3,04 |