ΔΠΘ Μη Συμβατικές Πηγές Ενέργειας

Τμ. Μηχανικών Περιβάλλοντος 12 Απριλίου 2016

ΘΕΜΑ 1Ο (8 μονάδες)

Σε περιοχή με μέση ετήσια ταχύτητα ανέμου 9 m/s, να υπολογιστεί η ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Α/Γ ύψους 50 m και μήκους πτερυγίων 25 m, που έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά: ταχύτητα έναρξης 5 m/s, ονομαστική ταχύτητα 10 m/s, ταχύτητα αποκοπής 20 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 36 €/MWh.

ΛΥΣΗ

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **vi, m/s** | **hi** | **vhi, m/s** | **Pi, W/m2** | **Cp, %** | **P\*oi, W/m2** | **Poi, kW** | **ti, h** | **Eoi, MWh** | **Eel, MWh** |
| **4** | 0,0682 | 5,1 | 80,9 | 35,0 | 28,3 | 55,6 | 597 | 33,2 | 29,9 |
| **5** | 0,0779 | 6,4 | 158,0 | 35,0 | 55,3 | 108,6 | 682 | 74,1 | 66,7 |
| **6** | 0,0837 | 7,6 | 273,0 | 35,0 | 95,5 | 187,6 | 733 | 137,6 | 123,8 |
| **7** | 0,0858 | 8,9 | 433,4 | 35,0 | 151,7 | 297,9 | 751 | 223,8 | 201,4 |
| **8** | 0,0844 | 10,2 | 647,0 | 33,1 | 214,4 | 420,9 | 739 | 311,1 | 280,0 |
| **9** | 0,0801 | 11,5 | 921,2 | 23,3 | 214,4 | 420,9 | 701 | 295,3 | 265,7 |
| **10** | 0,0736 | 12,7 | 1263,7 | 17,0 | 214,4 | 420,9 | 645 | 271,3 | 244,2 |
| **11** | 0,0656 | 14,0 | 1682,0 | 12,7 | 214,4 | 420,9 | 575 | 241,9 | 217,7 |
| **12** | 0,0569 | 15,3 | 2183,7 | 9,8 | 214,4 | 420,9 | 498 | 209,7 | 188,7 |
| **13** | 0,0480 | 16,5 | 2776,3 | 7,7 | 214,4 | 420,9 | 420 | 176,9 | 159,2 |
| **14** | 0,0394 | 17,8 | 3467,6 | 6,2 | 214,4 | 420,9 | 345 | 145,4 | 130,9 |
| **15** | 0,0316 | 19,1 | 4265,0 | 5,0 | 214,4 | 420,9 | 277 | 116,6 | 104,9 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | 2013,1 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ειδικό κόστος Α/Γ** |  743,62  | **€/kW** |
| **ολικό ειδικό κόστος Α/Γ** |  1.267,25  | **€/kW** |
| **κόστος Α/γ** |  533.416,87  | **€/ΑΓ** |
| **κόστος αιολικού πάρκου** |  5.334.168,70  | **€** |
| **ετήσια ηλεκτροπαραγωγή** |  20.130,77  | **MWh/yr** |
| **χρόνος αποπληρωμής** |  7,36  | **yr** |

ΘΕΜΑ 2Ο (8 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 40ο, 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 1,6mx1m (ΜΡΡ 240 Wp) ονομαστικής ισχύος 1,2 ΜWp, στο πλάτος αυτό, είναι 90 €/MWh έτη. Η πρόβλεψη μέσου ετήσιου πληθωρισμού να θεωρηθεί 2 %. Για τη λύση της άσκησης έχουν γίνει οι υπολογισμοί του σχετικού Πίνακα. Δίνονται:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| κόστoς αγοράς πλαισίων | 300,00 | €/kWp | κόστος βάσεων στήριξης  | 150,00 | €/kWp |
| κόστος μελέτης και εγκατάστασης  | 150,00 | €/kWp | ετήσια λειτουργικά έξοδα | 20,00 | €/kWp |
| κόστος ηλεκτρονικών ισχύος  | 150,00 | €/kWp |  |  |  |

ΛΥΣΗ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| πλήθος πλαισίων | 5000 |  |
| εμβαδόν Φ/Β επιφάνειας | 8000 | m2 |
| nn | 15,00 | % |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ΕΤΟΣ | επένδυση | ετήσια έξοδα | ετήσια έσοδα | ΠΑ εσόδων | Αθροιστική χρηματορροή |
| 2015 | 2100 | 24 | 209,87 | 147,65 | -776,35 |
| 2016 | 209,87 | 147,62 | -652,73 |
| 2017 | 209,87 | 147,60 | -529,13 |
| 2018 | 209,87 | 147,57 | -405,56 |
| 2019 | 209,87 | 147,54 | -282,02 |
| 2020 | 209,87 | 147,52 | -158,50 |
| 2021 | 209,87 | 147,49 | -35,01 |

ΘΕΜΑ 3Ο (8 μονάδες)

Στο υβριδικό σύστημα του Σχήματος και χρονική στιγμή t έγιναν οι παρακάτω καταγραφές:

Ένταση ρεύματος φωτοβολταϊκών, **Ipv = 10 Amp** Τάση φωτοβολταϊκών, **Vpv = 30 Volt**

Ένταση ρεύματος φωτοβολταϊκών μετά τον μετατροπέα, **Icc = 12 Amp** Ρεύμα ανεμογεννήτριας, **Iw = 10 Amp**

Τάση φωτοβολταϊκών μετά τον μετατροπέα, **Vcc = 24 Volt** Τάση φορτίου, **VL = 220 Volt**

Ένταση ρεύματος κατανάλωσης στο φορτίο, **IL = 5 Amp** Απόδοση αντιστροφέα, **ninv = 95%**



Να δοθούν οι απαντήσεις στα παρακάτω ερωτήματα:

1. Τη χρονική στιγμή t, η μπαταρία φορτίζεται ή εκφορτίζεται;
2. Ποίο είναι το ρεύμα της μπαταρίας τη χρονική στιγμή t (Amp);
3. Ποια είναι η τάση της μπαταρίας τη χρονική στιγμή t (Volt);
4. Ποια είναι η απόδοση του μετατροπέα τη χρονική στιγμή t;

ΘΕΜΑ 4Ο (8 μονάδες)

Η συνολική ετήσια κατανάλωση πετρελαίου θέρμανσης μίας πόλης ανέρχεται σε 30.000 τόνους πετρελαίου, στο διάστημα Οκτωβρίου – Μαρτίου. Υδροθερμικός ταμιευτήρας συμπιεσμένου νερού 300 οC σε πίεση 100 bar πρόκειται να χρησιμοποιηθεί για την κάλυψη των θερμικών αυτών αναγκών από γεωθερμική μονάδα συμπαραγωγής. Η κεφαλή της γεώτρησης και ο διαχωριστής βρίσκονται σε πίεση 50 bar και η θερμοκρασία στον συμπυκνωτή είναι 80 oC. Η θερμογόνος δύναμη πετρελαίου 42 MJ/kg και η ισεντροπική απόδοση του στροβίλου 90 %.



Να υπολογιστούν:

1. Η μαζική παροχή του γεωθερμικού ρευστού.
2. Η ισχύς ηλεκτροπαραγωγής και η ισχύς θερμικής παραγωγής.
3. Η ηλεκτρική απόδοση του στροβίλου και η ηλεκτρική απόδοση της διεργασίας και
4. Η διατομή της γεώτρησης

Δίνονται:

100 bar, 300 oC: hl = 1344,8 kJ/kg, vl = 0,001404 m3/kg

50 bar: hl = 1154,5 kJ/kg, hg = 2794,2 kJ/kg, sl = 2,9207 kJ/kgK, sg = 5,9737 kJ/kgK

80 oC: hl = 335,02 kJ/kg, hg = 2064,8 kJ/kg, sl = 1,0756 kJ/kgK, sg = 7,6111 kJ/kgK

ΛΥΣΗ

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| X διαχωριστή | 11,6 | % | Χ μετά το στρόβιλο | 75 | % |
| Ιδανικό έργο  | 729,44 | kJ/kgsteam | Qcogen3 | 248,10 | kJ/kggf |
| Πραγματικό έργο | 656,50 | kJ/kgsteam | Qcogen2 | 1020,51 | kJ/kggf |
| Qcogen3 | 2137,70 | kJ/kgsteam | Qcogentotal | 1268,609 | KJ/kggf |
| Qcogen2 | 1154,50 | kJ/kgliquid | Παροχή γεώτρησης | 63,16 | m, kg/s |
| Ηλεκτρική ισχύς | 4812,43 | kW | Απόδοση στροβίλου | 23,49 | % |
| Θερμική ισχύς | 80128,21 | kW | Απόδοση διεργασίας | 5,67 | % |
| ακτίνα | 26,7 | cm | Μαζική ροή | 281,3 | Kg/m2/s |

ΑΣΚΗΣΗ 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|   | **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-Ιαν** | 15 | 51,17 | 1417,21 | -21,27 | 70,94 | 70,94 | 4,18 | 129,56 | 4,5 | 48,002 | 3,21 | 0,92 | 0,08 | 0,34 |
| **14-Φεβ** | 45 | 44,04 | 1405,68 | -13,62 | 78,27 | 78,27 | 5,61 | 157,01 | 3,8 | 68,902 | 2,62 | 0,92 | 0,08 | 0,37 |
| **15-Μαρ** | 74 | 33,05 | 1386,38 | -2,82 | 87,63 | 87,63 | 7,58 | 235,12 | 3,25 | 117,857 | 2,14 | 0,92 | 0,08 | 0,41 |
| **15-Απρ** | 105 | 19,22 | 1362,28 | 9,41 | 98,00 | 93,61 | 9,66 | 289,80 | 2,85 | 160,020 | 1,84 | 0,92 | 0,08 | 0,46 |
| **15-Μαϊ** | 135 | 7,17 | 1341,73 | 18,79 | 106,59 | 102,68 | 11,07 | 343,25 | 2,73 | 195,112 | 1,72 | 0,92 | 0,08 | 0,51 |
| **15-Ιουν** | 166 | 0,00 | 1329,11 | 23,31 | 111,20 | 111,20 | 11,67 | 350,19 | 2,72 | 199,540 | 1,69 | 0,92 | 0,08 | 0,54 |
| **15-Ιουλ** | 196 | 2,92 | 1328,51 | 21,52 | 109,32 | 107,33 | 11,39 | 353,12 | 2,725 | 200,966 | 1,70 | 0,917 | 0,083 | 0,55 |
| **15-Αυγ** | 227 | 15,28 | 1340,05 | 13,78 | 101,88 | 96,48 | 10,24 | 317,47 | 2,76 | 179,156 | 1,78 | 0,92 | 0,08 | 0,55 |
| **15-Σεπ** | 258 | 31,16 | 1360,76 | 2,22 | 91,86 | 90,34 | 8,37 | 251,03 | 3 | 133,673 | 1,99 | 0,92 | 0,08 | 0,52 |
| **15-Οκτ** | 288 | 46,39 | 1384,10 | -9,60 | 81,84 | 81,84 | 6,29 | 194,89 | 3,5 | 91,960 | 2,40 | 0,92 | 0,08 | 0,49 |
| **15-Νοε** | 319 | 56,17 | 1405,12 | -19,15 | 73,06 | 73,06 | 4,55 | 136,35 | 4,25 | 53,667 | 3,01 | 0,92 | 0,08 | 0,43 |
| **15-Δεκ** | 349 | 57,12 | 1417,00 | -23,34 | 68,78 | 68,78 | 3,79 | 117,47 | 4,8 | 40,476 | 3,43 | 0,92 | 0,08 | 0,37 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|   | **ΗΔ/ΗΗ** | **RH** | **HHκ, kWh/μήνα/m2** | **HHκ, kWh/day/m2** | **Τ, h** | **I, kW/m2** | **nI** |  | **Tpv, oC** | **nT** | **n** | **Ee, MWh** |  |
| **15-Ιαν** | 0,64 | 1,72 | 82,622 | 2,665 | 9,458 | 0,282 | 0,715 | 3 | 11,454 | 1,028 | 0,110 | **72,88** | MWh/Ιαν |
| **14-Φεβ** | 0,58 | 1,62 | 111,586 | 3,985 | 10,436 | 0,382 | 0,782 | 7 | 18,456 | 1,017 | 0,119 | **106,40** | MWh/Φεβ |
| **15-Μαρ** | 0,51 | 1,53 | 179,971 | 5,806 | 11,684 | 0,497 | 0,847 | 15 | 29,906 | 0,994 | 0,126 | **181,84** | MWh/Μαρ |
| **15-Απρ** | 0,44 | 1,46 | 234,231 | 7,808 | 13,066 | 0,598 | 0,894 | 21 | 38,926 | 0,973 | 0,131 | **244,55** | MWh/Απρ |
| **15-Μαϊ** | 0,39 | 1,44 | 281,380 | 9,077 | 14,212 | 0,639 | 0,911 | 26 | 45,160 | 0,956 | 0,131 | **294,15** | MWh/Μαι |
| **15-Ιουν** | 0,35 | 1,45 | 288,786 | 9,626 | 14,827 | 0,649 | 0,915 | 29 | 48,477 | 0,947 | 0,130 | **300,22** | MWh/Ιουν |
| **15-Ιουλ** | 0,33 | 1,47 | 294,542 | 9,501 | 14,576 | 0,652 | 0,916 | 31 | 50,056 | 0,942 | 0,129 | **305,02** | MWh/ιουλ |
| **15-Αυγ** | 0,34 | 1,51 | 270,765 | 8,734 | 13,584 | 0,643 | 0,913 | 30 | 49,290 | 0,944 | 0,129 | **280,04** | MWh/Αυγ |
| **15-Σεπ** | 0,37 | 1,62 | 216,208 | 7,207 | 12,248 | 0,588 | 0,890 | 27 | 44,652 | 0,957 | 0,128 | **221,20** | MWh/Σεπ |
| **15-Οκτ** | 0,41 | 1,79 | 164,492 | 5,306 | 10,912 | 0,486 | 0,841 | 25 | 39,588 | 0,971 | 0,123 | **161,27** | MWh/Οκτ |
| **15-Νοε** | 0,49 | 1,96 | 105,260 | 3,509 | 9,742 | 0,360 | 0,768 | 16 | 26,805 | 1,001 | 0,115 | **97,08** | MWh/Νοε |
| **15-Δεκ** | 0,59 | 1,91 | 77,333 | 2,495 | 9,170 | 0,272 | 0,708 | 7 | 14,661 | 1,023 | 0,109 | **67,23** | MWh/Δεκ |
|   |   |   | **2307,175** |  |  |  |  |  |  |  |  | **2331,87** | MWh/έτος |

**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] $κ\_{ΑΓ}= \frac{870000}{621 + Ρ\_{n}^{2,05} }+ 740$ [€/kW] ΚΑΓ = κΑΓ x Pn [€] 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 )   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]  |
|  100 bar, 300 oC: hl = 1344,8 kJ/kg, vl = 0,001404 m3/kg 50 bar: hl = 1154,5 kJ/kg, hg = 2794,2 kJ/kg, sl = 2,9207 kJ/kgK, sg = 5,9737 kJ/kgK 80 oC: hl = 335,02 kJ/kg, hg = 2064,8 kJ/kg, sl = 1,0756 kJ/kgK, sg = 7,6111 kJ/kgK |