ΔΠΘ Μη Συμβατικές Πηγές Ενέργειας

Τμ. Μηχανικών Περιβάλλοντος 2 Οκτωβρίου 2015

ΘΕΜΑ 1Ο (10 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 7 m/s, ονομαστική ταχύτητα 10 m/s, ταχύτητα αποκοπής 16 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 των ιδίων κεφαλαίων αν η επιδότηση της επένδυσης είναι 40 % και 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 |
| 6 | 0,0950 | 7,6 | 264,0 | 35,0 | 92,4 | 57,7 | 832 | 48,0 | 43,2 |
| 7 | 0,0944 | 8,8 | 419,2 | 35,0 | 146,7 | 91,7 | 827 | 75,8 | 68,2 |
| 8 | 0,0896 | 10,1 | 625,7 | 34,3 | 214,4 | 134,0 | 785 | 105,2 | 94,7 |
| 9 | 0,0818 | 11,3 | 890,9 | 24,1 | 214,4 | 134,0 | 716 | 96,0 | 86,4 |
| 10 | 0,0718 | 12,6 | 1222,1 | 17,5 | 214,4 | 134,0 | 629 | 84,3 | 75,9 |
| 11 | 0,0610 | 13,8 | 1626,6 | 13,2 | 214,4 | 134,0 | 534 | 71,6 | 64,4 |
| 12 | 0,0501 | 15,1 | 2111,8 | 10,2 | 214,4 | 134,0 | 439 | 58,8 | 52,9 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | 485,7 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ειδικό κόστος Α/Γ |  776,94  | €/kW |
| ολοκό ειδικό κόστος Α/Γ |  1.554,17  | €/kW |
| κόστος Α/γ |  208.234,13  | €/ΑΓ |
| κόστος αιολικού πάρκου |  2.082.341,35  | € |
| ετήσια ηλεκτροπαραγωγή |  4.857,26  | MWh/yr |
| ετήσια έσοδα |  174.861,30  |  €/yr  |
| χρόνος αποπληρωμής |  4,76  | yr |

ΘΕΜΑ 2Ο (10 μονάδες)

Να υπολογισθεί 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 39ο. Να υπολογισθεί η τιμή που θα πρέπει να διαθέτει ένας φ/β σταθμός με πλαίσια διαστάσεων 1,6mx1m (ΜΡΡ 240 Wp) ονομαστικής ισχύος 0,12 ΜWp, στο πλάτος αυτό τόπο, ώστε ο χρόνος αποπληρωμής της αρχικής επένδυσης να είναι 10 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 | 600,00 | €/kWp |
| κόστος μελέτης και εγκατάστασης  | 460,00 | €/kWp |
| κόστος ηλεκτρονικών ισχύος  | 287,50 | €/kWp |
| κόστος βάσεων στήριξης  | 300,00 | €/kWp |
| ετήσια λειτουργικά έξοδα | 20,00 | €/kWp |

ΛΥΣΗ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| πλήθος πλαισίων | 500 |  |
| εμβαδόν Φ/Β επιφάνειας | 800 | m2 |
| nn | 15,00 | % |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ΕΤΟΣ | επένδυση | ετήσια έξοδα | ετήσια έσοδα | ΠΑ εσόδων | Αθροιστική χρηματορροή |
| 2015 | 197,70 | 2,40 | 23,50 | 23,50 | -176,60 |
| 2016 |  | 2,40 | 23,50 | 23,04 | -155,95 |
| 2017 |  | 2,40 | 23,50 | 22,59 | -135,76 |
| 2018 |  | 2,40 | 23,50 | 22,15 | -116,01 |
| 2019 |  | 2,40 | 23,50 | 21,71 | -96,70 |
| 2020 |  | 2,40 | 23,50 | 21,29 | -77,81 |
| 2021 |  | 2,40 | 23,50 | 20,87 | -59,34 |
| 2022 |  | 2,40 | 23,50 | 20,46 | -41,28 |
| 2023 |  | 2,40 | 23,50 | 20,06 | -23,62 |
| 2024 |  | 2,40 | 23,50 | 19,67 | -6,35 |
| 2025 |  | 2,40 | 23,50 | 19,28 | 10,53 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| τιμή διάθεσης ηλεκτρικής ενέργειας | 106,46 | €/MWh |

ΘΕΜΑ 3Ο (10 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

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 | % |

ΑΣΚΗΣΗ 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | β,ο | Ιον, W/m2 | δν, ο | ωΔ,ο | Τ, h | ωΔκ,ο | Hoν, kWh/d/m2 | Hom, kWh/month/m2 | AM | HH, kWh/month/m2 | RA | RD | Ra |
| 15-Ιαν | 51,17 | 1417,21 | -21,27 | 71,28 | 9,504 | 71,28 | 4,27 | 132,23 | 4,94 | 44,045 | 3,16 | 0,81 | 0,187 |
| 14-Φεβ | 44,04 | 1405,68 | -13,62 | 78,48 | 10,464 | 78,48 | 5,69 | 159,26 | 4,5 | 59,005 | 2,59 | 0,86 | 0,141 |
| 15-Μαρ | 33,05 | 1386,38 | -2,82 | 87,67 | 11,690 | 87,67 | 7,65 | 237,11 | 3,31 | 117,144 | 2,12 | 0,92 | 0,081 |
| 15-Απρ | 19,22 | 1362,28 | 9,41 | 97,86 | 13,047 | 93,51 | 9,70 | 290,92 | 2,94 | 157,178 | 1,83 | 0,97 | 0,028 |
| 15-Μαϊ | 7,17 | 1341,73 | 18,79 | 106,29 | 14,172 | 102,43 | 11,08 | 343,58 | 2,82 | 191,097 | 1,72 | 1,00 | 0,004 |
| 15-Ιουν | 0,00 | **1329,11** | **23,31** | **110,81** | **14,775** | **110,81** | **11,67** | **350,08** | 2,81 | **195,182** | **1,68** | **1,00** | **0,000** |
| 15-Ιουλ | 2,92 | 1328,51 | 21,52 | 108,97 | 14,529 | 107,01 | 11,39 | 353,19 | 2,81 | 196,915 | 1,69 | 1,00 | 0,001 |
| 15-Αυγ | 15,28 | 1340,05 | 13,78 | 101,67 | 13,556 | 96,33 | 10,27 | 318,25 | 2,87 | 174,883 | 1,77 | 0,98 | 0,018 |
| 15-Σεπ | 31,16 | 1360,76 | 2,22 | 91,83 | 12,244 | 90,33 | 8,42 | 252,64 | 3,12 | 130,682 | 1,98 | 0,93 | 0,072 |
| 15-Οκτ | 46,39 | 1384,10 | -9,60 | 81,99 | 10,931 | 81,99 | 6,36 | 197,20 | 3,7 | 88,657 | 2,38 | 0,84 | 0,155 |
| 15-Νοε | 56,17 | 1405,12 | -19,15 | 73,37 | 9,782 | 73,37 | 4,63 | 138,88 | 4,6 | 50,227 | 2,97 | 0,78 | 0,222 |
| 15-Δεκ | 57,12 | 1417,00 | -23,34 | 69,17 | 9,223 | 69,17 | 3,88 | 120,15 | 5,28 | 36,862 | 3,37 | 0,77 | 0,229 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| K | ΗΔ/ΗΗ | RH | HHκ, kWh/month/m2 | HHκ, kWh/day/m2 | I, kW/m2 | nI | Tα, oC | Tpv, oC | nT | n | Ee, MWh |
| 0,35 | 0,62 | 1,70 | 74,827 | kWh/Ιαν/m2 | 2,414 | 0,254 | 0,695 | 8 | 15,119 | 1,022 | 0,107 | 6,38 | MWh/Ιαν/m2 |
| 0,38 | 0,57 | 1,60 | 94,518 | kWh/Φεβ/m2 | 3,376 | 0,323 | 0,743 | 19 | 28,678 | 0,997 | 0,111 | 8,40 | MWh/Φεβ/m2 |
| 0,42 | 0,50 | 1,52 | 177,707 | kWh/Μαρ/m2 | 5,732 | 0,490 | 0,844 | 21 | 35,711 | 0,981 | 0,124 | 17,64 | MWh/Μαρ/m2 |
| 0,47 | 0,43 | 1,46 | 229,707 | kWh/Απρ/m2 | 7,657 | 0,587 | 0,890 | 26 | 43,605 | 0,960 | 0,128 | 23,55 | MWh/Απρ/m2 |
| 0,51 | 0,38 | 1,44 | 275,848 | kWh/Μαι/m2 | 8,898 | 0,628 | 0,907 | 29 | 47,836 | 0,948 | 0,129 | 28,47 | MWh/Μαι/m2 |
| **0,55** | **0,34** | **1,45** | **282,814** | kWh/Ιουν/m2 | **9,427** | **0,638** | **0,911** | 32 | **51,142** | **0,939** | **0,128** | **29,02** | MWh/Ιουν/m2 |
| 0,56 | 0,33 | 1,47 | 288,819 | kWh/ιουλ/m2 | 9,317 | 0,641 | 0,912 | 33 | 52,238 | 0,935 | 0,128 | 29,57 | MWh/ιουλ/m2 |
| 0,56 | 0,33 | 1,51 | 263,838 | kWh/Αυγ/m2 | 8,511 | 0,628 | 0,907 | 32 | 50,836 | 0,939 | 0,128 | 26,98 | MWh/Αυγ/m2 |
| 0,53 | 0,36 | 1,60 | 209,658 | kWh/Σεπ/m2 | 6,989 | 0,571 | 0,883 | 28 | 45,124 | 0,956 | 0,127 | 21,23 | MWh/Σεπ/m2 |
| 0,49 | 0,40 | 1,76 | 156,078 | kWh/Οκτ/m2 | 5,035 | 0,461 | 0,828 | 24 | 37,817 | 0,976 | 0,121 | 15,12 | MWh/Οκτ/m2 |
| 0,44 | 0,48 | 1,92 | 96,552 | kWh/Νοε/m2 | 3,218 | 0,329 | 0,748 | 20 | 29,870 | 0,994 | 0,111 | 8,61 | MWh/Νοε/m2 |
| 0,38 | 0,58 | 1,88 | 69,170 | kWh/Δεκ/m2 | 2,231 | 0,242 | 0,686 | 10 | 17,258 | 1,019 | 0,105 | 5,80 | MWh/Δεκ/m2 |
|  |  |  | **2219,536** | kWh/έτος/m2 |  |  |  |  |  |  |  | **220,78** | MWh/έτος/m2 |

**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 |