ΔΠΘ Μη Συμβατικές Πηγές Ενέργειας

Τμ. Μηχανικών Περιβάλλοντος 16 Ιουνίου 2015

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 50 m και μήκους πτερυγίων 25 m, που έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά: ταχύτητα έναρξης 5 m/s, ονομαστική ταχύτητα 12 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 100 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 | 0,0497 | 5,0 | 78,2 | 35,0 | 27,4 | 17,1 | 435 | 7,5 | 6,7 |
| 5 | 0,0584 | 6,3 | 152,8 | 35,0 | 53,5 | 33,4 | 511 | 17,1 | 15,4 |
| 6 | 0,0649 | 7,6 | 264,0 | 35,0 | 92,4 | 57,7 | 569 | 32,8 | 29,5 |
| 7 | 0,0692 | 8,8 | 419,2 | 35,0 | 146,7 | 91,7 | 606 | 55,6 | 50,0 |
| 8 | 0,0712 | 10,1 | 625,7 | 35,0 | 219,0 | 136,9 | 624 | 85,4 | 76,9 |
| 9 | 0,0712 | 11,3 | 890,9 | 35,0 | 311,8 | 194,9 | 624 | 121,6 | 109,4 |
| 10 | 0,0694 | 12,6 | 1222,1 | 30,3 | 370,4 | 231,5 | 608 | 140,7 | 126,6 |
| 11 | 0,0659 | 13,8 | 1626,6 | 22,8 | 370,4 | 231,5 | 578 | 133,7 | 120,4 |
| 12 | 0,0613 | 15,1 | 2111,8 | 17,5 | 370,4 | 231,5 | 537 | 124,4 | 111,9 |
| 13 | 0,0558 | 16,4 | 2684,9 | 0,1 | 370,4 | 231,5 | 489 | 113,2 | 101,9 |
| 14 | 0,0499 | 17,6 | 3353,4 | 0,1 | 370,4 | 231,5 | 437 | 101,1 | 91,0 |
| 15 | 0,0437 | 18,9 | 4124,6 | 0,1 | 370,4 | 231,5 | 383 | 88,6 | 79,7 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | 919,5 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ειδικό κόστος Α/Γ |  752,25  | €/kW |
| ολοκό ειδικό κόστος Α/Γ |  1.393,86  | €/kW |
| κόστος Α/γ |  322.714,58  | €/ΑΓ |
| κόστος αιολικού πάρκου |  32.271.457,88  | € |
| ετήσια ηλεκτροπαραγωγή |  91.945,47  | MWh/yr |
| ετήσια έσοδα |  3.310.036,78  |  €/yr  |
| χρόνος αποπληρωμής |  3,90  | yr |

ΘΕΜΑ 2Ο (10 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 39ο, δίνεται στον σχετικό Πίνακα 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 6 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 | 500,00 | €/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 | 185,70 | 2,40 | 30,68 | 30,68 | -157,42 |
| 2016 |  | 2,40 | 30,68 | 30,07 | -129,75 |
| 2017 |  | 2,40 | 30,68 | 29,48 | -102,67 |
| 2018 |  | 2,40 | 30,68 | 28,91 | -76,16 |
| 2019 |  | 2,40 | 30,68 | 28,34 | -50,22 |
| 2020 |  | 2,40 | 30,68 | 27,78 | -24,84 |
| 2021 |  | 2,40 | 30,68 | 27,24 | 0,00 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 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 | ωΔκ,ο | Τ, h | Hoν, kWh/d/m2 | Hom, kWh/month/m2 | AM | HH, kWh/month/m2 | RA | RD | Ra |
| 15-Ιαν | 51,17 | 1417,21 | -21,27 | 71,63 | 9,550 | 4,35 | 134,89 | 4,94 | 44,932 | 3,11 | 0,81 | 0,187 |
| 14-Φεβ | 44,04 | 1405,68 | -13,62 | 78,68 | 10,491 | 5,77 | 161,50 | 4,5 | 59,834 | 2,56 | 0,86 | 0,141 |
| 15-Μαρ | 33,05 | 1386,38 | -2,82 | 87,71 | 11,695 | 7,71 | 239,09 | 3,31 | 118,120 | 2,10 | 0,92 | 0,081 |
| 15-Απρ | 19,22 | 1362,28 | 9,41 | 97,72 | 13,029 | 9,73 | 292,01 | 2,94 | 157,771 | 1,82 | 0,97 | 0,028 |
| 15-Μαϊ | 7,17 | 1341,73 | 18,79 | 105,99 | 14,133 | 11,09 | 343,89 | 2,82 | 191,271 | 1,71 | 1,00 | 0,004 |
| 15-Ιουν | 0,00 | 1329,11 | 23,31 | 110,43 | 14,723 | 11,67 | 349,95 | 2,81 | **195,112** | **1,68** | **1,00** | **0,000** |
| 15-Ιουλ | 2,92 | 1328,51 | 21,52 | 108,62 | 14,482 | 11,39 | 353,23 | 2,81 | 196,943 | 1,69 | 1,00 | 0,001 |
| 15-Αυγ | 15,28 | 1340,05 | 13,78 | 101,46 | 13,528 | 10,29 | 319,01 | 2,87 | 175,302 | 1,76 | 0,98 | 0,018 |
| 15-Σεπ | 31,16 | 1360,76 | 2,22 | 91,80 | 12,240 | 8,47 | 254,23 | 3,12 | 131,504 | 1,97 | 0,93 | 0,072 |
| 15-Οκτ | 46,39 | 1384,10 | -9,60 | 82,13 | 10,950 | 6,44 | 199,50 | 3,7 | 89,689 | 2,36 | 0,84 | 0,155 |
| 15-Νοε | 56,17 | 1405,12 | -19,15 | 73,67 | 9,823 | 4,71 | 141,41 | 4,6 | 51,140 | 2,93 | 0,78 | 0,222 |
| 15-Δεκ | 57,12 | 1417,00 | -23,34 | 69,55 | 9,274 | 3,96 | 122,82 | 5,28 | 37,684 | 3,32 | 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 | 0,61 | 1,71 | 76,798 | kWh/Ιαν/m2 | 2,477 | 0,259 | 0,699 | 8 | 15,282 | 1,022 | 0,107 | 6,58 | MWh/Ιαν/m2 |
| 0,39 | 0,56 | 1,61 | 96,270 | kWh/Φεβ/m2 | 3,438 | 0,328 | 0,747 | 19 | 28,832 | 0,997 | 0,112 | 8,60 | MWh/Φεβ/m2 |
| 0,43 | 0,49 | 1,52 | 179,682 | kWh/Μαρ/m2 | 5,796 | 0,496 | 0,846 | 21 | 35,868 | 0,980 | 0,124 | 17,89 | MWh/Μαρ/m2 |
| 0,48 | 0,42 | 1,46 | 230,968 | kWh/Απρ/m2 | 7,699 | 0,591 | 0,892 | 26 | 43,727 | 0,960 | 0,128 | 23,72 | MWh/Απρ/m2 |
| 0,52 | 0,37 | 1,45 | 276,472 | kWh/Μαι/m2 | 8,918 | 0,631 | 0,908 | 29 | 47,932 | 0,948 | 0,129 | 28,57 | MWh/Μαι/m2 |
| **0,55** | **0,33** | **1,45** | **283,030** | kWh/Ιουν/m2 | **9,434** | **0,641** | **0,912** | 32 | **51,223** | **0,938** | **0,128** | **29,06** | MWh/Ιουν/m2 |
| 0,57 | 0,32 | 1,47 | 289,081 | kWh/ιουλ/m2 | 9,325 | 0,644 | 0,913 | 33 | 52,317 | 0,935 | 0,128 | 29,62 | MWh/ιουλ/m2 |
| 0,56 | 0,32 | 1,51 | 264,539 | kWh/Αυγ/m2 | 8,534 | 0,631 | 0,908 | 32 | 50,924 | 0,939 | 0,128 | 27,08 | MWh/Αυγ/m2 |
| 0,54 | 0,35 | 1,60 | 210,939 | kWh/Σεπ/m2 | 7,031 | 0,574 | 0,884 | 28 | 45,234 | 0,956 | 0,127 | 21,40 | MWh/Σεπ/m2 |
| 0,50 | 0,40 | 1,76 | 157,840 | kWh/Οκτ/m2 | 5,092 | 0,465 | 0,830 | 24 | 37,949 | 0,975 | 0,121 | 15,33 | MWh/Οκτ/m2 |
| 0,44 | 0,47 | 1,92 | 98,327 | kWh/Νοε/m2 | 3,278 | 0,334 | 0,751 | 20 | 30,010 | 0,994 | 0,112 | 8,80 | MWh/Νοε/m2 |
| 0,38 | 0,57 | 1,88 | 70,944 | kWh/Δεκ/m2 | 2,289 | 0,247 | 0,690 | 10 | 17,403 | 1,019 | 0,105 | 5,98 | MWh/Δεκ/m2 |
|  |  |  | **2234,891** | kWh/έτος/m2 |  |  |  |  |  |  |  | **222,63** | 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 |