ΔΠΘ Μη Συμβατικές Πηγές Ενέργειας

A

Τμ. Μηχανικών Περιβάλλοντος 24 Απριλίου 2017

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 7 m/s, ονομαστική ταχύτητα 12 m/s, ταχύτητα αποκοπής 20 m/s, ονομαστική απόδοση 40 %, 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.

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 35ο, 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 1,6m x 1,2m (ΜΡΡ 240 Wp) ονομαστικής ισχύος 2,4 ΜWp, είναι 90 €/MWh. Η πρόβλεψη μέσου ετήσιου πληθωρισμού να θεωρηθεί 2 %. 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 συνολική ετήσια κατανάλωση πετρελαίου θέρμανσης μίας πόλης ανέρχεται σε 50.000 τόνους, 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

**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]  |
|  100 bar, 300 oC: hl = 1344,8 kJ/kg, vl = 0,001404 m3/kg50 bar: hl = 1154,5 kJ/kg, hg = 2794,2 kJ/kg, sl = 2,9207 kJ/kgK, sg = 5,9737 kJ/kgK80 oC: hl = 335,02 kJ/kg, hg = 2064,8 kJ/kg, sl = 1,0756 kJ/kgK, sg = 7,6111 kJ/kgK |

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** |  |  |  |
| **4** | 0,0411 | 5,8 | 119,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 360 | 0,0 | 0,0 | **ειδικό κόστος Α/Γ** |  740,02  | **€/kW** |
| **5** | 0,0489 | 7,3 | 234,2 | 40,0 | 93,7 | 1059,6 | 428 | 453,6 | 408,3 | **ολικό ειδικό κόστος Α/Γ** |  897,27  | **€/kW** |
| **6** | 0,0551 | 8,7 | 404,8 | 40,0 | 161,9 | 1831,1 | 483 | 884,2 | 795,8 | **κόστος Α/γ** |  4.296.211,71  | **€/ΑΓ** |
| **7** | 0,0598 | 10,2 | 642,7 | 40,0 | 257,1 | 2907,7 | 524 | 1522,6 | 1370,4 | **κόστος αιολικού πάρκου** |  42.962.117,07  | **€** |
| **8** | 0,0628 | 11,6 | 959,4 | 40,0 | 383,8 | 4340,3 | 550 | 2387,4 | 2148,6 | **ετήσια ηλεκτροπαραγωγή** |  163.323,03  | **MWh/yr** |
| **9** | 0,0642 | 13,1 | 1366,0 | 31,0 | 423,4 | 4788,1 | 562 | 2692,7 | 2423,4 | **χρόνος αποπληρωμής** |  7,31  | **yr** |
| **10** | 0,0641 | 14,5 | 1873,9 | 22,6 | 423,4 | 4788,1 | 562 | 2688,6 | 2419,8 |  |  |  |
| **11** | 0,0627 | 16,0 | 2494,1 | 17,0 | 423,4 | 4788,1 | 549 | 2628,0 | 2365,2 |  |  |  |
| **12** | 0,0601 | 17,4 | 3238,0 | 13,1 | 423,4 | 4788,1 | 526 | 2519,0 | 2267,1 |  |  |  |
| **13** | 0,0565 | 18,9 | 4116,9 | 10,3 | 423,4 | 4788,1 | 495 | 2370,9 | 2133,8 |  |  |  |
| **14** | 0,0523 | 20,3 | 5141,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 458 | 0,0 | 0,0 |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | **16332,3** |  |  |  |

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** | 196 | 2,92 | 1328,51 | 21,52 | 106,03 | 90,56 | 11,38 | 352,93 | 2,725 | 200,857 | 1,65 | 1,00 | 0,00 | 0,623 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|   | **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** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | **2597,92** | MWh |
| **15-Ιουλ** | 0,27 | 1,47 | 296,203 | 9,555 | 14,137 | 0,676 | 0,925 | 31 | 50,777 | 0,940 | 0,109 | **617,96** | MWh/ιουλ |
| **Αυγ-Δεκ** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | **1828,36** | MWh |
|   |   |   |  |  |   |  |  |   |  |  |  | **5044,24** | MWh/έτος |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | **ΕΤΟΣ** | **Επένδυση, k€** | **ετήσια έξοδα, k€** | **ετήσια έσοδα, k€** | **ΠΑ εσόδων, k€** | **Αθροιστική χρηματορροή, k€** |
| **πλήθος πλαισίων** | 10000 |  | **2018** | 2160,00 | 24,00 | 453,98 | 319,22 | -1864,78 |
| **εμβαδόν Φ/Β επιφάνειας** | 19200 | **m2** | **2019** | 453,98 | 319,16 | -1569,62 |
| **nn** | 12,50 | **%** | **2020** | 453,98 | 319,11 | -1274,51 |
|  |  |  | **2021** | 453,98 | 319,05 | -979,45 |
|  |  |  | **2022** | 453,98 | 319,00 | -684,46 |
|  |  |  | **2023** | 453,98 | 318,94 | -389,52 |
|  |  |  | **2024** | 453,98 | 318,89 | -94,63 |

ΑΣΚΗΣΗ 3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ | P,bar | T, oC | h, kJ/kg | hg, kJ/kg | hl, kJ/kg | s, kJ/kg | sg, kJ/kg | sl, kJ/kg | ποιότητα x | v, m3/kg | vg, m3/kg | vl, m3/kg |
| Γ/Θ ρευστό στον ταμιευτήρα | **100** | **300,00** | 1344,8 | 0 | 1344,8 |  |  |  | 0 |  |  |   |
| Γ/Θ ρευστό στην κεφαλή | 85,94 | 300,00 | 1344,8 |  |  |  |  |  | 0 | 0,001404 |  | 0,001404 |
| Γ/Θ ρευστό στον διαχωριστή | **50** | 263,94 | 1344,80 | 2794,2 | 1154,5 | 3,275025 | 5,9737 | 2,9207 | 0,1161 |  |  |   |
| ΑΤΜΟΣΤΡΟΒΙΛΟΣ | P,bar | T, oC | h, kJ/kg | hg, kJ/kg | hl, kJ/kg | s, kJ/kg | sg, kJ/kg | sl, kJ/kg | ποιότητα x |  |   |
| Κατάσταση 1 | 50 | 263,94 | 2794,2 | 2794,2 |  |  | 5,9737 |  | 1 |  |  |   |
| Κατάσταση 2 | 50 | 263,94 | 1154,5 |  | 1154,5 |  |  |  | 0 |  |  |   |
| Κατάσταση 3s (ιδανικά) | 0,7014 | **80** | 2064,76 | 2643 | 335,02 | 5,9737 | 7,6111 | 1,0756 | 0,75 |  |  |   |
| Κατάσταση 3 (πραγματικά) |  |  | 2137,70 |  |  |  |  |  |  |  |  |   |
| Ιδανικό έργο ws | 729,44 | kJ/kgsteam |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |
| Πραγματικό έργο w | 656,50 | kJ/kgsteam |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |
| Qcogen3 | 2137,70 | kJ/kgsteam | Qcogen3 | 248,10 | kJ/kggf |  |  |  |  |  |  |   |
| Qcogen2 | 1154,50 | kJ/kgliquid | Qcogen2 | 1020,51 | kJ/kggf |  |  |  |  |  |  |   |
|   |  |  | Qcogentotal | 1268,609 | KJ/kggf |  |  |  |  |  |  |   |
| παροχή γεώτρησης, m | 105,27 |  kg/s |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |
| παροχή γεώτρησης | 0,14782 | m3/s |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |
| ηλεκτρική ισχύς We | 8020,71 | kW |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |
| θερμική ισχύς Wth | 133547 | kW |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |
| απόδοση στροβίλου | 23,49 | % |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |
| απόδοση διεργασίας | 5,67 | % |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| μαζική ροή G | 281,3 | kg/m2/s |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |
| ακτίνα γεώτρησης, r | 34,51 | cm |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |