ΘΕΜΑ 1Ο (10 μονάδες)

Στην περιοχή της Ξάνθης (φ = 41,13ο) η ηλεκτροπαραγωγή Φ/Β σταθμού ισχύος 1,2 MWp από μονοκρυσταλλικά Φ/Β πλαίσια διαστάσεων 0,644mx1,282m, σταθερής κλίσης 34ο και ονομαστικής ΜΡΡ 120 Wp, είναι (kWh/m2):

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ιαν | Φεβ | Μαρ | Απρ | Μαι | Ιουν | Ιουλ | Αυγ | Σεπ | Οκτ | Νοε | Δεκ | ΣΥΝΟΛΟ |
| 4,01 | 6,62 | 11,07 |  | 16,29 | 16,11 | 16,78 | 16,74 | 14,27 | 10,77 | 6,42 | 4,18 |  |

Να υπολογισθεί η ετήσια ηλεκτροπαραγωγή (MWh) και η απαιτούμενη τιμή διάθεσης της ηλεκτρικής MWh, ώστε ο χρόνος αποπληρωμής της επένδυσης να είναι 5 έτη. Δίνονται για τον μήνα Απρίλιο: ΑΜ = 2,71, K = 0,45, συντελεστής επίδρασης νεφώσεων 0,8 και Τα = 21 oC, ενώ η πρόβλεψη για τον ετήσιο πληθωρισμό είναι 2 %. Τα στοιχεία κόστους του σταθμού είναι:

€/kWp

Φ/Β πλαίσια 700 ηλεκτρονικά ισχύος 300

εγκατάσταση/σύνδεση 300 βάσεις στήριξης 300

Ετήσια λειτουργικά κόστη 10

**ΛΥΣΗ**

ν = 105 ΙΟΑVE = 1.373 W/m2 Ιον = ΙOAVE (1 + 0,0333 x συν (360v/365)) = 1362 W/m2

δν = 23,45 . ημ(360\*(284+ν)/365) = 9,41ο ωΔ = τοξσυν (-εφφ.εφδν) = 98,33ο

 = 9,578 kWh/d/m2

Hom = 30\*Hoν = 287,347 kWh/month/m2  ΗΗ = Ι = 1,1 \* ΗΟΜ \* 0,7(0,678ΑΜν15) = 164,129 kWh/month/m2

ωΔκ = min{ωΔ, τοξσυν [– εφ(φ – β) ⋅ εφδ]} = 91,19o

 = 1,10

 = 0,91  = 0,09

ΗΔ/ΗΗ = 1,727 Κ2 – 2,965 Κ + 1,446 = 0,46

 = 1,02

ΗΗκ = RΗ x ΗΗ = 166,625 kWh/month/m2 HHκ\* = 0,8\*ΗΗκ = 133,30 kWh/month/m2

Ημερήσιο HHκ\* = 133,30/30 = 4,443 kWh/d/m2 T = 2\*ωΔ/15 = 13,11 h

I = 4,443/13,11 = 0,339 kW/m2 ηΙ = - 0,446 x Ι2 + 0,96 x I + 0,48 = 0,754

ΤΦΒ = Τα + hw x I = 31,17 oC ηT = - 0,00002 x T2 - 0,001 x T + 1,042 = 0,99

nn = 120/(1000\*0,644\*1,282) = 0,1453 n = nn\*nI\*nT = 0,109

Ee = n\*HHk\*= 14,49 kWh/month/m2

Ετήσια ειδική: 4,01+6,62+11,07+14,49+16,29+16,11+16,78+16,74+14,27+10,77+6,42+4,18 =

ηλεκτροπαραγωγή: = 137,74 kWh/m2

Πλαίσια: 1200\*1000/120 = 10.000

Εμβαδόν: 10.000\*0,644\*1,282 = 8256 m2

Ετήσια ηλεκτροπαραγωγή: 8256\*137,74 = 1137 MWh

Κόστος εγκατάστασης σταθμού: Φ/Β πλαίσια 700\*1200 = 840.000 €

ηλεκτρονικά ισχύος 300\*1200 = 360.000 €

εγκατάσταση/σύνδεση 300\*1200 = 360.000 €

βάσεις στήριξης 300\*1200 = 360.000 €

1.920.000 €

Τιμή διάθεσης (Χ) της MWh Παρούσα αξία Παρούσα αξία

για αποπληρωμή σε 5 έτη Έτος λειτουργικών εσόδων

0 12000 1137\*Χ/(1,02^0) = 1137Χ

1 12000 1137\*Χ/(1,02^1) = 1115Χ

2 12000 1137\*Χ/(1,02^2) = 1093Χ

3 12000 1137\*Χ/(1,02^3) = 1072Χ

4 12000 1137\*Χ/(1,02^4) = 1051Χ

-1.920.000 – 5\*12.000 + (1137+1115+1093+1072+1051)Χ = 0 ⬄ Χ = 362 €/MWh

ΘΕΜΑ 2Ο (10 μονάδες)

Η κατανάλωση πετρελαίου θέρμανσης (θερμογόνος δύναμη 36 ΜJ/lt) μίας κωμόπολης, το διάστημα 1 Οκτωβρίου έως 15 Μαΐου, ανέρχεται σε 5.000.000 lt. Αν οι θερμικές ανάγκες της πόλης πρόκειται να καλυφθούν από γεωθερμικό ταμιευτήρα 250 oC και πίεσης 10 MPa, μέσω μονάδας συμπαραγωγής με στρόβιλο που λειτουργεί στα 2 MPa (πίεση κεφαλής της γεώτρησης και του διαχωριστή), με ισεντροπική απόδοση 90 % και συμπυκνωτή που λειτουργεί στα 10 kPa (η θερμότητα που απορρίπτεται στον συμπυκνωτή είναι πολύ χαμηλής θερμοκρασίας και δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για θέρμανση), να υπολογιστεί η απαιτούμενη θερμική ισχύς, η θερμοκρασία και η κατάσταση του γεωθερμικού ρευστού στον διαχωριστή, η ακτίνα της γεώτρησης και η ετήσια ηλεκτροπαραγωγή.

**ΛΥΣΗ**

Θερμικές ανάγκες της πόλης: 5.000.000\*36/((31+30+31+31+28+31+30+15)\*24\*3600) = 9,18 MW

Ταμιευτήρας: Pt = 10 MPa Tt = 250 oC ut = 1080,7 kJ/kg

Κεφαλή Ph = 2 MPa Th = 212,38 uh = 1080,7 kJ/kg

Διαχωριστής x = (1080,7-906,12)/(2599,1-906,12) = 10,31 %

hh = 0,1031\*2798,3 + (1-0,1031)\*908,47 = 1103,3

Μαζική παροχή γεώτρησης; (9,18\*1000/908,47)/(1-0,1031) = 11,26 kg/sec

Μαζική ροή γεώτρησης: (765000\*(100 – 20)^(-0,18))/1103,3 = 315,06 kg/m2/sec

Ακτίνα γεώτρησης: ((11,26/315,06)/π)^0,5 = 0,107 m

Ατμοστρόβιλος

Μαζική παροχή: 11,26\*0,1031 = 1,16 kg/sec

Είσοδος: h1 = 2798,3 kJ/kg s1 = 6,339 kJ/kgK

Έξοδος: s2ideal = 6,339 kJ/kgK P2 = 10 kPa

s2l = 0,6492 kJ/kgk s2g = 8,1488 kJ/kgK

x = (6,339 – 0,6492)/(8,1488 – 0,6492) = 0,759

h2l = 191,81 kJ/kg h2g = 2583,9 kJ/kg

h2ideal = 0,759\*2583,9 + (1-0,759)\*191,81 = 2006,6 kJ/kg

Ιδανικό έργο: wideal = 2798,3 – 2006,6 = 791,7 kJ/kg

Πραγματικό έργο: w = 0,9\*791,7 = 712,5 kJ/kg

Ηλεκτρική ισχύς: W’ = 712,5\*1,16 = 827,6 kW

Ετήσια ηλεκτροπαραγωγή: Ε = 827,6\*365\*24/1000 = 7.249,6 ΜWh

ΘΕΜΑ 3Ο (10 μονάδες)

Γεωθερμική αντλία θερμότητας πρόκειται να χρησιμοποιηθεί για τη θέρμανση κτιρίου στους 20 οc, μέσω υπόγειου δικτύου βάθους 200 m (θερμοκρασία εδάφους 20 oC, σταθερή όλο το έτος). Η απαιτούμενη θερμαντική ισχύς για το συγκεκριμένο κτίριο κυμαίνεται από 2 έως 8 MW. Να υπολογιστεί ο συντελεστής λειτουργίας της αντλίας, αν η ισεντροπική απόδοση του συμπιεστή είναι 70 % καθώς και η μέγιστη και η ελάχιστη ηλεκτρική κατανάλωση.

**ΛΥΣΗ**

Κατάσταση 4. Τ4 = 20 – 10 =10 oC Κορεσμένο μίγμα άρα Ρ4 = 0,41489 ΜΡα

Κατάσταση 1. Τ1 = Τ4 = 10 oC Ρ1 = 0,95\*Ρ4 = 0,39415 ΜΡα (στρογγυλοποίηση στα 0,4 ΜΡα)

h1 = 256,58 kJ/kg s1 = 0,9305 kJ/kgK

Κατάσταση 3. Τ3 = 20 + 10 =30 oC Συμπιεσμένο υγρό (κατά προσέγγιση κορεσμένο)

Ρ3 = 0,77064 ΜΡα h3 = 93,58 kJ/kg

Κατάσταση 2. Ρ2 = Ρ3/0,95 = 0,8112 (στρογγυλοποίηση στα 0,8 ΜΡα) s2ideal = 0,9305 kJ/kgK

h2ideal = 271,05 kJ/kg win.ideal = 271,05 – 256,58 = 14,47 kJ/kg

win = 14,47/0,7 = 20,68 kJ/kg h2 = 256,58 + 20,68 = 277,26 kJ/kg

Qin = 277,26 – 93,58 = 183,68 kJ/kg COPhp = 183,68/20,68 = 8,88

mRmin = 2000/183,68 = 10,89 kg/sec mRmax = 8000/183,68 = 43,56 kg/sec

welmin = 10,89\*20,68 = 225,13 kW welmax = 43,56\*20,68 = 900,51 kW