

Τελιό μάθημα ΑΠΕ

(Ευστρατιάδης 24-05-21)

cv17023@ntua.gr, με αυτό κάνουμε login. Μπαίνουμε 17:30, για ταυτοποίηση.

→ να κάνουμε ένα εργαλείο αποιομμάτων (για ασφάλεια)

Θεωρία:

→ μικρό υδροηλεκτρικό εμείς θεωρούμε και ένα έργο που δεν έχει αποθήκευση.

ή πάνω στο ποτάμι
και γτιάχνω ένα μικρό
αναβαθμό => μεγάλη
παροχή με μικρό ύψος πτώσης
και το δινόμενο να βγάλει
κάτω από τα 15MW

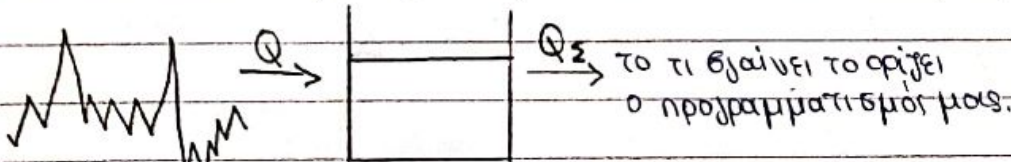
ή κάνουμε τα
έργα ευτροφής.
Παραλαμβάνω από
κάποιο σημείο το
ποτάμι =>
μεγάλη υψομετρία
ή διαφορά και
μικρή παροχή.

→ η ονομαστική παροχή των στροβίλων είναι το άθροισμα της μέγιστης παροχής που μπορούν να εμμεταλλευτούν οι στροβίλοι.

Εχουμε: Q (ποταμού) = μέση ετήσια παροχή του ποταμού

Q_s = παροχή σχεδιασμού των στροβίλων.

Ποιά είναι η σχέση μεταξύ τους; $Q_s > Q$ (κάνει αναρρύθμιση σταμιευτήρας)



Μπαίνει ύδατο
τέτατο

το τι βγαίνει το κρίζει
ο προγραμματισμός μας.

Θα μπορούσαμε να φτιάξουμε έργο βάσης, που να λειτουργεί σε συνεχή χρόνο. Αυτό θα είχε

$Q = Q_s$, απλώς δεν φτιάχναμε υδροηλεκτρικά έργα για αυτόν τον σκοπό. (ποτέ δεν το

κάνεις να λειτουργεί 8760h/yr ακόμα και αν είναι έργο βάσης)

σε έργο αιχμής $Q_s > Q$ σημαντικά μεγαλύτερη.

→ κρίσιμο στοιχείο για την αντήσοταμιευση είναι: έπιπλοπος παραφ. Ενέρξειας
κόστος άντλησης.

→ Για να έχω μεγάλη παραγωγή δευτερεύουσας ενέργειας σημαίνει:

έχω βάλει τον στόχο
χαμηλά

ή έχω υποδιαστασιολογήσει
τον ταμιευτήρα μου.
(χωρητικότητα)

→ στον στρόβιλο Francis γίνεται αυτό χωνί, ώστε να βγαίνει όσο το δυνατόν μικρή ταχύτητα διότι το ύψος κινητικής ενέργειας είναι απώλεια από το σύστημα.

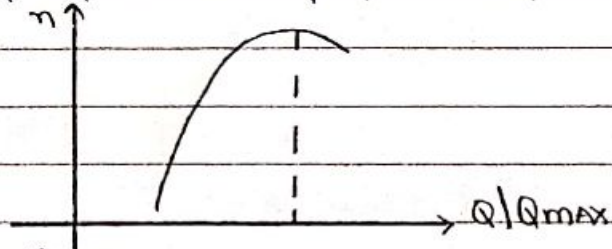
→ Από Pelton βγαίνει στην ατμόσφαιρα (χωρίς πίεση) => φρίξση. (επιμεταλλεύεται μόνο την κινητική ενέργεια)

→ Διαφορετική ισχύος στρόβιλοι μας βοηθούν να να πιάνουμε όσο το δυνατόν μεγαλύτερο εύρος παροχών στα μικρά υδροηλεκτρικά. Η ισχύς καθορίζει και το Q αφοί ισχύει: $P = \eta \gamma Q H$

→ $P = \eta \cdot \gamma \cdot Q \cdot H$ \Rightarrow θα υπάρχει $Q_{min} = 0,1 - 0,2 Q_{max}$. (ποσοστό της max)
↑ $\eta(Q/Q_{max})$
↑ ονομαστική ισχύς ↓ Q_{max}

→ Αν βάλω 2 ίδιους στρόβιλους παίξω μεταξύ Q_{min} και $2Q_{max}$. Αν βάλω 2 διαφορετικούς παίξω μεταξύ του μικρότερου εν τω $2 Q_{min}$ και του $Q_{max1} + Q_{max2}$. Πιάνω πολύ μεγάλο ποσοστό της παροχής και να επιμεταλλεύομαι σημαντικό μέρος του υδροστατικού μου παρότι δεν έχω αποθήκευση.

→ Αν έχω έναν μικρό στρόβιλο λειτουργεί για μικρότερα εύρη σε μικρότερες παροχές και θα έχω ηιάσει έναν μεγάλο βαθμό απόδοσης στρόβιλου, σε σχέση με το αν είχα έναν μεγαλύτερο στρόβιλο, που οι μικρές του παροχές λειτουργούν για τον μικρότερο βαθμό απόδοσης

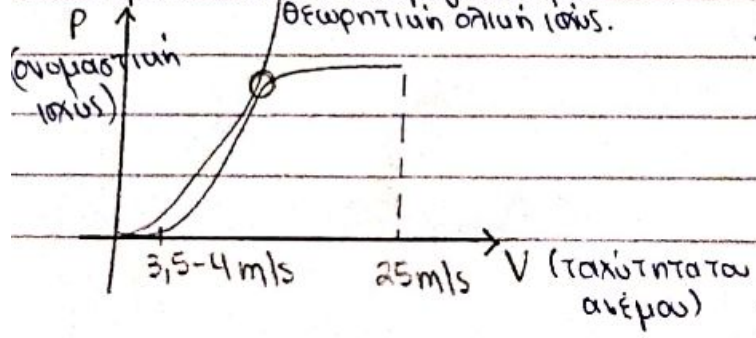


→ Οι στρόβιλοι Pelton κρατάνε υψηλό βαθμό απόδοσης για μεγάλο εύρος παροχών
→ Οι στρόβιλοι Francis όχι τόσο και οι καρβαν ακόμα χειρότερο.

Βαθμός απόδοσης ως ποσοστό παραχτησιμότητας.

→ στις μεγάλες παροχές, έχω μεγάλη ισχύ και μεγάλο βαθμό απόδοσης. Αν αντίθετα λειτουργεί με χαμηλή Q θα έχει και μικρό η.

→ χαμηλή ισχύος ανεμογεννήτριες: θεωρητική ολική ισχύς.



→ Μηδέν η παραγωγή ενέργειας:
1) κάτω από 3,5-4 m/s
2) πάνω από 25 m/s για λόγους ασφαλείας.

βαθμός απόδοσης = $\frac{P_{\text{πρωμ}}}{P_{\text{αέρω}}$ ↑ στη βέβαιη στο διαγράμμα

→ Σε ποιο σημείο θα δίνει μέγιστος ο βαθμός απόδοσης;

$\eta_{\text{max}} = \text{όριο beffz} = 16/27 \approx 59\%$

Η θεωρητική ισχύς του ανέμου

$P_{\text{αέρω}} = \frac{1}{8} \rho D^2 v^3$ (ολική ισχύς)

↓
είναι μέρος που δίνει πραγματική

Αναφέρεται σε μια ιδεατή ανεμογεννήτρια.

(Ελάτε χάρη της πραγματικής ολικής ισχύς πίσω)

Η απόδοση γίνεται η μικρότερη δυνατή και έχω τον μεγαλύτερο η.

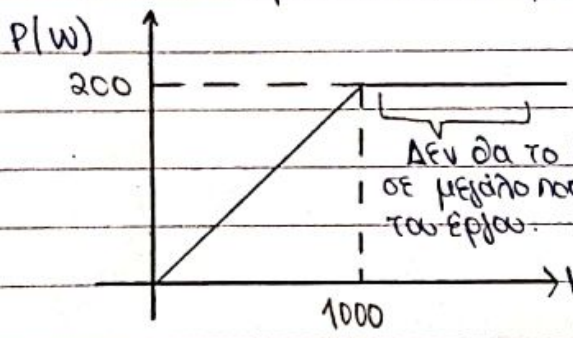
↓
Επει που ισχύς μου γίνεται μέγιστη.

(50%)

υδροστρόβιλο

(*) Στο υδροηλεκτρικό ο β.α. αυξάνει όσο αυξάνει η παροχή, ενώ στις ανεμογεννήτριες ο β.α. γίνεται μέγιστος σε κάποιο ενδιαμέσο σημείο.

→ Για την μαγνήτη ισχύος φωτοβολταίου:



(data)

Το 200W είναι η μέγιστη.

→ Πότε ριάνω την μέγιστη στο φωτοβολταίο; Στο 1000 W/m²

↓
είναι STC. (25°C)

→ Το άλλο είναι μια απλή γραμμική

Εισερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία (W/m²)

→ Το 1367 W/m² είναι ναίμερο ορόσημο: η ανα μονάδα επιφάνειας ακτινοβολία που φτάνει στο εξωτερικό όριο της ατμόσφαιρας.

→ $\beta. \alpha = \frac{P_{\text{πρ}}}{P_{\text{αέρω}}} = \frac{200}{1000} = 20\%$

Αφού την θεωρητική την ριάνω στα 1000 W/m², έχουμε 1m² => P = 1000W αέρω.

→ Το το ποσότητα στο εξωτερικό όριο της ατμόσφαιρας είναι παλίδα

Ασκήσεις:

Άσκηση 1: (Μικρό υδροηλεκτρικό)

Δεδομένα:

→ Το ποτάμι κατάντη θα έχει πάντα την $Q_{\text{ισοθ}}$ και την παροχή που υπερβαίνει το Q_{max} των στροβίλων. Σε κάποιες ηλημύρες, που θα περνάμε το Q_{max} , το νερό θα περνάει πάνω από τον υπερχειλιστή και δεν θα μπορεί να παραληφθεί από την υδροληψία.

Pelton μευλιμένη υδροληψία με
δεδομένη παροχευτικότητα.

$H_n = 150\text{m}$ (καθαρό ύψος πτώσης)

$E = 2,5\text{MWh}$, $t = 30\text{min}$

$Q/Q_{\text{max}} = 85\% = 0,85 \rightarrow$ λειτουργήσει το 85% της ονομαστικής του παροχής

$\eta_{\text{max}} = 0,90$

(*) Η ιαμπίλη του Pelton υφάξει για αρκετά μεγάλο εύρος παροχών τον μέγιστο βαθμό απόδοσης η_{max} . \Rightarrow Άρα στα 30min λειτουργήσει με το η_{max} (50%)

α) $\eta = \eta_{\text{max}} = 0,90$ (βαθμός απόδοσης)

$P = \frac{E}{t} = \frac{2,5\text{MWh}}{0,5\text{h}} = 5\text{MW} < 15\text{MW}$ αφού έχω μικρό υδροηλεκτρικό
(μέση ισχύ)

(παροχή) $P = \gamma \cdot \eta \cdot Q \cdot H_n \Rightarrow Q = \frac{P}{\gamma \cdot \eta \cdot H_n} = \frac{5000\text{kW}}{9,81 \cdot 0,9 \cdot 150\text{m}} = 3,775\text{m}^3/\text{sec}$
 kW kN/m^2 m^3/sec m

β) Εμβατεστημένη ισχύς στροβίλων: $Q_{\text{max}} = \frac{3,775}{0,85} = 4,442\text{m}^3/\text{sec}$
είναι για Q_{max} (50%)

$P_{\text{max}} = \gamma \cdot \eta \cdot Q_{\text{max}} \cdot H_n = 9,81 \cdot 0,9 \cdot 4,442 \cdot 150 = 5.882\text{kW}$
ή $5,88\text{MW}$

γ) Για στροβίλο Pelton: $Q_{\text{min}} = 0,1 \cdot Q_{\text{max}} = 0,1 \cdot 4,442 = 0,444\text{m}^3/\text{sec}$

Άρα αυτό σημαίνει ότι για $Q = 0,2\text{m}^3/\text{sec} < 0,444\text{m}^3/\text{sec} = Q_{\text{min}}$ δεν μπορεί να παραχθεί ενέργεια.

$Q_{\text{max}} = 4,442\text{m}^3/\text{sec}$, αν περάσω $Q > Q_{\text{max}}$ τότε θα παραχθεί εμβατεστημένη ισχύς

Άρα για 1hr $\Rightarrow E = P_{\text{max}} \cdot 1\text{hr} = 5,88 \cdot 1 = 5,88\text{MWh}$

(*) Αν έχω 2 στροβίλους και έρχεται μια παροχή, έχουμε αποφασίσει αυτός είναι ο πρωτεύων και αυτός δευτερεύων, άρα πρώτα θα περάσει η παροχή μέχρι την Q_{max} του μεγάλου και ότι περισσεύει περνάει από τον επόμενο. (βλέπε ασκήσεις)

Άσκηση 2: (Μεγάλο υδροηλεκτρικό ταμιευτήρα)

→ κάνει αποθήκευση και έχουμε πλήρη έλεγχο της παραγωγής ενέργειας. => κατά υαύνα δουλεύουμε με σταθερό βαθμό απόδοσης. (ανοίγω τον στροβίλο στην πλήρη παροχή του, γιατί έτσι το κω προγραμματίζει. Δεν υπάρχει λόγος να περάσω κάτι λιγότερο)

→ κατά υαύνα θα θεωρήσουμε και σταθερό ύγος πτώσης. => Όλες αυτές τις απώλειες θα τις ευφράσω πιο απλά και θα φτιάξω μια σχέση που θα είναι της μορφής:

$E = \psi V \cdot (z - z_s) \Rightarrow$ Προσοχή ΟΧΙ για μικρά υδροηλεκτρικά

συντελεστή που έχει μέσα τα πάντα.
 ύψος που περνάει από τους στροβίλους
 Διατάρι στο ύγος πτώσης = στάθμη ταμιευτήρα - υψόμετρο του σταθμού παραγωγής

→ Αυτή η σχέση σημαίνει ότι αν εγώ ορίσω έναν στόχο παραγωγής ενέργειας, μπορώ να ευτιμήσω πόσο νερό θα πρέπει να περάσω από τους στροβίλους, για να πετύχω αυτόν τον στόχο.
 → πιο πολύ νερό όταν ο ταμιευτήρας είναι σε χαμηλή στάθμη
 → πιο λίγο νερό όταν ο ταμιευτήρας είναι σε υψηλή στάθμη

→ Μπορώ να περάσω και παραπάνω νερό, αν δεν έχω φηφράσει την παρεχόμενη τιμότητα των στροβίλων, για να μην έχω άδυσοιες υπερχειλίσεις => παραγωγή ενέργειας πέραν του στόχου, η οποία ονομάζεται δευτερεύουσα ενέργεια.

Δεδομένα:

$KSL = +250m$

$ASL = +340m$ = στέγη υπερχειλιστή αν δεν έχω υδροφράγματα ή πάνω παρτιά των υδρογραμμάτων. (για να ευμεταλλευτούμε μεγαλύτερη αποθήκευση νερού και παραπάνω ύγος πτώσης)

$z_s = 200m$ = έξοδος αγωγού φυγής

$\psi = 0,23 \text{ GWh/hm}^4$, το V σε $10^6 m^3$ και το $z/100 \Rightarrow E$ σε GWh

$Q_{\text{οιυοη}} = 2 m^3/s$

→ Δίνεται διάγραμμα σχέσι στάθμης - Αποθέματος (όυμου)

→ $1/05 \Rightarrow +320m$

$31/05 \Rightarrow$ υπερχειλίση $10hm^3$, Άρα έφτασα $ASL = +340m$

έχω παράξει 30 GWh

α) Όγκος που πέρασε από τους στρωσίλους;

→ Πήγα από τα 320m στα 340m => παίρνω τον μ.ο. z = 330m

Άρα $E = \psi \cdot V \cdot (z - z_2) \Leftrightarrow V = \frac{E}{\psi \cdot (z - z_2)} = \frac{30 GWh}{0,236 Wh/hm^4 \cdot (330 - 200) / 100} = 100,33 hm^3$

β) Ονομαστική παροχή = Qmax = 50 m³/sec

→ Για να βρω τον χρόνο λειτουργίας: $t = \frac{V}{Q_{max}} = \frac{100,33 hm^3}{50 m^3/sec} = 2006,60 sec = 23 days$
(αφού $Q = \frac{V}{t}$) $= \frac{18600}{3600} = 5,17 hr$

→ Για την ισχύ: $P = \frac{E}{t} = \frac{30.000 MWh}{557,4 h} = 53,8 MW$

γ) Εισροές του ταμιεύτηρα =; Χρειαζόμαστε να φτιάξουμε ισοζύγιο.

$\Delta S = I - V - L - V_{οιμολ}$

ΔS : μεταβολή όγκου.
 I : Εισροή
 V : Έκροση για παραγωγή ενέργειας
 L : Απώλειες λόγω υπερχειλίσιων
 $V_{οιμολ}$: λόγω ομοιομορφίας => την παίρνω όμοιο νερό παροχής
 $V_{οιμολ} = Q_{οιμολ} \cdot t = 2 m^3/sec \cdot 2678400 / 10^6 = 5,36 hm^3$

→ Μπορώ να βρω την μεταβολή όγκου από το διάγραμμα. Αφού πήγα από τα 320 στα 340m => Αντιστοιχεί σε $\Delta S = 700 - 500 hm^3 = 200 hm^3$.

→ Άρα βάζω το ισοζύγιο ως προς I => $I = \Delta S + V + L + V_{οιμολ} = 200 + 100,33 + 10 + 5,36 = 315,69 hm^3$