

Δίνονται οι εξισώσεις κόστους λειτουργίας των παρακάτω Μονάδων σε τιμές €/h.

$$c_1 = 500 + 5.3P_1 + 4 \cdot 10^{-3}P_1^2$$

$$c_2 = 400 + 5.5P_2 + 6 \cdot 10^{-3}P_2^2$$

$$c_3 = 200 + 5.8P_3 + 9 \cdot 10^{-3}P_3^2$$

Το Συνολικό φορτίο είναι 800MW χωρίς περιορισμούς. Να υπολογιστεί η συνολική φόρτιση και το κόστος καθεμιάς.

ΛΥΣΗ

Ο συντελεστής Lagrange...

$$\lambda = \frac{800 + \frac{5,3}{2 \cdot 4 \cdot 10^{-3}} + \frac{5,5}{2 \cdot 6 \cdot 10^{-3}} + \frac{5,8}{2 \cdot 9 \cdot 10^{-3}}}{\frac{1}{2 \cdot 4 \cdot 10^{-3}} + \frac{1}{2 \cdot 6 \cdot 10^{-3}} + \frac{1}{2 \cdot 9 \cdot 10^{-3}}} =$$

$$= \frac{800 + 1443,06}{263,89} = 8.5 \text{ €/MWh}$$

Άρα αν αυξηθεί η ζήτηση κατά 1MW θα πληρώσω 8.5€

Φόρτιση γεννητριών

$$P_1 = \frac{8.5 - 5.3}{2 \cdot 0.004} = 400MW$$

$$P_2 = \frac{8.5 - 5.5}{2 \cdot 6 \cdot 10^{-3}} = 250MW$$

$$P_3 = \frac{8.5 - 5.8}{2 \cdot 9 \cdot 10^{-3}} = 150MW$$

Οπότε

$$c_1 \rightarrow 3260\text{€/h} \rightarrow 8.15\text{€/MWh}(\text{μέσο κόστος})$$

$$c_2 \rightarrow 2150\text{€/h} \rightarrow 8.6\text{€/MWh}$$

$$c_3 \rightarrow 1272,5\text{€/h} \rightarrow 8.48\text{€/MWh}$$

$$\text{Συνολικό κόστος } 6682,5\text{€/h} \rightarrow 8.35\text{€/MWh}$$

ΥΠΕΡΩΤΗΜΑ

Αν το φορτίο αυξηθεί στα 975MW, Και συνάμα τα όρια φόρτισης των γεννητριών είναι:

$$200 \leq P_1 \leq 450$$

$$150 \leq P_2 \leq 350$$

$$100 \leq P_3 \leq 225$$

Να βρεθούν οι νέες φορτίσεις των γεννητριών

ΛΥΣΗ

Κατ' αρχήν ελέγχουμε αν οι μονάδες επαρκούν για την λειτουργία αυτή.

Πράγματι $450MW + 350MW + 225MW > 975MW$ (κατά 50MW μόνο!!!)

Όμοια με πριν, αν αγνοήσω τα όρια των μονάδων προκύπτει

$$\lambda = 9.163\text{€/MWh}$$

$$482.9MW \rightarrow P_1$$

$$305.3MW \rightarrow P_2$$

$$186.8MW \rightarrow P_3$$

Το κόστος θα ήταν $8228.2\text{€/h} \rightarrow 8.43\text{€/MWh}$

Δυστυχώς αυτό το κόστος πρέπει να ανέβει γιατί θα περιοριστεί η P_1 στα 450MW . Άρα τα υπόλοιπα 525MW θα πρέπει να κατανεμηθούν σε G_1, G_2 . Οπότε επαναλαμβάνουμε με βάση την ύπαρξη 2 μονάδων πλέον.

Έτσι το νέο λ είναι:

$$\lambda = \frac{525 + \frac{5.5}{0.012} + \frac{5.8}{0.018}}{\frac{1}{0.012} + \frac{1}{0.018}} = \frac{1306}{138.96}$$

$$\lambda = 9,403 \text{ €/MWh}$$

Το κόστος επιπλέον παραγωγής MWh λόγω περιορισμού αυξήθηκε

Η φόρτιση των G_2, G_3 με αντικατάσταση

$$P_2 = 325\text{MW}$$

$$P_3 = 200\text{MW}$$

Οπότε είμαστε εντός των ορίων κάθε μονάδα.

Το κόστος είναι 8236.25€/h ή 8.54€/MWh

ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑ 1

Πότε θα τερμάτιζε η Μέγιστη ισχύς-η μονάδα 1?

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Απαιτούμε $P_1 = \frac{\lambda - 5.3}{0.008} = 450 \rightarrow \lambda = 8.9\text{€/MWh}$ τότε $\frac{P_D + 1443.06}{263.89} = 8.9\text{€/MWh} \rightarrow P_D = 905.5\text{MW}$

Σε μια τέτοια περίπτωση η μονάδα 1 θα έφτανε στο πλήρες φορτίο της.

Αντίστοιχα η μονάδα 2 $\rightarrow \lambda_2 = \frac{9.7\text{€}}{\text{MWh}}$ και η $\lambda_3 = 9.85\text{€/MWh}$

P_D για $P_2 = 350\text{MW}$: έχω 2 μονάδες που καλύπτουν P_D (ήδη παίρνω 450MW από τη μονάδα 1).

$$\frac{781 + P_D}{138.89} = 9.7 \rightarrow P_D = 566.23\text{MW} + 450 \text{ (από 1)}$$

1016.23MW (σε αυτό το φορτίο θα τερματίσει η μονάδα νο 2 και μετά θα ανεβαίνει η μονάδα νο 3)

ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑ 2

Πόση στρεφόμενη εφεδρεία έχω?

Μέγιστη ισχύς 1025MW, ελάχ. παραγωγή μονάδων 975MW

Αποτέλεσμα 50MW

ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑ 3

Η δυνατότητα παροχής εφεδρείας περιορίζεται από τη δυνατότητα μεταβολής του φορτίου της κάθε μιας μονάδας. Έστω ότι και οι 3 έχουν ρυθμό 20MW/min.

Πόση ισχύς μπορεί να προσφερθεί τότε για εφεδρεία;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Η πρώτη μονάδα που λειτουργεί στο τεχνικό της μέγιστο δεν μπορεί να αυξήσει την παραγωγή. Άρα συνεισφέρει 0MW/min

Οι άλλες 2 μονάδες μπορούν να συνεισφέρουν 25MW μέχρι το τεχνικό τους μέγιστο. Επομένως μπορούν να προσφέρουν 20MW/min.

Έτσι η προσφορά εφεδρείας είναι

$$0+20+20=\underline{40 \text{ MW/min}}$$

Έτσι δεν μπορούμε να εκμεταλλευτούμε πλήρως την ισχύ που εργάζεται εκείνη την στιγμή.

Πώς θα μπορούσε να γίνει αυτό:

Αρκεί να μειωνόταν σε μόνιμη κατάσταση η παραγωγή της 1^{ης} μονάδας.

Μας λείπουν 10MW/min, άρα αν αυτά πήγαιναν στην 1^η μονάδα, αυτή θα μας έδινε σε συνδυασμό με τις άλλες

$10+20+20=50\text{MW/min}$, δηλαδή το σύνολο της εφεδρείας σε 1 min, όπως απαιτείται

Η νέα θέση λειτουργίας της 1^{ης} μονάδας είναι 440MW.

Για να είμαστε OK στη μόνιμη κατάσταση θα αναλάβουν οι άλλες 2 μονάδες τα 10MW.

Τότε όμως θα πρέπει να γίνει έτσι ώστε οι μονάδες να έχουν το περιθώριο των 20MW.

Έτσι θα αυξηθεί η τιμή φόρτισης κατά 5MW σε κάθε μία (χωρίς ανάγκη επίλυσης). Άρα:

$$P_1 = 440\text{MW}, P_2 = 330\text{MW} \text{ και } P_3=205\text{MW}.$$

Το υπολογιζόμενο κόστος ανέρχεται σε 8242.03€/h → που οδηγεί σε συνολικό κόστος 5.75€/h υψηλότερο: Κόστος ασφάλειας

ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑ 4

Προσθήκη νέας μονάδας; (Όμοια Με την Τρίτη)

$$\text{Νέο } \lambda \rightarrow \frac{975+1443.06+322.22}{319.45} \rightarrow 8.58€/MWh$$

Τότε

$$P_1 = 409.7MW$$

$$P_2 = 256.7MW$$

$$P_3 = P_4 = 154.3MW$$

Η συνολική κατανομή δεν παραβιάζει τους περιορισμούς των μονάδων. Το συνολικό κόστος σε μία τέτοια περίπτωση θα είναι

$$8170.18€ \text{ ή } 8.38€/MWh$$

Άρα γλίτωσα 62€/h από την κίνηση.

Άρα δεν είναι πάντα αντί-οικονομική η προσθήκη μονάδας και κυρίως εξαρτάται από το σταθερό όρο της παράστασης αν συμφέρει να μπει ή όχι.

Επίσης σημαντικό είναι και το κόστος εκκίνησης για την σχετική απόφαση και πόσο η μονάδα είναι αναμμένη.

Στα 800MW φορτίο το κόστος με 4^η μονάδα θα ήταν σημαντικά αυξημένο αν κάνουμε όμοια τις πράξεις.

Στα 905MW θα πρέπει ήδη να έχουμε ξεκινήσει.