

ΤΥΠΟΛΟΓΙΟ ΓΙΑ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ «ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ»

1. ΜΕΛΕΤΗ ΦΟΡΤΙΩΝ

A/A	Σύμβολο	Μονάδα	Περιγραφή	Σχέση υπολογισμού
1	P_A	MW	Αιχμή φορτίου (μέγιστη ζήτηση φορτίου)	Από καμπύλη φορτίου ή από συντελεστές ετεροχρονισμού
2	T	h	Περίοδος φορτίου	Από καμπύλη φορτίου
3	E	MWh	Ενέργεια	$E = \int_0^T P \cdot dt$
4	P_μ	MW	Μέσο φορτίο	$P_\mu = \frac{E}{T}$
5	T_A	h	Μέσος χρόνος φορτίου	$T_A = \frac{E}{P_A}$
6	m	–	Συντελεστής φορτίου	$m = \frac{P_\mu}{P_A} = \frac{E}{P_A \cdot T}$

$$\text{Συντελεστής ταυτοχρονισμού} = \frac{\text{Μέγιστη ζήτηση μίας ομάδας φορτίων}}{\text{Άθροισμα μέγιστων ζητήσεων κάθε ενός φορτίου}} \leq 1$$

$$\text{Συντελεστής ετεροχρονισμού} = \frac{1}{\text{Συντελεστής ταυτοχρονισμού}} \geq 1, \quad P_A = \sum_{i=1}^n \frac{P_{εγκ,i} \cdot \zeta_i}{\varepsilon_i \cdot r_i}$$

2. ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΑΙΧΜΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ-ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ

2.1 Πρόβλεψη της Αιχμής Φορτίου που δεν Εξαρτάται από τη Θερμοκρασία

$$\hat{L}(t) = \xi(t) = \hat{a}_1 \cdot f_1(t) + \hat{a}_2 \cdot f_2(t) + \dots + \hat{a}_n \cdot f_n(t) = \sum_{i=1}^n \hat{a}_i \cdot f_i(t) = \underline{\hat{a}}^T \cdot \underline{f}(t)$$

$$\text{όπου } \underline{\hat{a}}^T \text{ ο ανάστροφος του πίνακα } \underline{\hat{a}}, \quad \underline{\hat{a}} = \begin{bmatrix} \hat{a}_1 \\ \hat{a}_2 \\ \dots \\ \hat{a}_n \end{bmatrix} = [\hat{a}_1 \quad \hat{a}_2 \quad \dots \quad \hat{a}_n]^T, \quad \underline{f}(t) = \begin{bmatrix} f_1(t) \\ f_2(t) \\ \dots \\ f_n(t) \end{bmatrix} = [f_1(t) \quad f_2(t) \quad \dots \quad f_n(t)]^T$$

$$L(t) = \xi(t) + r(t) = \hat{L}(t) + r(t), \quad \underline{z} = H \cdot \underline{\hat{a}}, \quad \text{όπου } \underline{z} = \begin{bmatrix} L(1) \\ L(2) \\ \dots \\ L(N) \end{bmatrix}, \quad H = \begin{bmatrix} \underline{f}^T(1) \\ \underline{f}^T(2) \\ \dots \\ \underline{f}^T(N) \end{bmatrix}, \quad \underline{\hat{a}} = G^{-1} \cdot H^T \cdot R^{-1} \cdot \underline{z}, \quad \text{όπου}$$

$$R^{-1} = \begin{bmatrix} \omega^2(1) & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \omega^2(2) & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \omega^2(N) \end{bmatrix}, \quad \omega^2(t) = \beta^{N-t}, \quad G = H^T \cdot R^{-1} \cdot H$$

$$\text{Μέση τιμή της αιχμής φορτίου που δεν εξαρτάται από τη θερμοκρασία: } \hat{L}(t) = \underline{\hat{a}}^T \cdot \underline{f}(t)$$

$$\text{Διασπορά της αιχμής φορτίου που δεν εξαρτάται από τη θερμοκρασία: } \sigma_L^2(t) = \underline{f}^T(t) \cdot \text{cov}(\hat{a}) \cdot \underline{f}(t), \quad \text{όπου}$$

$$\text{cov}(\hat{a}) = \sigma_v^2 \cdot G^{-1} \cdot H^T \cdot R^{-1} \cdot R^{-1} \cdot H \cdot G^{-1}, \quad \text{όπου } \sigma_v^2 = \frac{1}{N-n} \cdot \sum_{t=1}^N r^2(t), \quad \text{όπου } r(t) = L(t) - \hat{L}(t)$$

2.2 Πρόβλεψη της Αιχμής Φορτίου που Εξαρτάται από τη Θερμοκρασία

Δεδομένα: 1) μοντέλο φορτίου-θερμοκρασίας $S = g(t)$, 2) Συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας θερμοκρασίας $f_T = f_T(T)$

$$\text{Έστω για παράδειγμα ότι: } S = g(t) = \begin{cases} c - k_w \cdot (T - T_w) & , \text{ αν } T < T_w \\ c & , \text{ αν } T_w \leq T \leq T_s \\ c + k_s \cdot (T - T_s) & , \text{ αν } T > T_s \end{cases}$$

$$\text{Αν } S = c, \text{ τότε } f_s(s) = \int_{T_w}^{T_s} f_T(T) \cdot dT$$

$$\text{Αν } S \neq c, \text{ τότε } f_s(s) = \frac{f_T(T_1)}{|g'(T_1)|} + \frac{f_T(T_2)}{|g'(T_2)|}$$

$$\text{Μέση τιμή της αιχμής φορτίου που εξαρτάται από τη θερμοκρασία: } \bar{S} = \int_{-\infty}^{\infty} s \cdot f_s(s) \cdot ds$$

$$\text{Διασπορά της αιχμής φορτίου που δεν εξαρτάται από τη θερμοκρασία: } \sigma_s^2 = \int_{-\infty}^{\infty} (s - \bar{S})^2 \cdot f_s(s) \cdot ds$$

2.3 Πρόβλεψη της Συνολικής Αιχμής Φορτίου

$$\text{Μέση τιμή: } \bar{D} = \bar{L} + \bar{S}, \quad \text{Διασπορά: } \sigma_D^2 = \sigma_L^2 + \sigma_s^2, \quad \text{Τυπική απόκλιση: } \sigma_D = \sqrt{\sigma_D^2}$$

3. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΦΟΡΤΙΟΥ

$$\text{3.1 Μοντέλο DC ροής ισχύος (DC ροής φορτίου): } P_{ij} = \frac{\delta_i - \delta_j}{X_{ij}}$$

$$\text{3.2 Μοντέλο απωλειών συστήματος μεταφοράς: } P_{loss} = \sum_{i=1}^M \sum_{k=1}^M P_i \cdot B_{ik} \cdot P_k$$

$$\text{3.3 Κόστος: } C_i(P_i) \text{ το κόστος παραγωγής της γεννήτριας } i. \text{ Για παράδειγμα: } C_i(P_i) = a_i + b_i \cdot P_i + c_i \cdot P_i^2$$

$$\text{Μέσο κόστος γεννήτριας } i = \frac{C_i(P_i)}{P_i}, \quad \text{Οριακό κόστος (ή διαφορικό κόστος) γεννήτριας } i = \frac{dC_i(P_i)}{dP_i},$$

$$\text{Ελαχιστοποίηση κόστους: } \min \sum_{i=1}^N C_i(P_i), \quad \text{Μεγιστοποίηση κέρδους: } \max \sum_{i=1}^N \Omega_i(P_i) = \max \sum_{i=1}^N \{\pi \cdot P_i - C_i(P_i)\}$$

3.4 Επίλυση: Συνιστάται η επίλυση του προβλήματος βελτιστοποίησης με τη μέθοδο των πολλαπλασιαστών Lagrange.

4. ΜΕΣΟ ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

$$\text{Μέσο κόστος παραγωγής } \zeta = \frac{D}{q} = \underbrace{\left[\frac{i \cdot (1+i)^d}{(1+i)^d - 1} \right] \cdot IU + foc}_{\text{Κόστος ισχύος}} \cdot \frac{1}{h} + \underbrace{[voc + f_c]}_{\text{Κόστος ενέργειας}}$$

όπου c , voc , και f_c σε $\frac{\text{χρηματικές μονάδες}}{kWh}$

$$f_c = \frac{\left[3600 \frac{kJ}{kWh} \right] \cdot T_c}{n_{ολ} \cdot LHV}, \quad \text{αν } \frac{T_c}{LHV} \text{ σε } \frac{\text{χρηματικές μονάδες}}{kJ}$$

$$\text{ή } f_c = \frac{\left[860 \frac{kCal}{kWh} \right] \cdot T_c}{n_{ολ} \cdot LHV}, \quad \text{αν } \frac{T_c}{LHV} \text{ σε } \frac{\text{χρηματικές μονάδες}}{kCal}$$

5. ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

5.1 Σύστημα Παραγωγής

- Πρόσθεση Μονάδων Παραγωγής

$$p(X) = (1-U)p'(X) + Up'(X-C) \quad \text{Αρχικές τιμές } p(0) = 1-U, p(C) = U$$

- Δείκτης Αναμενόμενης Απώλειας Φορτίου (ΑΑΦ)

$$ΑΑΦ = \sum_{i=1}^n P(S_i - L_i) \quad \text{σε ημέρες / περίοδο}$$

όπου n είναι ο αριθμός των ημερών της περιόδου ανάλυσης, S_i είναι η διαθέσιμη παραγόμενη ισχύς της ημέρας i , L_i είναι η προβλεπόμενη ζήτηση φορτίου της ημέρας i και $P_i(S_i - L_i)$ είναι η πιθανότητα της απώλειας φορτίου της ημέρας i (πίνακας της αθροιστικής πιθανότητας απώλειας ισχύος).

$$ΑΑΦ = \sum_{k=1}^m p_k t_k$$

όπου m είναι ο αριθμός των καταστάσεων απώλειας ισχύος του πίνακα της πιθανότητας απώλειας ισχύος, p_k είναι η πιθανότητα της κατάστασης k με απώλεια ισχύος O_k και t_k είναι ο αριθμός των μονάδων χρόνου στην αναλυόμενη περίοδο κατά τις οποίες η απώλεια ισχύος O_k έχει ως αποτέλεσμα την απώλεια φορτίου.

- Δείκτης Αναμενόμενης Μη Τροφοδοτούμενης Ενέργειας (ΑΜΤΕ)

$$ΑΜΤΕ = \sum_{k=1}^m E_k p_k$$

όπου p_k είναι η αθροιστική πιθανότητα της κατάστασης k του πίνακα της πιθανότητας απώλειας ισχύος (m καταστάσεις) με απώλεια ισχύος O_k , E_k είναι η ενέργεια που δεν τροφοδοτείται κατά τη διάρκεια της περιόδου ανάλυσης όταν έχει συμβεί απώλεια ισχύος O_k .

$$ΑΜΤΕ = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^m (X_k - R_i) p(X_k)$$

όπου n είναι ο αριθμός των θεωρούμενων χρονικών περιόδων (ώρες, εβδομάδες, μήνες) στην περίοδο ανάλυσης, R_i είναι η υπάρχουσα εφεδρεία του συστήματος τη χρονική περίοδο i και $p(X_k)$ είναι η πιθανότητα της κατάστασης k του πίνακα της πιθανότητας απώλειας ισχύος με ισχύ X_k .

5.2 Σύστημα Μεταφοράς

- Συστήματα με στοιχεία συνδεδεμένα σε σειρά (αριθμός N)

$$\lambda_s = \sum_{i=1}^N \lambda_i, \quad r_s = \frac{\sum_{i=1}^N \lambda_i r_i}{\lambda_s} = \frac{U_s}{\lambda_s}, \quad U_s = \lambda_s r_s = \sum_{i=1}^N \lambda_i r_i = \sum_{i=1}^N U_i$$

- Συστήματα με στοιχεία συνδεδεμένα παράλληλα (δύο στοιχεία)

$$\lambda_p = \lambda_1 \lambda_2 (r_1 + r_2) \quad r_p = \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2} \quad U_p = \lambda_p r_p = \lambda_1 \lambda_2 r_1 r_2$$

- Ποσοτική Ανάλυση Αξιοπιστίας με n ελάχιστες τομές (C_i)

$$U_\Sigma = P(C_1) + P(C_2) + \dots + P(C_i) + \dots + P(C_n) = \sum_{i=1}^n P(C_i)$$

- Κριτήριο Ολικής Απώλειας Συνεχείας (Δείκτες λ , r , U , L , E)

$$U = \lambda \bullet r \quad E = L \bullet U$$