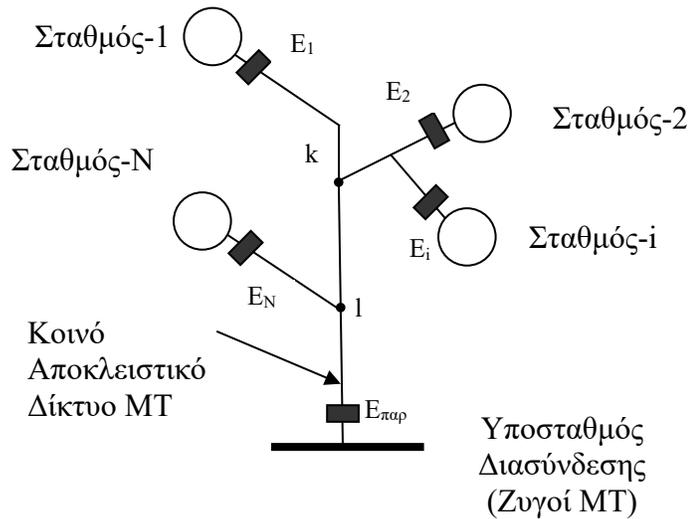


**ΤΕΥΧΟΣ ΚΑΤΑΜΕΡΙΣΜΟΥ ΑΠΩΛΕΙΩΝ  
ΜΕΤΑΞΥ ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΩΝ ΑΠΕ & ΣΗΘΥΑ  
ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝ ΚΟΙΝΟ ΑΠΟΚΛΕΙΣΤΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ**

**1. Γενικά**

Το παρόν τεύχος περιγράφει τη μεθοδολογία που ακολουθείται για τον καταμερισμό της ενέργειας και της ισχύος απωλειών μεταφοράς μεταξύ Σταθμών Παραγωγής που συνδέονται σε έναν κοινό Υποσταθμό (Υ/Σ) Μέσης Τάσης/Υψηλής Τάσης (ΜΤ/ΥΤ) ενός δικτύου ΜΤ. Η διασύνδεση των Σταθμών γίνεται μέσω μίας κοινής αποκλειστικής γραμμής διασύνδεσης ΜΤ (Κοινό Αποκλειστικό Δίκτυο ΜΤ ή ΚΑΔ) πάνω στην οποία συνδέεται κάθε Σταθμός όπως ενδεικτικά στο Σχήμα 1 που ακολουθεί.



Σχήμα 1. Γενική τοπολογία Κοινού Αποκλειστικού Δικτύου ΜΤ (ΚΑΔ)

Κοινό Αποκλειστικό Δίκτυο (ΚΑΔ) θεωρείται όλο το κύκλωμα (ακόμα και αν αποτελείται από δυο ή περισσότερα ανεξάρτητα τμήματα) που συνδέεται σε μία πύλη ΜΤ (ΙΡΡΜ) του Υ/Σ.

Η μεθοδολογία αποσκοπεί στον υπολογισμό των συντελεστών καταμερισμού κάθε Σταθμού στις συνολικές απώλειες του ΚΑΔ για τον επιμερισμό των μετρούμενων συνολικών απωλειών στο ΚΑΔ με βάση την πραγματική μέτρηση παραγόμενης ενέργειας και τη θέση κάθε Σταθμού στο ΚΑΔ.

Οι απώλειες ενέργειας που θα επιμεριστούν βασίζονται στις πραγματικές μετρήσεις (βλ. σχέση 1). Οι υπολογισμοί αποσκοπούν στον προσδιορισμό υπολογιστικών απωλειών (ονομαστικών), βάσει των οποίων θα προσδιοριστεί το ποσοστό συμμετοχής κάθε Σταθμού στις συνολικές απώλειες, για το λόγο αυτό το άθροισμα των υπολογιζόμενων απωλειών δεν ταυτίζεται με τις επιμεριζόμενες απώλειες.

Για τον επιμερισμό των απωλειών σε κάθε επιμέρους τμήμα του ΚΑΔ (πχ. k,1) υπολογίζονται οι συνολικές απώλειες του τμήματος (βλ. σχέσεις 2,3,4) και εν συνεχεία επιμερίζονται οι απώλειες αυτές σε κάθε Σταθμό που συνδέεται ηλεκτρικά μέσω (βρίσκεται κατάντη) του τμήματος αυτού (βλ. σχέση 5).

Από το άθροισμα των απωλειών όλων των επιμέρους τμημάτων από τα οποία «διέρχεται» η ροή ισχύος κάθε Σταθμού, προκύπτουν οι συνολικές (υπολογιζόμενες) απώλειες κάθε Σταθμού (βλ. σχέση 6).

Το ποσοστό συμμετοχής κάθε Σταθμού στις απώλειες (επιμερισμός) προκύπτει από το κλάσμα των (υπολογιζόμενων) απωλειών του Σταθμού προς το άθροισμα των (υπολογιζόμενων) απωλειών όλων των Σταθμών του ΚΑΔ (βλ. σχέση 7).

Για μία περίοδο καταμέτρησης  $t$  ωρών θεωρούνται γνωστά:

- $E_i, i=1, \dots, N$  : Καταμετρημένη ενέργεια παραγωγής του  $i$ -Σταθμού για την περίοδο μέτρησης (Σημείο α. ν.4951-Άρθρο 12§4)
- $E_{\text{παρ}}$  : Η ενέργεια που παραλαμβάνεται από το Σύστημα στο ζυγό διασύνδεσης ΜΤ του Υ/Σ ΜΤ/ΥΤ (Σημείο β. ν.4951-Άρθρο 12§4)

## 2. Συμβολισμοί

$N$	:	Πλήθος Σταθμών
$t$	:	Χρονικό διάστημα μέτρησης απωλειών
$E_{παρ}$	:	Εγγεόμενη ενέργεια στο Σύστημα ενέργεια στον Υ/Σ ΜΤ/ΥΤ
$E_i, i=1, \dots, N$	:	Καταμετρημένη ενέργεια παραγωγής του $i$ -Σταθμού για την περίοδο μέτρησης
$E_{loss}$	:	Συνολικές απώλειες ενέργειας στο ΚΑΔ για την περίοδο μέτρησης
$E_{L,i}$	:	Ενέργεια απωλειών που επιμερίζεται στον $i$ -Σταθμό
$K,l$	:	Τμήμα του ΚΑΔ
$I_{kl}$	:	Ένταση ρεύματος που διαρρέει το τμήμα $(k,l)$
$R_{kl}$	:	Ωμική αντίσταση του τμήματος $(k,l)$
$P_{kl}$	:	Ροή πραγματικής ισχύος του τμήματος $(k,l)$
$V_k$	:	Ονομαστική τάση του ζυγού $k$
$L_{kl}$	:	Πραγματικές Απώλειες ισχύος για το τμήμα $(k,l)$ του δικτύου
$P_{kl}$	:	Ροή ισχύος στο τμήμα $(k,l)$
$\alpha_{i,kl}$	:	Συντελεστής συμμετοχής του $i$ -Σταθμού στις απώλειες του τμήματος $(k,l)$
$\Lambda_{kl}^i$	:	Ισχύς απωλειών στο τμήμα $(k,l)$ που οφείλεται στον $i$ -Σταθμό
$\Lambda_{tot}^i$	:	Συνολικές απώλειες Ενέργειας που οφείλονται στον $i$ -Σταθμό
$\sigma_i$	:	Συντελεστής καταμερισμού απωλειών για τον $i$ -Σταθμό
■	:	Σημείο μέτρησης ενέργειας

### 3. Μεθοδολογία Υπολογισμού

Οι συνολικές απώλειες  $E_{loss}$  του ΚΑΔ δίνονται από τη σχέση:

$$E_{loss} = E_{παρ} - \sum_{i=1}^N E_i \quad (1)$$

Οι απώλειες ισχύος  $L_{kl}$  για το τμήμα (k,l) του ΚΑΔ δίνονται προσεγγιστικά<sup>1</sup> από τη σχέση:

$$L_{kl} = 3 * I_{kl}^2 R_{kl} = \frac{R_{kl} P_{kl}^2}{V_k^2} \quad (2)$$

Για ένα χρονικό διάστημα t, η ενεργός ισχύς του i-Σταθμού λαμβάνεται ίση με την ισχύ  $P_i$  που δίνεται από την σχέση:

$$P_i = E_i / t \quad (3)$$

Λόγω της ακτινικής δομής του ΚΑΔ, η ροή ισχύος  $P_{kl}$  του τμήματος (k,l) μπορεί να προσεγγιστεί συναρτήσει της ροής που προέρχεται από κάθε Σταθμό και δίνεται από τη σχέση:

$$P_{kl} = \sum_{i=1}^N \alpha_{i,kl} P_i \quad (4)$$

όπου  $\alpha_{i,kl}$  ο συντελεστής συμμετοχής του i-Σταθμού στο τμήμα (k,l)

Είναι:  $\alpha_{i,kl} = 1$  αν η ισχύς του i-Σταθμού διέρχεται από το κύκλωμα (k,l)  
 $\alpha_{i,kl} = 0$  αν η ισχύς του i-Σταθμού δεν διέρχεται από το κύκλωμα (k,l)

Από τις σχέσεις (2), (3), (4) υπολογίζονται προσεγγιστικά οι απώλειες ισχύος σε κάθε τμήμα του ΚΑΔ, λαμβάνοντας υπόψιν τις επιμέρους παραγωγές των Σταθμών και την τοπολογία του ΚΑΔ.

Ο καταμερισμός των απωλειών στους Σταθμούς του τμήματος (k,l) γίνεται **ανάλογα** με την ισχύ παραγωγής τους:

$$\Lambda_{kl}^i = \frac{L_{kl} P_i}{\sum_{i=1}^N \alpha_{i,kl} P_i} \quad \text{για } i \text{ με } \alpha_{i,kl}=1 \quad (5)$$

---

<sup>1</sup> Αγνοείται η διαφορά φάσης του ρεύματος που ρέει στο τμήμα kl.

ενώ οι συνολικές απώλειες που οφείλονται στο  $i$ -Σταθμού είναι:

$$\Lambda_{tot}^i = \sum_{j=1}^M \Lambda_j^i \quad (6)$$

όπου  $M$  το πλήθος των διακεκριμένων τμημάτων του ΚΑΔ από τα οποία διέρχεται η ισχύς  $P_i$  του  $i$ -Σταθμού.

Ο συντελεστής καταμερισμού κάθε Σταθμού στις συνολικές απώλειες ισούται με τον λόγο των συνολικών απωλειών που οφείλονται στον Σταθμό προς το άθροισμα των απωλειών όλων των Σταθμών.

Έτσι για τον  $i$ -Σταθμό ο συντελεστής συμμετοχής  $\sigma_i$  είναι:

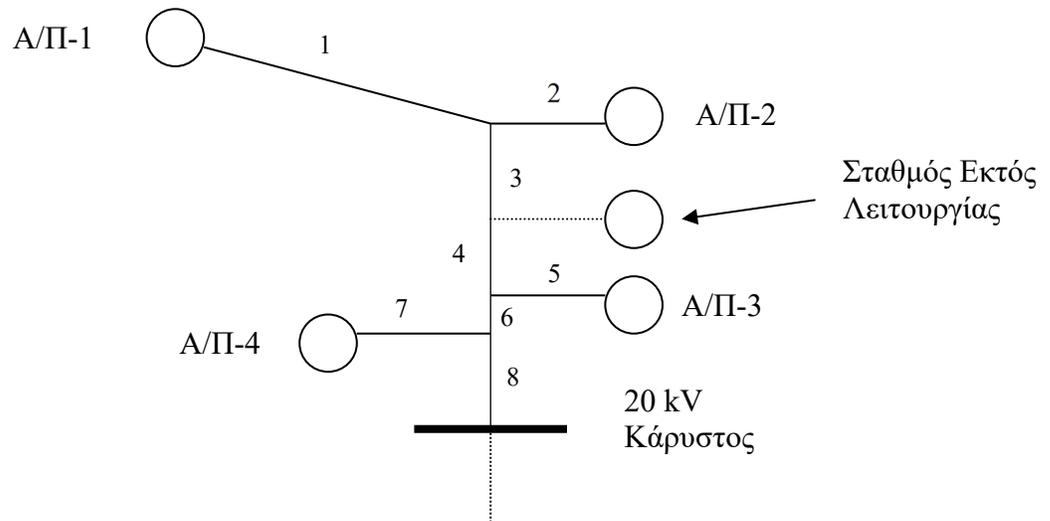
$$\sigma_i = \frac{\Lambda_{tot}^i}{\sum_{k=1}^N \Lambda_{tot}^k} \quad (7)$$

Τελικά, η ενέργεια απωλειών που καταμερίζεται στον  $i$ -Σταθμό,  $E_{L,i}$  δίνεται από τη σχέση:

$$E_{L,i} = \sigma_i E_{loss} \quad (8)$$

#### 4. Εφαρμογή

Η μεθοδολογία που αναπτύχθηκε στην προηγούμενη ενότητα εφαρμόζεται στο δίκτυο ονομαστικής τάσης 20 kV που ακολουθεί (Σχήμα 2):



Σχήμα 2. Εφαρμογή της μεθοδολογίας για τον καταμερισμό της ενέργειας και της ισχύος απωλειών μεταξύ Α/Π που συνδέονται στον Υ/Σ Καρύστου

Το ΚΑΔ αφορά σε 4 Α/Π που συνδέονται στον Υ/Σ Καρύστου.

Η συνολική παραγωγή όπως μετρήθηκε στην πύλη ΜΤ του Υ/Σ είναι  $E_{\text{παρ}}=26876.10$  MWh, ενώ οι συνολικές απώλειες μεταφοράς είναι 420 MWh.

Τα χαρακτηριστικά των Α/Π καθώς και του ΚΑΔ φαίνονται στους πίνακες που ακολουθούν. Η ετήσια παραγόμενη ενέργεια από κάθε Α/Π δίνεται στον πίνακα που ακολουθεί.

**Χαρακτηριστικά Α/Π**

Α/Π	Ονομαστική Ισχύς (MW)	Ετήσια Παραγόμενη Ενέργεια (MWh) Μετρούμενη στην Έξοδο κάθε Α/Π
1	1,8	5991.8
2	3,6	11983.7
3	1,8	5991.8
4	1	3328.8
<b>Σύνολο</b>		<b>27296.10</b>

Χαρακτηριστικά των επιμέρους κυκλωμάτων έχουν ως εξής:

Κύκλωμα	R ( $\Omega$ )
1	0.7488
2	0.0215
3	0.2580
4	0.8600
5	0.0215
6	0.0430
7	0.0576
8	1.4889

Η ισχύς  $P_i$  του κάθε Σταθμού όπως προκύπτει από την Ετήσια παραγωγή του (8760 ώρες) δίνεται στον ακόλουθο πίνακα βάσει της σχέσης (3):

A/Π	Ετήσια Παραγωγή (MWh)	$P_i$ (MW)
1	5991.8	0,684
2	11983.7	1,368
3	5991.8	0,684
4	3328.8	0,380
<b>Σύνολο</b>	<b>27296.16</b>	<b>3,116</b>

Η ροή ισχύος  $P_{ki}$  για κάθε επιμέρους τμήμα του ΚΑΔ με βάση την θέση κάθε Σταθμού δίνονται στον ακόλουθο πίνακα βάσει της σχέσης (4):

Κύκλωμα	Ροή ισχύος $P_{ki}$ (MW)
1	0,684
2	1,368
3	2,052
4	2,052
5	0,684
6	2,736
7	0,380
8	3,116
<b>Σύνολο</b>	<b>13,072</b>

Ο καταμερισμός των απωλειών στους Σταθμούς του κάθε τμήματος, οι συνολικές απώλειες του κάθε Σταθμού, και συνολικές υπολογιζόμενες απώλειες δίνονται στον ακόλουθο πίνακα με βάση τις σχέσεις (5) και (6):

		Τμήματα του ΚΑΔ								Σύνολο
		τ.1	τ.2	τ.3	τ.4	τ.5	τ.6	τ.7	τ.8	
Σταθμός	ΑΠ 1	0,876	0,000	0,905	3,018	0,000	0,201	0,000	7,933	12,933
	ΑΠ 2	0,000	0,101	1,811	6,035	0,000	0,402	0,000	15,867	24,216
	ΑΠ 3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,025	0,201	0,000	7,933	8,160
	ΑΠ 4	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,021	4,407	4,428
<b>Σύνολο (<math>\sum_{k=1}^N A_{tot}^k</math>) kW</b>										<b>49,737</b>

Οι συντελεστές καταμερισμού απωλειών που υπολογίστηκαν με εφαρμογή της μεθοδολογίας δίνονται στον παρακάτω πίνακα καθώς και οι απώλειες που χρεώνονται σε κάθε Α/Π, βάσει των σχέσεων (7) και (8).

Α/Π	Συντελεστής Απωλειών	Ενέργεια Απωλειών (MWh)
1	0,260	109,5
2	0,487	204,3
3	0,164	68,8
4	0,089	37,4
<b>Σύνολο</b>	<b>1,00</b>	<b>420,00</b>