



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ

Ρευματοκλοπές και παράτυπες παρεμβάσεις σε μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας - τρόποι
καταστολής φαινομένου

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Τσίρμπα Ειρήνη



Επιβλέπωντας: Χρήστος Αθ. Χριστοδούλου

Αθήνα, Οκτώβριος 2025

Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π.



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ

Ρευματοκλοπές και παράτυπες παρεμβάσεις σε μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας - τρόποι
καταστολής φαινομένου

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Τσίρμπα Ειρήνη

Επιβλέπων: Χρήστος Αθ. Χριστοδούλου
Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 23^η Οκτωβρίου 2025.

Χρήστος Αθ.
Χριστοδούλου

Ιωάννης Φ. Γκόνος

Αντώνιος
Αντωνόπουλος

Επίκουρος Καθηγητής
ΕΜΠ

Καθηγητής ΕΜΠ

Αν/τής Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, 23 Οκτωβρίου 2025

Ειρήνη Δ. Τσίρμπα

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © Ειρήνη Δ. Τσίρμπα, 2025.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τη συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τη συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία εξετάζει το φαινόμενο των ρευματοκλοπών και των παράτυπων παρεμβάσεων κυρίως σε μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και τους τρόπους καταστολής και πρόληψής του. Οι μη τεχνικές απώλειες (MTA), στις οποίες εντάσσονται οι ρευματοκλοπές, αποτελούν ένα διαρκώς αυξανόμενο πρόβλημα για τους Διαχειριστές Δικτύων, με σημαντικές οικονομικές, τεχνικές και κοινωνικές επιπτώσεις.

Αρχικά, παρουσιάζεται το θεσμικό και νομικό πλαίσιο που διέπει τη ρευματοκλοπή στην Ελλάδα και διεθνώς, καθώς και οι προβλεπόμενες κυρώσεις. Στη συνέχεια, αναλύονται οι βασικές μέθοδοι ρευματοκλοπής και οι τρόποι με τους οποίους επιτυγχάνεται η παραποίηση των μετρήσεων. Ακολουθεί η μεθοδολογία υπολογισμού του συνολικού τιμήματος καταβολής λόγω ρευματοκλοπής, σύμφωνα με τις κανονιστικές διατάξεις του ΔΕΔΔΗΕ.

Επιπλέον, παρουσιάζονται σύγχρονες τεχνολογικές και διαχειριστικές προσεγγίσεις για τον εντοπισμό και την πρόληψη των MTA, όπως τα έξυπνα συστήματα μέτρησης, η ανάλυση δεδομένων και οι αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης. Τέλος, διατυπώνονται συμπεράσματα και προτάσεις για τη βελτίωση του πλαισίου αντιμετώπισης του φαινομένου, με στόχο τη μείωση των απωλειών και την ενίσχυση της αξιοπιστίας και βιωσιμότητας του ηλεκτρικού δικτύου.

Λέξεις-κλειδιά:

Ρευματοκλοπή, Μη τεχνικές απώλειες, Μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας, Έξυπνοι μετρητές, Ανίχνευση ανωμαλιών, Τεχνητή νοημοσύνη, Καταστολή φαινομένου, ΔΕΔΔΗΕ, Ενεργειακές απώλειες

Abstract

This thesis examines the phenomenon of electricity theft and unauthorized interventions in electricity meters mainly, as well as the methods for their detection, suppression, and prevention. Non-technical losses (NTLs), which include electricity theft, constitute an increasingly significant problem for network operators, with notable economic, technical, and social consequences.

Initially, the study presents the legal and regulatory framework governing electricity theft in Greece and abroad, along with the applicable sanctions. It then analyzes the main methods of electricity theft and the techniques used to manipulate metering devices. The methodology for calculating the total payable amount due to electricity theft is also presented, based on the official guidelines established by the Hellenic Electricity Distribution Network Operator (HEDNO).

Furthermore, the thesis explores modern technological and managerial approaches to the detection and prevention of NTLs, such as smart metering systems, data analytics, and machine learning algorithms. Finally, conclusions and targeted recommendations are proposed to improve the existing framework, aiming to reduce losses and enhance the reliability and sustainability of the electricity distribution network.

Keywords:

Electricity theft, Non-technical losses, Energy meters, Smart meters, Anomaly detection, Artificial intelligence, Fraud prevention, HEDNO, Energy losses

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον κ. Χρήστο Χριστοδούλου, Επίκουρο Καθηγητή του Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε και την πολύτιμη καθοδήγησή του καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Θα ήθελα ακόμη να ευχαριστήσω θερμά τους συναδέλφους μου στον ΔΕΔΔΗΕ για τη συνεργασία και το πολύτιμο υλικό που μου παρείχαν, το οποίο συνέβαλε ουσιαστικά στη διαμόρφωση του περιεχομένου και στην τεκμηρίωση της μελέτης.

Τέλος, εκφράζω την απέραντη ευγνωμοσύνη μου προς την οικογένειά μου, και ιδιαίτερα προς τα παιδιά μου, για τη στήριξη και το κουράγιο που μου προσέφεραν. Η αγάπη και η ενθάρρυνσή τους υπήρξαν για μένα πηγή δύναμης και έμπνευσης, δίνοντάς μου τη δυνατότητα, ακόμη και σε αυτή την ηλικία, να ολοκληρώσω με επιτυχία τις σπουδές μου στο κορυφαίο τεχνολογικό ίδρυμα της χώρας, το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

Στους γιους μου,
Δημήτρη και Στέφανο.

Πρόλογος

Η παρούσα διπλωματική εργασία με τίτλο «*Ρευματοκλοπές και παράτυπες παρεμβάσεις σε μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας – τρόποι καταστολής φαινομένου*» εκπονήθηκε με στόχο τη διερεύνηση ενός ζητήματος με σημαντικές τεχνικές, οικονομικές και κοινωνικές διαστάσεις: των μη τεχνικών απωλειών και ειδικότερα της ρευματοκλοπής. Το φαινόμενο αυτό έχει λάβει ανησυχητικές διαστάσεις τόσο στην Ελλάδα όσο και διεθνώς, επηρεάζοντας αρνητικά τη λειτουργία των ενεργειακών συστημάτων, τα οικονομικά των παρόχων και τη δικαιοσύνη στη χρέωση των καταναλωτών.

Στο **Πρώτο Κεφάλαιο**, παρουσιάζεται η έννοια των μη τεχνικών απωλειών και αναλύεται η σημασία του ζητήματος για τον Διαχειριστή του Δικτύου και τους καταναλωτές. Δίδεται ο βασικός ορισμός, γίνεται διάκριση από τις τεχνικές απώλειες και επισημαίνεται γιατί η κατανόηση και ο περιορισμός των ΜΤΑ αποτελεί προτεραιότητα για τη βιωσιμότητα και την ασφάλεια του ηλεκτρικού συστήματος.

Το **Δεύτερο Κεφάλαιο** εξετάζει το νομοθετικό πλαίσιο που διέπει τη ρευματοκλοπή, τόσο στην Ελλάδα όσο και διεθνώς. Παρουσιάζονται οι σχετικές διατάξεις του Ποινικού Κώδικα, καθώς και οι κυρώσεις που επιβάλλονται σε περιπτώσεις παραβάσεων. Επιπλέον, γίνεται αναφορά στις κοινωνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις των μη τεχνικών απωλειών.

Στο **Τρίτο Κεφάλαιο**, γίνεται λεπτομερής παρουσίαση των μεθόδων ρευματοκλοπής. Αναλύονται τα μέρη του ηλεκτρομηχανικού μετρητή και ο τρόπος σύνδεσής του, καθώς και οι κατηγορίες και υποκατηγορίες των τεκμηριωμένων και πιθανολογούμενων παρεμβάσεων. Η ενότητα αυτή προσφέρει την τεχνική βάση για την κατανόηση του τρόπου με τον οποίο πραγματοποιούνται οι παραβιάσεις.

Το **Τέταρτο Κεφάλαιο** επικεντρώνεται στη μεθοδολογία υπολογισμού του συνολικού τιμήματος καταβολής λόγω ρευματοκλοπής. Περιγράφονται οι παράμετροι που συνυπολογίζονται, όπως η διοικητικά οριζόμενη τιμή (ΔΟΤ), το ποσοστό προσαύξησης και το διαχειριστικό κόστος, ώστε να προσδιοριστεί με ακρίβεια η οικονομική επιβάρυνση του παραβάτη.

Στο **Πέμπτο Κεφάλαιο**, παρουσιάζονται οι μέθοδοι ανίχνευσης και πρόληψης των μη τεχνικών απωλειών. Από τις παραδοσιακές πρακτικές επιτόπιων ελέγχων, η ανάλυση προχωρά στις σύγχρονες τεχνολογίες, όπως οι έξυπνοι μετρητές, τα συστήματα τηλεμέτρησης και οι αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης που συμβάλλουν στον έγκαιρο εντοπισμό ανωμαλιών.

Το **Έκτο Κεφάλαιο** εξετάζει τις επιπτώσεις των μη τεχνικών απωλειών τόσο στο δίκτυο όσο και στην ευρύτερη οικονομία. Αναλύεται ο τρόπος με τον οποίο οι ρευματοκλοπές επηρεάζουν τη σταθερότητα του συστήματος, το κόστος λειτουργίας των παρόχων και, τελικά, το ύψος των τιμολογίων για τους καταναλωτές.

Τέλος, στο **Έβδομο Κεφάλαιο** παρουσιάζονται τα βασικά συμπεράσματα της μελέτης και προτείνονται συγκεκριμένες βελτιώσεις – νομοθετικές, τεχνικές και διαχειριστικές – για την αντιμετώπιση του φαινομένου. Επιπλέον, αναφέρονται οι μελλοντικές τεχνολογικές τάσεις και καινοτομίες που αναμένεται να συμβάλουν στη μείωση των μη τεχνικών απωλειών και την ενίσχυση της ενεργειακής δικαιοσύνης.

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

1.1 Ορισμός των μη τεχνικών απωλειών.....	12
1.2 Σημασία του θέματος για τον Διαχειριστή Δικτύου και τους καταναλωτές.....	13

Κεφάλαιο 2: Νομοθετικό πλαίσιο

2.1 Διάκριση μεταξύ τεχνικών και μη τεχνικών απωλειών.....	14
2.2 Οικονομικές, κοινωνικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις των ΜΤΑ.....	16
2.3 Νομικό πλαίσιο στην Ελλάδα και διεθνώς για τη ρευματοκλοπή.....	19
2.3.1 Ποινικός κώδικας – ορισμός και ποινικές κυρώσεις.....	19
2.3.2 Κανονιστικό πλαίσιο από Διαχειριστές.....	20
2.4 Κυρώσεις και μέτρα καταστολής.....	22

Κεφάλαιο 3: Μέθοδοι ρευματοκλοπής

3.1 Μέρη ηλεκτρομηχανικού μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας και τρόπος σύνδεσής του.....	23
3.2 Κατηγορίες ρευματοκλοπών.....	30
3.2.1 Τεκμηριωμένες ρευματοκλοπές.....	31
3.2.1.1 Παρέμβαση στη συνδεσμολογία του μετρητή.....	31
3.2.1.2 Παρεμπόδιση περιστροφής του δίσκου ηλεκτρομηχανικού μετρητή με τη χρήση ξένου σώματος.....	37
3.2.1.3 Αυθαίρετη σύνδεση παροχής χωρίς σύμβαση με προμηθευτή.....	41
3.2.1.4 Παράνομες συνδέσεις στο Δίκτυο	42
3.2.2 Παρεμβάσεις σε μετρητές που χαρακτηρίζονται ως «πιθανολογούμενες» ρευματοκλοπές.....	44
3.2.2.1 Κομμένες/παραβιασμένες σφραγίδες καλύμματος μετρητή.....	46
3.2.2.2 Πλαστές σφραγίδες καλύμματος μετρητή.....	46
3.2.2.3 Σήμα alarm ανοίγματος καλύμματος σε τηλεμετρούμενες παροχές.....	47
3.2.2.4 Οπή ή σπάσιμο στο κάλυμμα του μετρητή χωρίς άλλα ευρήματα.....	48
3.2.2.5 Ίχνη επέμβασης όπως χαρακιές στον απαριθμητή ή στο δίσκο του μετρητή.....	49
3.2.2.6 Εντοπισμός αρνητικού σφάλματος μέσω φορητού πρότυπου μετρητή.....	49
3.2.2.7 Ίχνη τοποθέτησης μαγνήτη.....	50

Κεφάλαιο 4: Μεθοδολογία υπολογισμού συνολικού τιμήματος καταβολής λόγω ρευματοκλοπής

4.1 Ομάδες καταναλωτών διακριτής χρέωσης ΔΟΤ.....	51
4.2 Τυπικά χαρακτηριστικά ομάδας ΔΟΤ.....	52
4.3 Διοικητικά οριζόμενη τιμή (ΔΟΤ).....	52
4.4 Ποσοστό προσαύξησης ΔΟΤ.....	54
4.5 Διαχειριστικό κόστος ρευματοκλοπής.....	54
4.6 Συνολικό τίμημα καταβολής λόγω ρευματοκλοπής	54

Κεφάλαιο 5: Μέθοδοι Ανίχνευσης και Πρόληψης Μη Τεχνικών Απωλειών

5.1 Παραδοσιακές μέθοδοι εντοπισμού ρευματοκλοπής.....	55
5.2 Χρήση έξυπνων μετρητών και συστημάτων AMI (Advanced Metering Infrastructure).....	56
5.3 Ανάλυση δεδομένων με αλγόριθμους ανίχνευσης ανωμαλιών.....	59
5.4 Μοντέλα τεχνητής νοημοσύνης και μηχανικής εκμάθησης για την πρόβλεψη ρευματοκλοπής.....	62

Κεφάλαιο 6: Επιπτώσεις των Μη Τεχνικών Απωλειών στο Δίκτυο και την Οικονομία

6.1 Επιπτώσεις των Μη Τεχνικών Απωλειών στο Δίκτυο και στη σταθερότητα του Δικτύου Διανομής.....	64
6.2 Επιπτώσεις των Μη Τεχνικών Απωλειών στην Οικονομία.....	65
6.2.1 Επιπτώσεις στους Παρόχους Ενέργειας	65
6.2.2 Επιπτώσεις στους Καταναλωτές	67
6.3 Μακροπρόθεσμες επιπτώσεις στη βιωσιμότητα των ενεργειακών εταιρειών.....	68

Κεφάλαιο 7: Συμπεράσματα και προτάσεις

7.1 Βασικά συμπεράσματα από τη μελέτη.....	71
7.2 Προτεινόμενες Βελτιώσεις για την Αντιμετώπιση των ΜΤΑ και της Ρευματοκλοπής.....	77
7.2.1 Νομοθετικές Βελτιώσεις.....	77
7.2.2 Τεχνικές Βελτιώσεις.....	81
7.2.3 Διαχειριστικές Βελτιώσεις.....	86
7.3 Μελλοντικές τάσεις και τεχνολογίες για την αντιμετώπιση του προβλήματος.....	91

1. Εισαγωγή

1.1 Ορισμός των μη τεχνικών απωλειών (MTA)

Η αξιοπιστία, η αποδοτικότητα και η οικονομική βιωσιμότητα των συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας αποτελούν θεμελιώδεις παράγοντες για την ανάπτυξη των σύγχρονων κοινωνιών. Στο πλαίσιο αυτό, οι απώλειες ενέργειας κατά τη μεταφορά και διανομή της, αποτελούν διαχρονικό αντικείμενο μελέτης και βελτιστοποίησης. Παρόλο που ένα μέρος των απωλειών αυτών είναι αναπόφευκτο και σχετίζεται με φυσικά φαινόμενα (τεχνικές απώλειες), ένα σημαντικό ποσοστό αποδίδεται σε ανθρώπινους και διοικητικούς παράγοντες, γνωστό ως μη τεχνικές απώλειες (MTA).

Οι μη τεχνικές απώλειες (MTA) ορίζονται ως η διαφορά μεταξύ της ηλεκτρικής ενέργειας που εισέρχεται σε ένα σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας και της ενέργειας που τιμολογείται στους τελικούς καταναλωτές, η οποία δεν μπορεί να αποδοθεί σε φυσικές ή τεχνικές αιτίες, όπως οι απώλειες λόγω θερμικής διάχυσης ή ηλεκτρικής αντίστασης.

Ως τέτοιες, οι μη τεχνικές απώλειες συνιστούν μία μορφή ακούσιας απώλειας πόρων, η οποία μειώνει την αποδοτικότητα των συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας, επηρεάζει τη χρηματοοικονομική βιωσιμότητα των Παρόχων και συμβάλλει στην αδικαιολόγητη οικονομική επιβάρυνση των συνεπών καταναλωτών. Οι μη τεχνικές απώλειες (MTA) προκύπτουν κυρίως από ανθρώπινες παρεμβάσεις και οργανωτικές ανεπάρκειες που διαταράσσουν τη φυσιολογική λειτουργία του συστήματος διανομής και κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας.

Οι βασικότεροι λόγοι που οδηγούν σε μη τεχνικές απώλειες σχετίζονται με ποικίλους τεχνικούς, λειτουργικούς και κοινωνικούς παράγοντες. Πρωταρχική αιτία αποτελεί η κλοπή ηλεκτρικής ενέργειας, δηλαδή η παράνομη πρόσβαση στο δίκτυο διανομής και η αφαίρεση ηλεκτρικής ενέργειας χωρίς αντίστοιχη καταγραφή ή τιμολόγηση. Το φαινόμενο αυτό μπορεί να εκδηλωθεί με διάφορους τρόπους, όπως μέσω άμεσων συνδέσεων στο δίκτυο, με παραβίαση των μετρητών ή με τη χρήση παραποιημένων συστημάτων μέτρησης, και θεωρείται ο σημαντικότερος παράγοντας εμφάνισης μη τεχνικών απωλειών.

Εξίσου κρίσιμη πηγή απωλειών αποτελούν τα σφάλματα στη μέτρηση της κατανάλωσης. Οι λανθασμένες ενδείξεις που καταγράφουν οι συσκευές μέτρησης, εξαιτίας ελαττωματικού ή παλαιωμένου εξοπλισμού, οδηγούν σε σημαντικές αποκλίσεις μεταξύ της πραγματικής και της καταγεγραμμένης κατανάλωσης ενέργειας, με αποτέλεσμα την απώλεια πολύτιμων δεδομένων και εσόδων. Στο ίδιο πλαίσιο, διοικητικά και λειτουργικά σφάλματα, όπως η εσφαλμένη καταχώριση στοιχείων κατανάλωσης, η καθυστερημένη ή ανακριβής τιμολόγηση και η απώλεια δεδομένων κατά τη διαδικασία μεταφοράς και επεξεργασίας πληροφοριών, συμβάλλουν επίσης στη διόγκωση του προβλήματος.

Τέλος, ιδιαίτερη σημασία έχουν και οι κοινωνικοοικονομικοί παράγοντες. Τα υψηλά ποσοστά ενεργειακής φτώχειας, η κοινωνική ανοχή της κλοπής ενέργειας σε ορισμένες περιοχές και η χαμηλή θεσμική εμπιστοσύνη εντείνουν περαιτέρω την εμφάνιση μη τεχνικών απωλειών, αποδεικνύοντας ότι το ζήτημα δεν είναι μόνο τεχνολογικό ή διαχειριστικό, αλλά συνδέεται άρρηκτα με ευρύτερες κοινωνικές και οικονομικές συνθήκες.

Συνεπώς οι αιτίες των μη τεχνικών απωλειών συνδέονται πολυπαραγοντικά με τεχνικά, οικονομικά και κοινωνικά χαρακτηριστικά, καθιστώντας αναγκαία μια ολιστική στρατηγική ανίχνευσης και περιορισμού τους. Η μελέτη και αντιμετώπιση των μη τεχνικών απωλειών (MTA) έχει ιδιαίτερη σημασία για τη βιωσιμότητα και τη λειτουργική αποδοτικότητα των συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας, επηρεάζοντας άμεσα τόσο τους διαχειριστές των δικτύων όσο και τους τελικούς καταναλωτές [1].

1.2.Σημασία των MTA για τους διαχειριστές δικτύου και τους καταναλωτές

Οι μη τεχνικές απώλειες (MTA) συνιστούν έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν τη λειτουργία και τη βιωσιμότητα των συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς επιδρούν άμεσα τόσο στους διαχειριστές δικτύου όσο και στους καταναλωτές. Για τους πρώτους, οι MTA συνεπάγονται απώλεια εσόδων και αυξημένη αβεβαιότητα στη λειτουργία του συστήματος. Η μη καταγεγραμμένη κατανάλωση οδηγεί σε αποκλίσεις ανάμεσα στον προγραμματισμό και την πραγματική ζήτηση, με αποτέλεσμα να καθίσταται δυσκολότερος ο αξιόπιστος σχεδιασμός του δικτύου και να αυξάνεται το λειτουργικό κόστος λόγω της ανάγκης ενίσχυσης ελέγχων και παρεμβάσεων. Παράλληλα, η διάβρωση των εσόδων επηρεάζει αρνητικά τους χρηματοοικονομικούς δείκτες απόδοσης, μειώνοντας την ικανότητα ανάκτησης κόστους και περιορίζοντας την ελκυστικότητα νέων επενδύσεων, ενώ η ύπαρξη υψηλών ποσοστών μη τεχνικών απωλειών συχνά αντιμετωπίζεται από τις ρυθμιστικές αρχές ως ένδειξη χαμηλής αποδοτικότητας, εκθέτοντας τους διαχειριστές σε πρόσθετες πιέσεις και κυρώσεις. Σε τεχνικό επίπεδο, η αδυναμία ακριβούς μέτρησης και διαχείρισης της κατανάλωσης επιβαρύνει το δίκτυο με φαινόμενα υπερφόρτωσης και πτώσεις τάσης, γεγονός που αυξάνει τη φθορά του εξοπλισμού και δημιουργεί πρόσθετες ανάγκες συντήρησης, ενισχύοντας έτσι τον κύκλο κόστους [25].

Αντίστοιχα, για τους καταναλωτές οι MTA αποτελούν έμμεσο οικονομικό βάρος, καθώς το κόστος τους κατανέμεται μέσω των τιμολογίων. Η πρακτική αυτή οδηγεί σε αδικαιολόγητη αύξηση των χρεώσεων για τους συνεπείς χρήστες, οι οποίοι ουσιαστικά επωμίζονται το βάρος των παραβατικών συμπεριφορών ή της αναποτελεσματικότητας του συστήματος. Η επιβάρυνση αυτή δεν περιορίζεται μόνο στο επίπεδο της τιμολόγησης αλλά εκτείνεται και στην ποιότητα της παρεχόμενης υπηρεσίας, αφού οι συχνές διακυμάνσεις τάσης ή οι διακοπές ρεύματος που προκαλούνται από μη καταγεγραμμένα φορτία υποβαθμίζουν την αξιοπιστία της παροχής και ενδέχεται να προκαλέσουν ζημιές σε ηλεκτρικές συσκευές ή κρίσιμες υποδομές. Επιπλέον, η αίσθηση αδικίας που δημιουργείται όταν οι καταναλωτές αντιλαμβάνονται ότι πληρώνουν το κόστος των απωλειών που προκαλούν τρίτοι, οδηγεί σε διάβρωση της εμπιστοσύνης προς τις ενεργειακές επιχειρήσεις και το θεσμικό πλαίσιο, μειώνοντας την κοινωνική αποδοχή των ενεργειακών πολιτικών.

Συνολικά, οι μη τεχνικές απώλειες αποτελούν έναν διπλό παράγοντα αστάθειας, καθώς μειώνουν τη χρηματοοικονομική και τεχνική βιωσιμότητα των διαχειριστών δικτύου, ενώ παράλληλα αυξάνουν το κόστος και υποβαθμίζουν την εμπειρία των καταναλωτών. Η συστηματική μέτρηση, παρακολούθηση και μείωσή τους αναδεικνύεται σε στρατηγική

προτεραιότητα για τη διασφάλιση ενός ενεργειακού συστήματος που θα συνδυάζει οικονομική αποδοτικότητα, τεχνική αξιοπιστία και κοινωνική δικαιοσύνη [1].

2. Νομοθετικό πλαίσιο

2.1 Διάκριση μεταξύ τεχνικών και μη τεχνικών απωλειών

Στο πλαίσιο της διαχείρισης και λειτουργίας των συστημάτων μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, οι απώλειες ενέργειας κατηγοριοποιούνται σε δύο βασικές κατηγορίες, στις τεχνικές και μη τεχνικές απώλειες. Η διάκριση αυτή είναι κρίσιμη τόσο για την κατανόηση των μηχανισμών υποβάθμισης της ενεργειακής απόδοσης όσο και για τη διαμόρφωση στοχευμένων στρατηγικών μείωσης των συνολικών απωλειών, με απώτερο στόχο την ενίσχυση της αξιοπιστίας και της οικονομικής βιωσιμότητας του συστήματος.

Οι τεχνικές απώλειες αναφέρονται στην ενέργεια που χάνεται κατά την κανονική λειτουργία του ηλεκτρικού συστήματος, λόγω φυσικών και αναπόφευκτων φαινομένων που διέπουν τη ροή ηλεκτρικής ενέργειας. Οι βασικοί μηχανισμοί που προκαλούν τεχνικές απώλειες περιλαμβάνουν τις απώλειες Joule, δηλαδή τη θερμική διάχυση ενέργειας εξαιτίας της αντίστασης των αγωγών και των στοιχείων του δικτύου, τις απώλειες διηλεκτρικών υλικών ή διαφορετικά τις απώλειες λόγω ρευμάτων διαρροής σε μονωτικά υλικά μετασχηματιστών και καλωδίων, τις μαγνητικές απώλειες σε πυρήνες μετασχηματιστών και κινητήρων, καθώς και τις απώλειες λόγω του φαινομένου Κορώνα (corona losses) σε γραμμές υψηλής τάσης. Οι απώλειες αυτές είναι προβλέψιμες και άμεσα συνδεδεμένες με τα φυσικά χαρακτηριστικά του συστήματος, όπως το μήκος και η διατομή των αγωγών, τα επίπεδα τάσης, οι συνθήκες φόρτισης και η ποιότητα των υλικών. Για τον λόγο αυτό μπορούν να περιοριστούν μέσω τεχνικών βελτιστοποίησης του σχεδιασμού, της λειτουργίας και της συντήρησης του δικτύου, όπως η αναβάθμιση υλικών, η μείωση της αντίστασης αγωγών, η χρήση κατάλληλων επιπέδων τάσης και η προληπτική συντήρηση.

Σε αντίθεση με τις τεχνικές απώλειες, οι μη τεχνικές απώλειες (MTA) δεν σχετίζονται με φυσικά φαινόμενα ή τεχνολογικές ατέλειες του συστήματος, αλλά προκύπτουν από ανθρώπινους, οργανωτικούς ή θεσμικούς παράγοντες. Ενδεικτικά, περιλαμβάνουν τη ρευματοκλοπή, τις λανθασμένες ή ελλιπείς μετρήσεις κατανάλωσης, την κακή καταγραφή τιμολογίων, την αδυναμία αξιόπιστης τιμολόγησης λόγω αστοχιών στον μετρητικό εξοπλισμό και, γενικότερα, φαινόμενα που σχετίζονται με παραβατική ή αναποτελεσματική συμπεριφορά. Σε αντίθεση με τις τεχνικές, οι MTA είναι κατά κανόνα μη προβλέψιμες και η εκτίμησή τους αποτελεί ιδιαίτερα σύνθετη διαδικασία. Για τον εντοπισμό και την αντιμετώπισή τους απαιτείται η αξιοποίηση εξειδικευμένων τεχνολογικών εργαλείων, όπως η ανάλυση μεγάλου όγκου δεδομένων (big data analytics), η τεχνητή νοημοσύνη για την αναγνώριση προτύπων ανωμαλιών, καθώς και συστήματα παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο που επιτρέπουν τον έγκαιρο εντοπισμό ύποπτων καταναλωτικών συμπεριφορών.

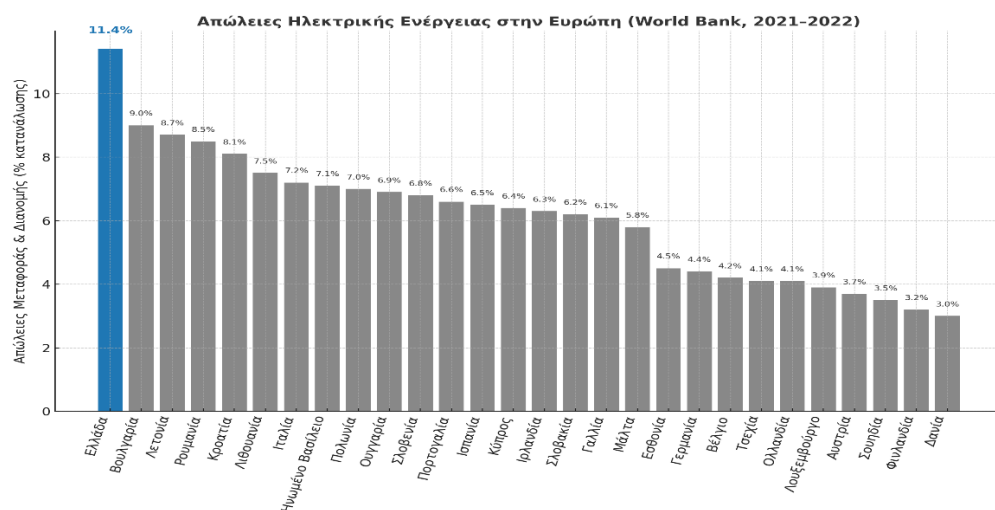
Η διάκριση μεταξύ τεχνικών και μη τεχνικών απωλειών έχει κομβική σημασία σε τεχνικοοικονομικό επίπεδο. Ενώ οι τεχνικές απώλειες αποτελούν αναπόφευκτο στοιχείο

του ενεργειακού συστήματος και μπορούν να περιοριστούν μέσω βελτιώσεων στη μηχανολογική και ηλεκτρολογική σχεδίαση, οι μη τεχνικές απώλειες συνιστούν καθαρή απώλεια αξίας, η οποία μεταφράζεται σε άμεση οικονομική επιβάρυνση τόσο για τους διαχειριστές δικτύου όσο και για τους καταναλωτές.

Η ακριβής κατανόηση της φύσης, των μηχανισμών και των παραμέτρων που διαμορφώνουν τις τεχνικές και μη τεχνικές απώλειες αποτελεί επομένως απαραίτητη προϋπόθεση για τη χάραξη αποδοτικών πολιτικών διαχείρισης ενέργειας και την ανάπτυξη στρατηγικών που διασφαλίζουν την αποδοτικότητα, τη διαφάνεια και τη δικαιοσύνη στο ενεργειακό σύστημα.

Χαρακτηριστικό	Τεχνικές Απώλειες	Μη Τεχνικές Απώλειες
Φύση	Φυσικά και τεχνικά φαινόμενα	Ανθρώπινες και οργανωτικές παρεμβάσεις
Προβλεψιμότητα	Προβλέψιμες μέσω μαθηματικών μοντέλων	Δυσπρόβλεπτες και τυχαίες
Τρόποι αντιμετώπισης	Βελτίωση τεχνικού σχεδιασμού και λειτουργίας	Ενίσχυση επιτήρησης και ανίχνευσης απάτης
Σχέση με φορτίο και υποδομή	Άμεση	Έμμεση ή και ανεξάρτητη
Επιπτώσεις	Μείωση ενεργειακής απόδοσης	Οικονομικές απώλειες και κοινωνικές στρεβλώσεις

Πίνακας 2.1 Συγκριτικός πίνακας μεταξύ τεχνικών και μη τεχνικών απωλειών [1]



Εικόνα 2.1 Απώλειες ηλεκτρικής ενέργειας στην Ευρώπη (άθροισμα τεχνικών και μη τεχνικών απωλειών) [16]

2.2 Οικονομικές, κοινωνικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις των Μη Τεχνικών Απωλειών

Οι μη τεχνικές απώλειες (MTA) επιφέρουν ένα σύνολο αρνητικών οικονομικών συνεπειών, τόσο σε επίπεδο διαχειριστών συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας όσο και σε επίπεδο τελικών καταναλωτών και εθνικής οικονομίας. Οι συνέπειες αυτές δεν περιορίζονται μόνο στη μείωση των άμεσων εσόδων αλλά επεκτείνονται στη στρέβλωση της αγοράς ενέργειας, την ανακατανομή κόστους, την αύξηση των λειτουργικών δαπανών και τη μείωση επενδύσεων και αξιοπιστίας.

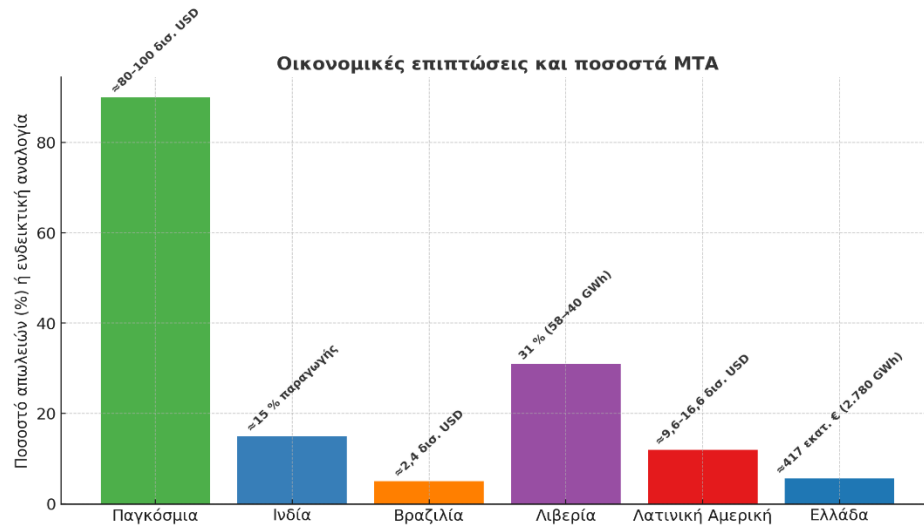
Καταρχήν, οι MTA οδηγούν σε μείωση των εσόδων των παρόχων και διαχειριστών ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς η καταναλισκόμενη ενέργεια δεν τιμολογείται σωστά ή παραμένει ανεξόφλητη. Αν σε ένα αστικό δίκτυο το 5% της συνολικής διανεμόμενης ενέργειας κλαπεί μέσω παράνομων συνδέσεων, οι απώλειες εσόδων μπορεί να ανέρχονται σε εκατομμύρια ευρώ ετησίως, ανάλογα με τον όγκο και την τιμή της ενέργειας.

Επιπλέον, η ανάγκη για εντατικότερους ελέγχους, συστήματα ανίχνευσης απωλειών, επιθεωρήσεις, αναβάθμιση μετρητών και τεχνικών υποδομών αυξάνει το λειτουργικό κόστος των επιχειρήσεων διανομής. Η εγκατάσταση έξυπνων μετρητών (smart meters) σε περιοχές υψηλού κινδύνου για απάτη απαιτεί σημαντικό αρχικό κεφάλαιο και συντήρηση, αυξάνοντας τις ετήσιες λειτουργικές δαπάνες κατά 5-10%. Προκειμένου λοιπόν να αντισταθμιστούν οι οικονομικές απώλειες, οι εταιρείες μετακυλούν το κόστος στους καταναλωτές μέσω αυξημένων τιμολογίων ρεύματος, ανεξαρτήτως αν συμμετέχουν ή όχι στη δημιουργία των απωλειών. Σε χώρες όπου οι μη τεχνικές απώλειες υπερβαίνουν το 10% της διανεμόμενης ενέργειας (όπως συμβαίνει σε αρκετές αναπτυσσόμενες χώρες), οι αυξήσεις στα τιμολόγια ενέργειας μπορεί να φτάσουν το 15-20% επιπλέον σε σχέση με την κανονική τιμολόγηση.

Σύμφωνα με διεθνείς εκτιμήσεις, οι μη τεχνικές απώλειες στον ηλεκτρισμό κοστίζουν παγκοσμίως περίπου 80–100 δισ. USD ετησίως. Στην Ινδία, το ρεύμα που χάνεται λόγω ρευματοκλοπής φτάνει το 15 % της συνολικής παραγωγής, ενώ στη Βραζιλία το αντίστοιχο ποσοστό είναι περίπου 5 %, ισοδύναμο σε 2,4 δισ. USD ετησίως. Παράλληλα, στη Λιβερία, όπου από τα 58 GWh που παράγονται μόνο 40 GWh τιμολογούνται, οι μη τεχνικές απώλειες αγγίζουν 31 %. Στη Λατινική Αμερική, οι οικονομικές απώλειες κυμαίνονται από 9,6 έως 16,6 δισ. USD ετησίως. Στην Ελλάδα, οι συνολικές απώλειες ενέργειας στο δίκτυο έφτασαν το 11,4 % το 2023, σε σύγκριση με περίπου 5,9 % πριν από δέκα χρόνια, υπερδιπλασιασμός που κατατάσσει τη χώρα στη 5η χειρότερη θέση μεταξύ 33 ευρωπαϊκών κρατών (ευρωπαϊκός μέσος όρος: 5,5 %). Από αυτές, οι μη τεχνικές απώλειες (κυρίως η ρευματοκλοπή) αντιστοιχούν στο 5,568 %. Αυτή η διαρροή ενέργειας υπολογίζεται σε 2.780 GWh ετησίως, που κοστίζει στους καταναλωτές περίπου 417 εκατ. € μόνο από τις MTA.

Επιπλέον, η μειωμένη ρευστότητα λόγω απωλειών περιορίζει την ικανότητα των διαχειριστών να επενδύουν σε αναβάθμιση και επέκταση υποδομών, οδηγώντας σε μακροπρόθεσμη υποβάθμιση της ποιότητας της παρεχόμενης ενέργειας (π.χ. περισσότερες διακοπές, μειωμένη αξιοπιστία). Σε ένα δίκτυο με υψηλές MTA, η αδυναμία

χρηματοδότησης αναβαθμίσεων μετασχηματιστών για παράδειγμα, οδηγεί σε συχνότερες βλάβες και αυξάνει τη μέση διάρκεια διακοπών ανά καταναλωτή (δείκτης SAIDI) [3].



Εικόνα 2.2 Ενδεικτικές οικονομικές επιπτώσεις των MTA [8], [14]

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι οι μη τεχνικές απώλειες δημιουργούν συνθήκες αθέμιτου ανταγωνισμού, καθώς οι παράνομοι χρήστες απολαμβάνουν ενέργεια χωρίς να επιβαρύνονται με κόστος, ενώ οι νόμιμοι καταναλωτές υφίστανται αυξήσεις τιμών. Σε περιβάλλοντα με εκτεταμένη κλοπή ενέργειας (π.χ. ορισμένες περιοχές της Λατινικής Αμερικής), η νόμιμη αγορά ενέργειας αποσταθεροποιείται και απαιτεί κρατικές παρεμβάσεις και επιδοτήσεις για τη διατήρηση της λειτουργικότητάς της.

Τέλος η συστηματική ύπαρξη μη τεχνικών απωλειών σε μεγάλα δίκτυα μπορεί να επηρεάσει τη μακροοικονομική σταθερότητα, μέσω της απώλειας φορολογικών εσόδων, της μείωσης εθνικής ενεργειακής απόδοσης και της επιβάρυνσης του εμπορικού ισοζυγίου λόγω αυξημένων εισαγωγών ενέργειας.

Σε χώρες με ποσοστά MTA άνω του 15%, υπολογίζεται ότι το ΑΕΠ μπορεί να επηρεαστεί αρνητικά κατά 0,5-1% ετησίως λόγω των άμεσων και έμμεσων συνεπειών.

Συνεπώς η οικονομική επιβάρυνση που προκαλούν οι μη τεχνικές απώλειες δεν περιορίζεται μόνο στο άμεσο χρηματοοικονομικό κόστος για τις εταιρείες ενέργειας, αλλά επεκτείνεται ευρύτερα στην κοινωνία, προκαλώντας αυξήσεις τιμών, επενδυτικές δυσχέρειες, στρέβλωση των αγορών και τελικά υποβάθμιση της συνολικής ενεργειακής και οικονομικής σταθερότητας.

Οι μη τεχνικές απώλειες (MTA) δεν προκαλούν μόνο οικονομικές ζημιές, αλλά επιφέρουν και σημαντικές κοινωνικές συνέπειες, επηρεάζοντας αρνητικά την ποιότητα ζωής των πολιτών, την κοινωνική συνοχή και τη θεσμική εμπιστοσύνη. Οι κοινωνικές επιπτώσεις είναι πολυεπίπεδες και αφορούν τόσο άμεσες συνέπειες στις καθημερινές συνθήκες διαβίωσης όσο και έμμεσες επιπτώσεις στη γενικότερη λειτουργία των κοινωνιών.

Η μετακύλιση του κόστους των ΜΤΑ στους νόμιμους καταναλωτές οδηγεί σε αυξήσεις τιμολογίων, επιβαρύνοντας ιδιαίτερα τα ευάλωτα νοικοκυριά που δυσκολεύονται να καλύψουν βασικές ενεργειακές ανάγκες. Για παράδειγμα σε αναπτυσσόμενες χώρες, όπως η Νιγηρία ή η Ινδία, η ανεξέλεγκτη κλοπή ενέργειας έχει οδηγήσει σε εκτίναξη των τιμών του ρεύματος, με αποτέλεσμα εκατομμύρια νοικοκυριά να αδυνατούν να διατηρήσουν επαρκή θέρμανση ή φωτισμό.

Επιπλέον οι καταναλωτές που πληρώνουν κανονικά τις υποχρεώσεις τους ουσιαστικά επιβαρύνονται οικονομικά για τη συμπεριφορά των παραβατών, δημιουργώντας αισθήματα κοινωνικής αδικίας και ανισότητας. Σε πολλές περιοχές της Λατινικής Αμερικής, οι χαμηλομεσαίες τάξεις διαμαρτύρονται έντονα για τις αυξήσεις τιμών, ενώ παρατηρείται ότι σε ορισμένες κοινότητες, ομάδες υψηλού κινδύνου για κλοπή ηλεκτρικής ενέργειας επιβαρύνουν δυσανάλογα τις τίμιες κοινωνικές ομάδες.

Επιπρόσθετα η αδυναμία των αρμόδιων φορέων να ελέγξουν ή να αποτρέψουν τις ΜΤΑ υπονομεύει την εμπιστοσύνη των πολιτών στη δικαιοσύνη, τη διαφάνεια και τη λειτουργικότητα των δημόσιων και ιδιωτικών θεσμών. Σε περιπτώσεις όπου οι πολίτες θεωρούν ότι η κλοπή ρεύματος είναι "κανονικότητα" ή ότι υπάρχει διαφθορά στους ελεγκτικούς μηχανισμούς, μειώνεται η προθυμία συμμόρφωσης σε νόμους και κανόνες και ενισχύεται το φαινόμενο της "σκιάδους οικονομίας".

Επίσης οι παράνομες συνδέσεις ηλεκτρικού ρεύματος είναι συχνά τεχνικά επισφαλείς και μπορούν να προκαλέσουν σοβαρά ατυχήματα, πυρκαγιές ή ακόμη και απώλειες ανθρώπινων ζωών, επηρεάζοντας άμεσα την κοινωνική ασφάλεια. Σε συνοικίες με εκτεταμένες παράνομες συνδέσεις, όπως σε περιοχές φτωχογειτονιών (favelas) στη Βραζιλία, έχουν καταγραφεί πολυάριθμα περιστατικά πυρκαγιών λόγω υπερφόρτωσης δικτύων ή ακατάλληλων εγκαταστάσεων.

Η ανοχή ή η διάδοση πρακτικών όπως η κλοπή ενέργειας μπορεί να νομιμοποιήσει αντικοινωνικές συμπεριφορές, ενισχύοντας την αποσύνθεση της κοινωνικής συνοχής και διαβρώνοντας το αίσθημα κοινού καθήκοντος. Για παράδειγμα σε γειτονίες όπου η πλειοψηφία των κατοίκων καταναλώνει ρεύμα μέσω παράνομων συνδέσεων, όσοι ακολουθούν νόμιμες διαδικασίες στιγματίζονται ή ασκείται πίεση για συμμόρφωση στη γενικευμένη παρανομία.

Συνεπώς οι μη τεχνικές απώλειες δεν αποτελούν μόνο τεχνικό ή οικονομικό πρόβλημα, αλλά και σημαντικό κοινωνικό φαινόμενο με μακροπρόθεσμες αρνητικές συνέπειες στη δικαιοσύνη, την ευημερία, την ασφάλεια και τη συνοχή των κοινωνιών. Η αποτελεσματική αντιμετώπισή τους απαιτεί όχι μόνο τεχνικές παρεμβάσεις, αλλά και ευρύτερες πολιτικές ευαισθητοποίησης, πρόληψης και ενίσχυσης της κοινωνικής υπευθυνότητας.

Τέλος, οι μη τεχνικές απώλειες (ΜΤΑ) επιδρούν αρνητικά και στο περιβάλλον, παρόλο που η σχέση τους με τις περιβαλλοντικές συνέπειες είναι λιγότερο άμεση σε σύγκριση με τις οικονομικές ή κοινωνικές επιπτώσεις. Ωστόσο, η υποβάθμιση της ενεργειακής απόδοσης, η αύξηση της άσκοπης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και οι επικίνδυνες

πρακτικές παράνομης σύνδεσης έχουν σημαντικές περιβαλλοντικές συνέπειες σε τοπικό και παγκόσμιο επίπεδο [4].

Οι παράνομες συνδέσεις ρεύματος συχνά δημιουργούνται χωρίς σεβασμό σε πρότυπα ασφαλείας και χωρίς την απαραίτητη τεχνική επίβλεψη, γεγονός που αυξάνει τον κίνδυνο πυρκαγιών σε δάση ή αστικές περιοχές, καταστροφής υποδομών και περιβαλλοντικών ατυχημάτων. Σε πολλές περιφέρειες όπου οι παράνομες συνδέσεις περνούν μέσα από δασικές εκτάσεις, όπως στην Αφρική ή τη Νότια Αμερική, έχουν καταγραφεί περιστατικά πυρκαγιών που καταστρέφουν εκτεταμένες εκτάσεις φυσικού περιβάλλοντος.

Οι μη τεχνικές απώλειες σημαίνουν ότι μεγαλύτερη ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας πρέπει να παραχθεί για να καλυφθούν οι απώλειες και οι νόμιμες ανάγκες κατανάλωσης. Αυτό οδηγεί σε αυξημένη λειτουργία θερμικών σταθμών παραγωγής, κυρίως αυτών που χρησιμοποιούν ορυκτά καύσιμα, με αποτέλεσμα αυξημένες εκπομπές CO₂ και άλλων βλαβερών αερίων. Για παράδειγμα, σε ένα δίκτυο όπου οι ΜΤΑ αγγίζουν το 10%, απαιτείται αντίστοιχη επιπλέον παραγωγή ενέργειας. Εάν αυτή η ενέργεια προέρχεται από σταθμούς άνθρακα ή φυσικού αερίου, υπολογίζεται ότι οι ετήσιες εκπομπές CO₂ μπορεί να αυξηθούν κατά χιλιάδες τόνους. Αυτή η αυξημένη παραγωγή ενέργειας επιδεινώνει την ποιότητα του αέρα, αυξάνει την κατανάλωση νερού για την ψύξη μονάδων και καταπονεί τα φυσικά οικοσυστήματα που σχετίζονται με την παραγωγή και διανομή ενέργειας.

Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι οι απώλειες λόγω ΜΤΑ μειώνουν τα διαθέσιμα κεφάλαια για επενδύσεις σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) και σε βιώσιμες ενεργειακές λύσεις, καθυστερώντας έτσι τη μετάβαση σε ένα πιο "πράσινο" ενεργειακό σύστημα [8].

2.3 Νομικό πλαίσιο στην Ελλάδα και διεθνώς για τη ρευματοκλοπή

Στην Ελλάδα η κλοπή ηλεκτρικής ενέργειας αποτελεί ποινικό αδίκημα και ρυθμίζεται μέσω διατάξεων τόσο του Ποινικού Κώδικα (ΠΚ) όσο και ειδικότερων κανονιστικών πράξεων που εκδίδονται από αρμόδιες Αρχές και Διαχειριστές του Συστήματος και του Δικτύου.

2.3.1 Ποινικός Κώδικας – Ορισμός και Ποινικές Κυρώσεις

Η παράνομη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας συνιστά κλοπή ενέργειας και εμπίπτει στις διατάξεις του άρθρου 372 ΠΚ, το οποίο ρυθμίζει την κλασική μορφή της κλοπής. Ωστόσο, ειδικά για ενέργεια, εφαρμόζεται το άρθρο 378 ΠΚ, το οποίο αναφέρεται ρητά σε "κλοπή πράγματος που συνίσταται σε ενέργεια". Συγκεκριμένα το άρθρο 378 ΠΚ (Κλοπή ενέργειας) ορίζει ότι όποιος αφαιρεί ενέργεια χωρίς τη συναίνεση του δικαιούχου και με σκοπό την ιδιοποίησή της, τιμωρείται με ποινή φυλάκισης έως τρία (3) έτη ή χρηματική ποινή. Σε περίπτωση επιβαρυντικών περιστάσεων (όπως οργανωμένη δράση ή ζημία μεγάλης αξίας), δύναται να επιβληθεί αυστηρότερη ποινή. Η ηλεκτρική ενέργεια θεωρείται νομικά πράγμα ("res"), επιδεκτικό ιδιοποίησης και συνεπώς κλοπής, σύμφωνα με την ερμηνεία της έννοιας "πράγματος" στο ποινικό δίκαιο [9].

2.3.2. Κανονιστικό Πλαίσιο από Διαχειριστές

Ο Διαχειριστής Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΔΕΔΔΗΕ) έχει θεσπίσει ειδικές ρυθμίσεις για την αναγνώριση, αντιμετώπιση και επιβολή συνεπειών σε περιπτώσεις ρευματοκλοπής. Ο Κώδικας Διαχείρισης Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΦΕΚ Β' 78/2017) περιλαμβάνει ειδική διαδικασία για τη διαπίστωση ρευματοκλοπής, τον προσδιορισμό των καταναλώσεων που δεν καταγράφηκαν και τον υπολογισμό των σχετικών χρεώσεων. Ως «ρευματοκλοπή» (άρθρο 123 του Κώδικα), θεωρείται κάθε παρέμβαση που έχει σκοπό την καταμέτρηση μειωμένης ποσότητας ηλεκτρικής ενέργειας ή την κατανάλωση χωρίς καταγραφή. Ο ΔΕΔΔΗΕ υπολογίζει το ποσό της ενέργειας που αφαιρέθηκε και απαιτεί από τον υπαίτιο την καταβολή της σχετικής χρέωσης, προσαυξημένης με προβλεπόμενα πρόστιμα και έξοδα διαπίστωσης. Εκτός από τις ποινικές κυρώσεις ο διαχειριστής δικτύου έχει δικαίωμα να διακόψει την ηλεκτροδότηση, καταγγείλει μονομερώς τη σύμβαση προμήθειας και να αξιώσει αποζημίωση για τη ζημία που υπέστη (μέσω αγωγών). Επιπλέον η Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ) έχει εκδώσει οδηγίες για την καταπολέμηση των ρευματοκλοπών, ενισχύοντας τους ελέγχους και τα μέτρα αποτροπής [10].

Το νομικό πλαίσιο στην Ελλάδα για τις κλοπές ρεύματος συνδυάζει ποινικές, διοικητικές και αστικές κυρώσεις, αποσκοπώντας στην αποτροπή του φαινομένου και την προστασία της εύρυθμης λειτουργίας του ενεργειακού συστήματος. Ωστόσο, παρά την ύπαρξη σαφών διατάξεων, η πρακτική αποτελεσματικότητα εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τον εντοπισμό των παραβάσεων και την επιτάχυνση των διαδικασιών απονομής δικαιοσύνης.

Η κλοπή ηλεκτρικής ενέργειας συνιστά σοβαρό πρόβλημα για τα ενεργειακά συστήματα παγκοσμίως, επηρεάζοντας την οικονομική βιωσιμότητα των παρόχων ενέργειας και υπονομεύοντας τη σταθερότητα των δικτύων. Ωστόσο, σε διεθνές επίπεδο, δεν υπάρχει ενιαίο υπερεθνικό νομικό πλαίσιο αποκλειστικά για την κλοπή ρεύματος. Κάθε κράτος ρυθμίζει το θέμα μέσα από το δικό του ποινικό και διοικητικό δίκαιο. Παρ' όλα αυτά, υπάρχουν κοινές τάσεις και πρακτικές. Σε πολλές χώρες η κλοπή ηλεκτρικής ενέργειας θεωρείται ποινικό αδίκημα και υπάγεται είτε στις γενικές διατάξεις περί κλοπής, είτε ρυθμίζεται με ειδικές διατάξεις για την "κλοπή υπηρεσίας" ή "κλοπή κοινωφελών αγαθών".

Συνεπώς προβλέπονται ποινικές ποινές (φυλάκιση ή χρηματικά πρόστιμα) και διοικητικά μέτρα (π.χ. αποσύνδεση από το δίκτυο, επιβολή προσαυξήσεων). Επίσης σε πολλές έννομες τάξεις αναγνωρίζεται η διάκριση ανάμεσα σε παράνομη σύνδεση (χωρίς καθόλου μετρητή) και παρέμβαση σε μετρητή (παραποίηση μετρήσεων).

Παρατηρούμε ότι σε διεθνές επίπεδο, η κλοπή ηλεκτρικής ενέργειας αναγνωρίζεται ως ένα σοβαρό αδίκημα με ποινικές και διοικητικές συνέπειες, ενώ σε πολλές χώρες αντιμετωπίζεται με αυστηρότερη νομοθεσία σε σύγκριση με την Ελλάδα.

Χώρα	Νομική Ρύθμιση	Σημαντικές Πτυχές του Νομικού Πλαισίου
ΗΠΑ	Διαφοροποίηση ανά Πολιτεία (π.χ. Penal Code §498 Καλ.).	Η κλοπή ενέργειας θεωρείται πλημμέλημα (misdemeanor) ή κακούργημα (felony) αναλόγως της ζημίας.
Ηνωμένο Βασίλειο	Electricity Act 1989, Section 13.	Κλοπή ηλεκτρικής ενέργειας είναι ποινικό αδίκημα· ποινές φυλάκισης έως 5 έτη. Αυστηρή ρύθμιση και εκτεταμένα δικαιώματα σε προμηθευτές να ελέγχουν εγκαταστάσεις.
Γερμανία	Strafgesetzbuch (StGB) § 248c – "Entziehung elektrischer Energie".	Ρητή πρόβλεψη για "κλοπή ηλεκτρικής ενέργειας". Θεωρείται "ιδιότυπη κλοπή" και τιμωρείται με φυλάκιση έως 5 έτη ή χρηματική ποινή.
Ινδία	Electricity Act 2003, Sections 135-140.	Πολύ αυστηρές κυρώσεις λόγω εκτεταμένων φαινομένων ρευματοκλοπής· προβλέπονται μέχρι και ποινές κάθειρξης και πρόστιμα πολλαπλάσια της αξίας του ρεύματος.
Νότια Αφρική	Criminal Procedure Act και πρόσθετη ρύθμιση σε Energy Acts.	Η ρευματοκλοπή θεωρείται σοβαρό αδίκημα λόγω εκτεταμένων απωλειών στα δίκτυα.

Πίνακας 2.2 Πτυχές του Νομικού Πλαισίου κλοπής σε διάφορες χώρες [27], [28], [29], [30]

Θέμα	Διεθνές Πλαίσιο	Ελληνικό Πλαίσιο
Αυτοτέλεια Δικαίου για Κλοπή Ενέργειας	Σε αρκετές χώρες (π.χ. Γερμανία, Ινδία) υπάρχει ειδικό άρθρο ή κεφάλαιο για την "κλοπή ηλεκτρικής ενέργειας".	Στην Ελλάδα, η κλοπή ενέργειας υπάγεται στο γενικότερο άρθρο περί κλοπής (άρθρο 378 ΠΚ) χωρίς εκτεταμένη ειδική αναλυτική ρύθμιση.
Βαθμός Αυστηρότητας Ποινών	Κυμαίνεται από χρηματικές ποινές έως πολύ βαριές ποινές κάθειρξης (ιδίως σε Ινδία και ΗΠΑ).	Στην Ελλάδα προβλέπεται φυλάκιση έως 3 έτη ή χρηματική ποινή (θεωρείται πλημμέλημα).
Διαδικασίες Διαχείρισης	Σε χώρες όπως το Ηνωμένο Βασίλειο, οι πάροχοι έχουν άμεσα εκτελεστικά δικαιώματα αποκοπής ή επιβολής κυρώσεων.	Στην Ελλάδα, απαιτούνται συγκεκριμένες διαδικασίες μέσω ΔΕΔΔΗΕ και δικαστικών οδών σε ορισμένες περιπτώσεις.
Πρόληψη και Έλεγχοι	Εκτεταμένα συστήματα πρόληψης (smart meters, ενεργοί έλεγχοι πεδίου, ειδικές ομάδες πρόληψης).	Στην Ελλάδα υπάρχουν ενέργειες πρόληψης μέσω ΔΕΔΔΗΕ, αλλά η κλίμακα και οι τεχνολογικές υποδομές είναι λιγότερο ανεπτυγμένες.

Πίνακας 2.3 Διαφορές ελληνικού με διεθνές πλαίσιο όσον αφορά το φαινόμενο των ρευματοκλοπών [27], [28], [29], [30]

2.4 Κυρώσεις και μέτρα καταστολής του φαινομένου της ρευματοκλοπής

Στην ελληνική έννομη τάξη, η κλοπή ηλεκτρικής ενέργειας τιμωρείται πρωτίστως ως ποινικό αδίκημα, υπαγόμενο στις γενικές διατάξεις περί κλοπής του άρθρου 378 του Ποινικού Κώδικα. Ειδικότερα, η πράξη αυτή θεωρείται πλημμέλημα και τιμωρείται με ποινή φυλάκισης έως τρία έτη ή με χρηματική ποινή, ανάλογα με τη βαρύτητα της πράξης και τις ειδικότερες περιστάσεις τέλεσής της. Σε περιπτώσεις όπου διαπιστώνεται οργανωμένη ή κατ' επάγγελμα δράση, ή σε περιπτώσεις υποτροπής, δύνανται να εφαρμοστούν αυστηρότερες ποινικές διατάξεις, οδηγώντας σε αυξημένες ποινές.

Παράλληλα με τη βασική ποινική αντιμετώπιση, υφίστανται και διοικητικές συνέπειες. Ο Διαχειριστής του Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΔΕΔΔΗΕ) προβαίνει σε υπολογισμό της ποσότητας της κλαπείσας ενέργειας και επιβάλλει στον παραβάτη χρέωση της αντίστοιχης αξίας, προσαυξημένης με σχετικό διοικητικό κόστος και πρόστιμα. Μέχρι την εξόφληση των σχετικών ποσών και την αποκατάσταση τυχόν τεχνικών ζημιών, δύναται να διακοπεί η ηλεκτροδότηση του παραβάτη.

Περαιτέρω, υφίσταται και αστική ευθύνη, βάσει της οποίας ο διαχειριστής του δικτύου ή ο προμηθευτής ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να αξιώσει αποζημίωση ενώπιον των πολιτικών δικαστηρίων για την οικονομική ζημία που υπέστη λόγω της ρευματοκλοπής. Η ελληνική νομοθεσία, παρά τις προβλέψεις αυτές, δεν διαθέτει ακόμη ειδικό και αυτοτελές θεσμικό πλαίσιο που να ρυθμίζει αποκλειστικά και ρητά το αδίκημα της ρευματοκλοπής, σε αντίθεση με άλλες έννομες τάξεις, γεγονός που αφήνει περιθώρια για βελτιώσεις στο πεδίο της καταστολής και πρόληψης του φαινομένου.

Στο διεθνές πλαίσιο, οι κυρώσεις για την κλοπή ηλεκτρικής ενέργειας ποικίλουν σημαντικά ανάλογα με το νομικό σύστημα κάθε χώρας, αλλά και τις ιδιαιτερότητες του εκάστοτε ενεργειακού τομέα. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, για παράδειγμα, η κλοπή ενέργειας αντιμετωπίζεται με αυστηρότητα και διακρίνεται σε πλημμέλημα και κακούργημα, ανάλογα με τη σοβαρότητα της πράξης και το χρηματικό ποσό της κλαπείσας ενέργειας. Οι ποινές μπορεί να περιλαμβάνουν φυλάκιση που κυμαίνεται από έξι μήνες έως και δέκα έτη, ανάλογα με την πολιτεία και τις συνθήκες της υπόθεσης. Επιπλέον, η επιβολή προστίμων και η αποκατάσταση της οικονομικής ζημίας θεωρούνται αυτονόητα μέτρα, με τα οποία ο διαχειριστής του δικτύου προσπαθεί να αποκαταστήσει τις συνέπειες της ρευματοκλοπής.

Στο Ηνωμένο Βασίλειο, η κλοπή ηλεκτρικής ενέργειας τιμωρείται με ποινή φυλάκισης έως πέντε έτη, σύμφωνα με τον Electricity Act 1989, και οι παραβάτες υπόκεινται σε χρηματικά πρόστιμα και υποχρεούνται στην επιστροφή του κλαπέντος ποσού, επιβαρυνμένου με προσαυξήσεις. Το δίκτυο διανομής έχει το δικαίωμα να προχωρήσει σε άμεση αποκοπή της ηλεκτροδότησης και σε εφαρμογή των προβλεπόμενων προστίμων χωρίς την ανάγκη δικαστικής απόφασης. Παράλληλα, στην Γερμανία, η κλοπή ηλεκτρικής ενέργειας τιμωρείται με φυλάκιση έως πέντε έτη ή με χρηματική ποινή, και η αποκατάσταση της ζημίας περιλαμβάνει την αποζημίωση του διαχειριστή του δικτύου, καθώς και την επιβολή αυστηρών προστίμων [17].

Στην Ινδία, σύμφωνα με το Electricity Act 2003, η ρευματοκλοπή τιμωρείται με ποινές που κυμαίνονται από κάθειρξη έως τρία έτη και πρόστιμα που μπορούν να είναι τριπλάσια της αξίας της κλαπείσας ενέργειας. Οι κυβερνητικές αρχές έχουν τη δυνατότητα να διακόψουν άμεσα την ηλεκτροδότηση και να επιβάλλουν βαριά πρόστιμα. Επιπλέον, υπάρχει η δυνατότητα ίδρυσης "ειδικών δικαστηρίων" για τη γρήγορη εκδίκαση των υποθέσεων κλοπής ενέργειας.

Στην Νότια Αφρική, οι κυρώσεις για την κλοπή ηλεκτρικής ενέργειας περιλαμβάνουν φυλάκιση, πρόστιμα και αποζημίωση για την αποκατάσταση των ζημιών, ενώ οι αρχές έχουν τη δυνατότητα άμεσης διακοπής της παροχής ενέργειας στους παραβάτες, ως αποτρεπτικό μέτρο. Παράλληλα, η χρήση νέων τεχνολογιών παρακολούθησης των δικτύων ενέργειας είναι διαρκώς σε επέκταση, με σκοπό την καλύτερη ανίχνευση και αποτροπή της ρευματοκλοπής [1].

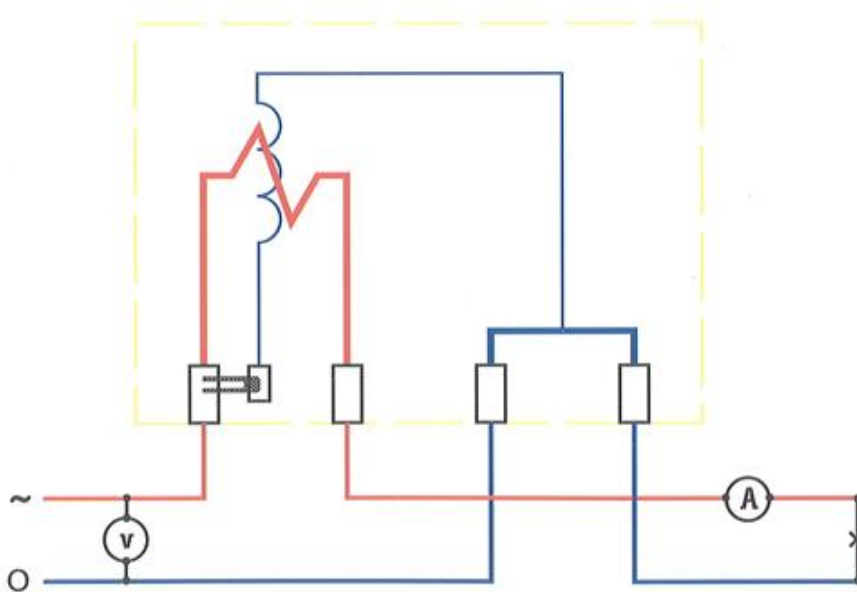
Η κύρια διαφορά μεταξύ της Ελλάδας και των διεθνών πρακτικών έγκειται στην αυστηρότητα των κυρώσεων και στην εξειδίκευση των νομοθετικών διατάξεων που αφορούν την κλοπή ενέργειας. Σε πολλές χώρες, η κλοπή ρεύματος αντιμετωπίζεται ως σοβαρό αδίκημα, με αυστηρότερες ποινές και περισσότερο εκτεταμένες διαδικασίες για την πρόληψη και την αποκατάστασή της.

Η πρόσφατη εντατικοποίηση των ελέγχων από τον ΔΕΔΔΗΕ και η θεσμοθέτηση αυστηρότερων οικονομικών κυρώσεων αποτελούν ένδειξη ότι το ισχύον νομικό πλαίσιο για τη ρευματοκλοπή στην Ελλάδα δεν περιορίζεται πλέον στη θεωρητική αναγνώριση της πράξης ως ποινικό αδίκημα, αλλά ενισχύεται μέσα από μηχανισμούς πρακτικής εφαρμογής και αποτροπής. Η αυξημένη συχνότητα των ελέγχων και οι αναδρομικές χρεώσεις με προσαυξημένο κόστος δείχνουν ότι το νομικό πλαίσιο τείνει να αποκτήσει περισσότερη αποτελεσματικότητα στην εφαρμογή του [31].

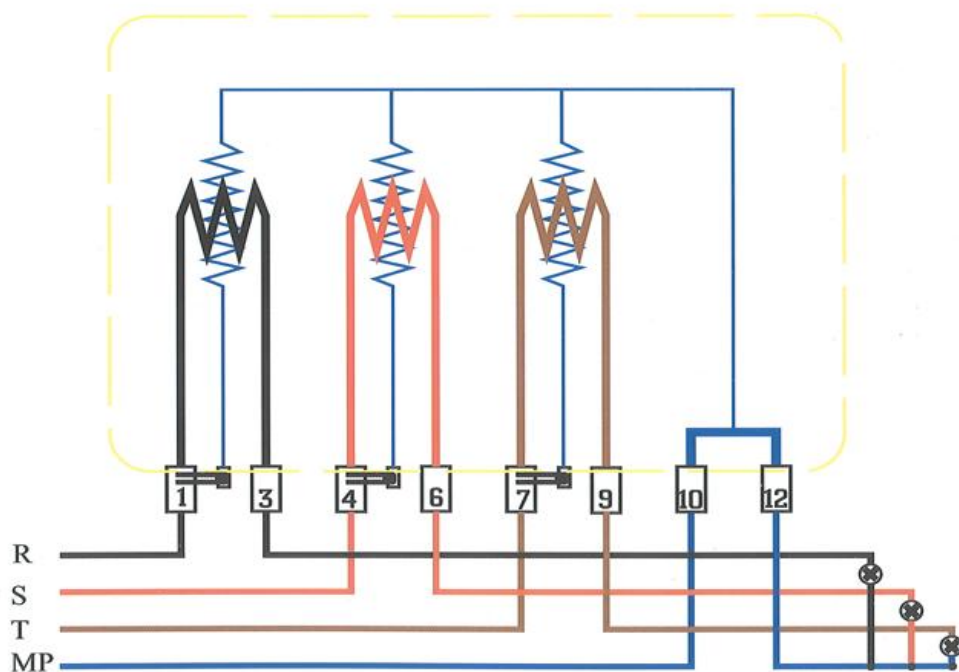
3. Μέθοδοι ρευματοκλοπής

3.1 Μέρη ηλεκτρομηχανικού μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας και τρόπος σύνδεσής του.

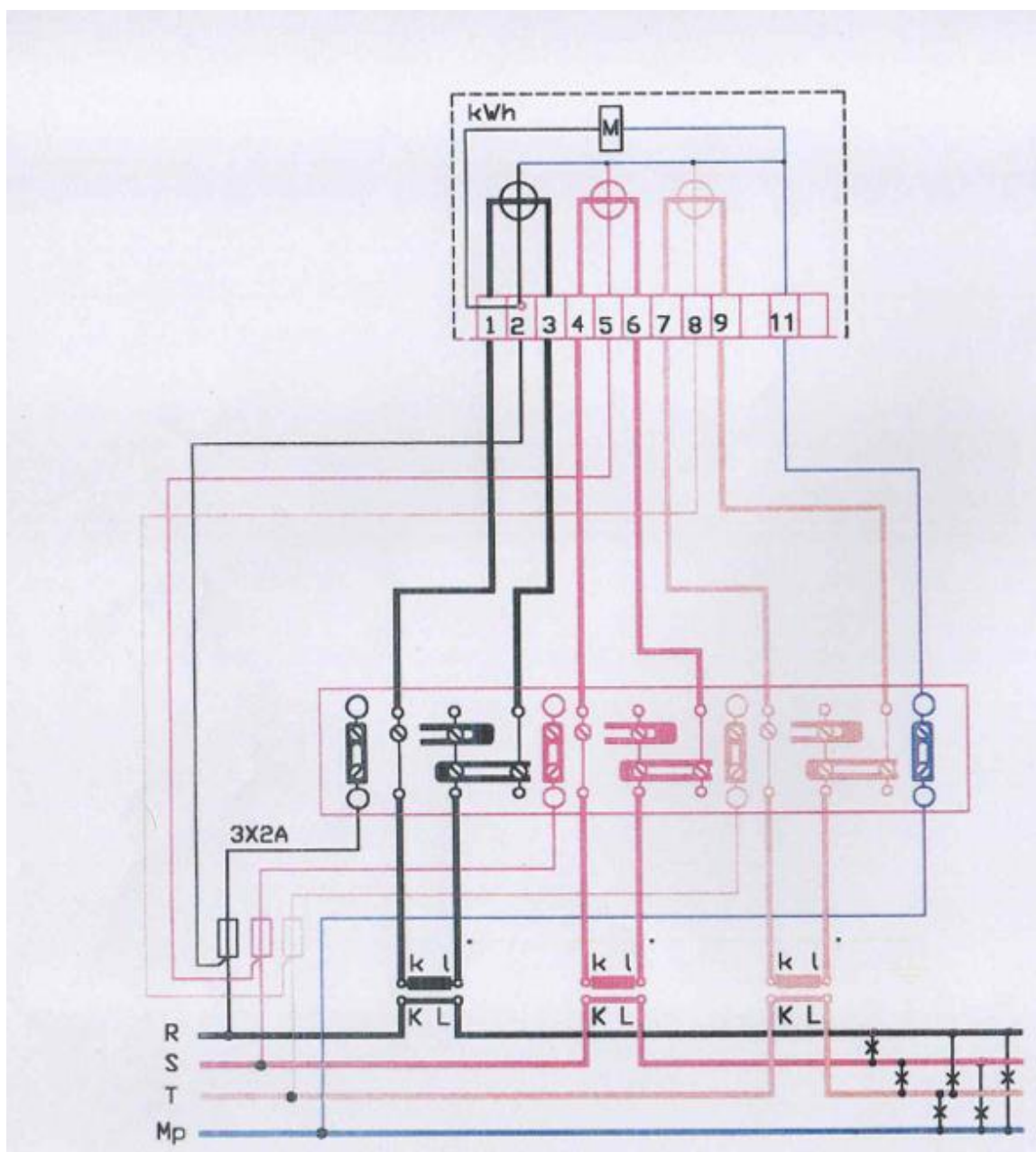
Ας δούμε αρχικά το μονογραμμικό σχέδιο που απεικονίζει τον σωστό τρόπο σύνδεσης ενός μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας όπως και τα βασικά μέρη ενός ηλεκτρομηχανικού μετρητή.



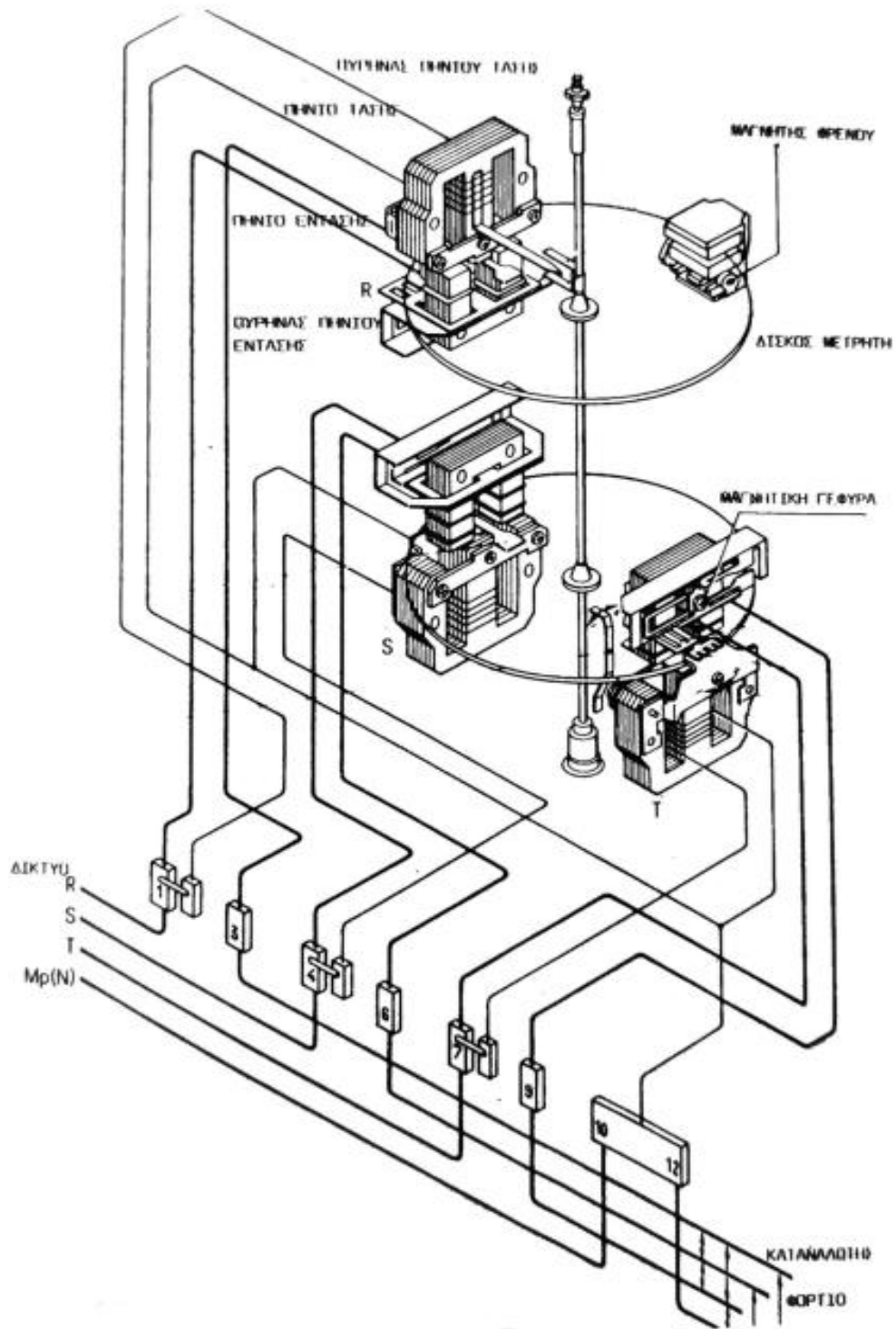
Εικόνα 3.1 Μονογραμμικό σχέδιο μονοφασικού μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας (παροχές ΔΕΔΔΗΕ Νο 03, 05) [33]



Εικόνα 3.2 Μονογραμμικό σχέδιο τριφασικού μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας (παροχές ΔΕΔΔΗΕ Νο 1,2,3,4) [33]



Εικόνα 3.3 Μονογραμμικό σχέδιο σύνδεσης τριφασικού μετρητή μέσω μετασχηματιστών έντασης (παροχές ΔΕΔΔΗΕ Νο 5,6,7) [33]



Εικόνα 3.4 Σχέδιο με βασικά μέρη τριφασικού ηλεκτρομηχανικού μετρητή [33]

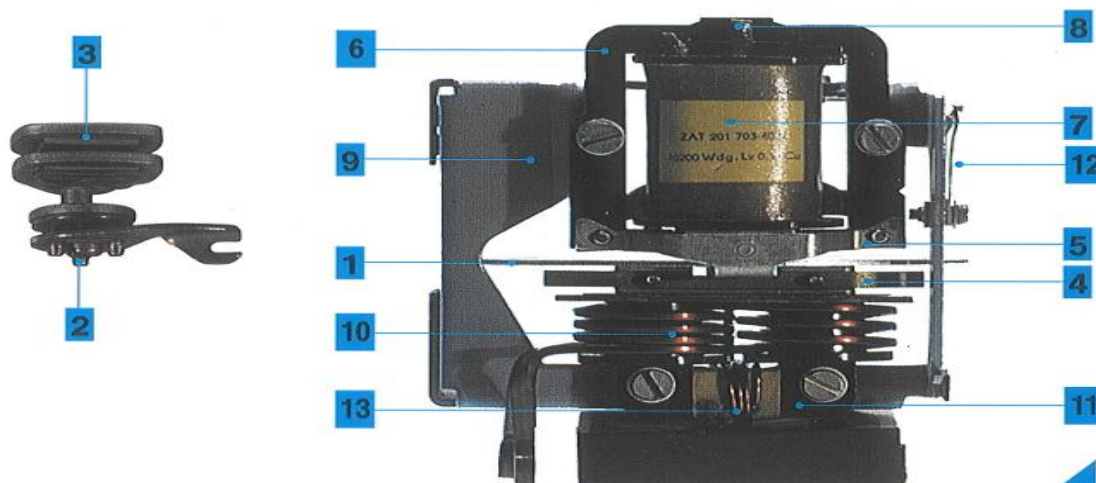


Εικόνα 3.5 Βασικά μέρη μονοφασικού ηλεκτρομηχανικού μετρητή (χωρίς το μετρητικό στοιχείο και την πινακίδα χαρακτηριστικών στοιχείων) [33]

1. Κάλυμμα πλήρες
2. Κορδόνι στεγανοποίησης
3. Κοχλίας στερέωσης και σφράγισης του καλύμματος
4. Γυάλινο άνοιγμα σε αδιαφανές κάλυμμα
5. Βάση μετρητή πλήρης
6. Έλασμα στήριξης του μετρητή

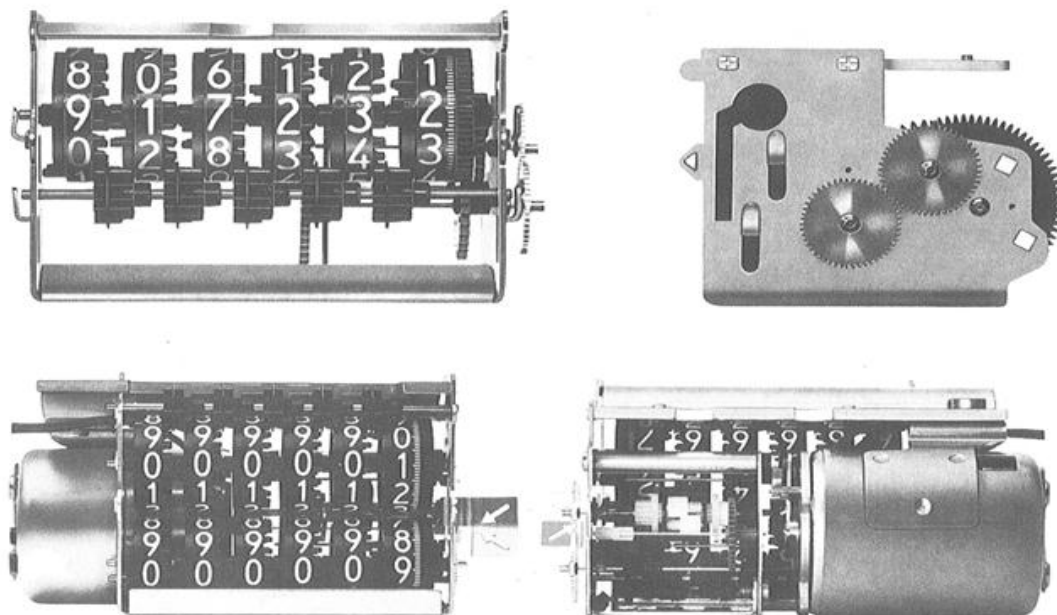
7. Έλασμα ανάρτησης του μετρητή
8. Κιβώτιο ακροδεκτών
9. Ακροδέκτες φάσης
10. Κοχλίας για τη σύνδεση του πηνίου της έντασης στον ακροδέκτη
11. Κοχλίας για τη σύσφιξη και ηλεκτροδότηση της γέφυρας
12. Κοχλίες για τη σύσφιξη των αγωγών εισαγωγής και εξαγωγής στους ακροδέκτες
13. Γέφυρα για την ηλεκτροδότηση του πηνίου τάσης
14. Κοχλίας για τη σύσφιξη της γέφυρας Νο 13 στον ακροδέκτη Νο 15
15. Βοηθητικός ακροδέκτης για την ηλεκτροδότηση του πηνίου τάσης
16. Κοχλίας για τη σύνδεση του πρώτου άκρου του πηνίου τάσης
17. Ακροδέκτης ουδέτερου (διπλός)
18. Κοχλίας για τη σύνδεση του δεύτερου άκρου του πηνίου της τάσης
19. Ακροδέκτης για την ηλεκτροδότηση του ηλεκτρονόμου αλλαγής εγγραφής
20. Κάλυμμα κιβωτίου ακροδεκτών
21. Κοχλίας στερέωσης και σφράγισης του καλύμματος του κιβωτίου ακροδεκτών
22. Μολυβδοσφραγίδα

Το μετρητικό στοιχείο του μετρητή αποτελείται από το κινητήριο στοιχείο και το μηχανισμό ενδείξεων (απαριθμητή):

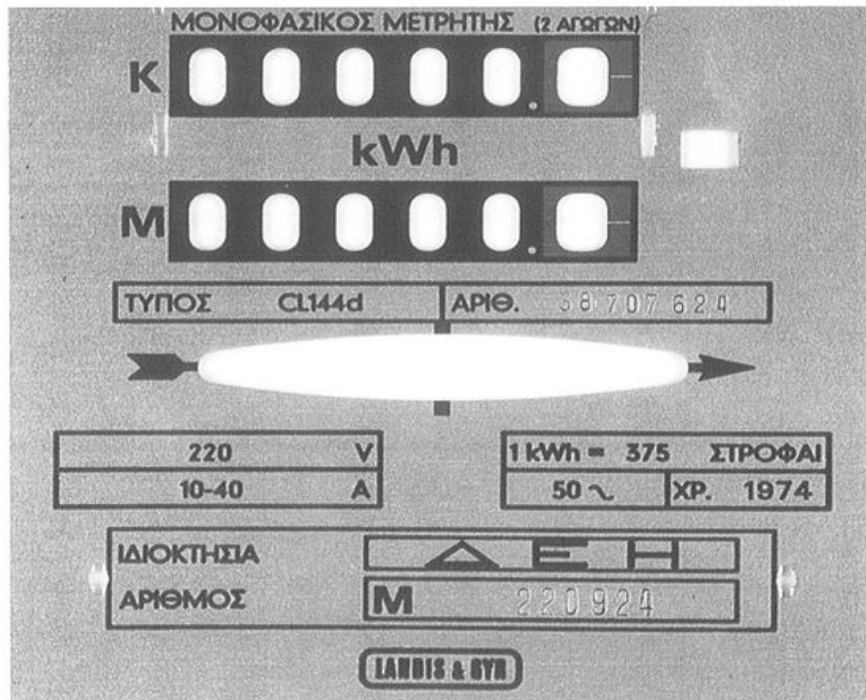


Εικόνα 3.6 Κινητήριο στοιχείο μετρητή [33]

1. Δίσκος
2. Κοχλίας ρύθμισης μαγνήτη
3. Μαγνήτης πέδησης
4. Κοχλίας ρύθμισης φορτίου
5. Ρυθμιστής φορτίου
6. & 8. Πυρήνας του συστήματος της τάσης
7. Πηνίο του συστήματος της τάσης
9. Ζύγωμα
10. Πηνίο του συστήματος της έντασης
11. Πυρήνας του συστήματος της έντασης
12. Ρυθμιστική αντίσταση
13. Πηνίο επαγωγικής ρύθμισης



Εικόνα 3.7 Μηχανισμός ενδείξεων (απαριθμητής) [33]



Εικόνα 3.8 Πινακίδα χαρακτηριστικών στοιχείων [33]

Ο δίσκος είναι κατασκευασμένος από καθαρό αλουμίνιο και στηρίζεται σε έναν κατακόρυφο άξονα που στο επάνω μέρος του έχει έναν ατέρμονα κοχλία για να μεταφέρει την κίνηση του δίσκου στον απαριθμητή. Το κάτω μέρος του άξονα είναι διαμορφωμένο σε σχήμα ακίδας, ενώ το επάνω είναι κοίλο για να έχουμε λιγότερες τριβές.

Τα έδρανα έχουν μεγάλη σημασία στη λειτουργία του μετρητή και αυτό γιατί πρέπει να παρουσιάζουν όσο γίνεται λιγότερες τριβές. Το επάνω έδρανο έχει έναν άξονα λεπτό σαν βελόνα για να συγκρατεί το επαγωγικό σύστημα κατακόρυφο με τις λιγότερες τριβές, λόγω της πίεσης του οδοντωτού τροχού μετάδοσης κίνησης του απαριθμητή, στον ατέρμονα κοχλία του άξονα. Το κάτω έδρανο συμπεριφέρεται σαν αμορτισέρ για να αποσβένει τους κραδασμούς του επαγωγικού συστήματος [33].

3.2.Κατηγορίες ρευματοκλοπών.

Ως ρευματοκλοπή ορίζεται εν γένει η αυθαίρετη και με δόλο επέμβαση σε εξοπλισμό ή/και εγκαταστάσεις του Δικτύου, με σκοπό την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας χωρίς αυτή να καταγράφεται, ή χωρίς να τιμολογείται μέσω κάποιου Παρόχου Ηλεκτρικής Ενέργειας. Συνηθέστερη περίπτωση συνιστά η επέμβαση στον μετρητή ή άλλο στοιχείο της μετρητικής διάταξης που αποσκοπεί στην αλλοίωση της καταγραφόμενης ενέργειας (καταγραφή μικρότερων ποσοτήτων έναντι της πραγματικής κατανάλωσης της εγκατάστασης). Στην περίπτωση αυτή υπάγεται η πλειονότητα των εντοπιζόμενων ρευματοκλοπών [3].

Τις ρευματοκλοπές τις διακρίνουμε σε «διαπιστωμένες» και «πιθανολογούμενες». Ως «διαπιστωμένες» χαρακτηρίζονται οι περιπτώσεις κατά τις οποίες τα ευρήματα είναι εμφανή, απτά και αδιάσειστα και τεκμηριώνουν κατά τρόπο αναμφισβήτητο την τέλεση ρευματοκλοπής. Από την άλλη ως «πιθανολογούμενες» χαρακτηρίζονται οι περιπτώσεις κατά τις οποίες υπάρχουν μεν ευρήματα, ωστόσο αυτά αποτελούν ενδείξεις αλλά όχι αποδείξεις αλλοίωσης της μέτρησης [21].

3.2.1 Παρεμβάσεις σε μετρητές που χαρακτηρίζονται ως «τεκμηριωμένες» ρευματοκλοπές.

Η έννοια της τεκμηριωμένης ρευματοκλοπής αναφέρεται στη διαπιστωμένη και αποδεδειγμένη πράξη της παράνομης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία έχει εντοπιστεί και καταγραφεί από τον ΔΕΔΔΗΕ. Σε αντίθεση με την απλή υπόνοια ή καταγγελία ρευματοκλοπής, η τεκμηριωμένη περίπτωση περιλαμβάνει συγκεκριμένα αποδεικτικά στοιχεία, όπως αυτοψίες, φωτογραφική τεκμηρίωση, τεχνικές εκθέσεις και μετρήσεις, που επιβεβαιώνουν την παράνομη παρέμβαση στο μετρητικό σύστημα ή στο δίκτυο διανομής. Η διάκριση αυτή είναι ουσιώδης, καθώς καθορίζει το πλαίσιο νομικών, διοικητικών και οικονομικών συνεπειών για τον καταναλωτή, και αποτελεί βασική προϋπόθεση για την επιβολή κυρώσεων και την έναρξη διαδικασιών ανάκτησης της ζημίας.

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, στη συνέχεια παρατίθενται οι βασικότερες και συνηθέστερες μορφές τεκμηριωμένων ρευματοκλοπών, όπως αυτές έχουν καταγραφεί και προκύπτουν από την ανάλυση πραγματικών περιστατικών. Οι περιπτώσεις αυτές διακρίνονται τόσο ως προς τον τρόπο υλοποίησης όσο και ως προς τον βαθμό τεχνικής πολυπλοκότητας και αποτελούν ενδεικτικό δείγμα των μεθόδων που χρησιμοποιούνται με σκοπό την παράνομη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας [17].

3.2.1.1 Παρέμβαση στη συνδεσμολογία του μετρητή

Η παρέμβαση στη συνδεσμολογία του μετρητή αποτελεί μία από τις πιο συχνές και βασικές μορφές τεκμηριωμένης ρευματοκλοπής. Πρόκειται για την εσκεμμένη αλλοίωση των ηλεκτρικών συνδέσεων του μετρητικού συστήματος, με σκοπό την υποκαταγραφή ή και την πλήρη αποφυγή καταγραφής της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Η παρέμβαση αυτή μπορεί να λάβει διάφορες μορφές, όπως:

- Αντιστροφή φάσεων ή καλωδίων

Η αντιστροφή των αγωγών φάσης και ουδετέρου μπορεί να οδηγήσει σε αδυναμία του μετρητή να μετρήσει σωστά ή πλήρως την κατανάλωση ρεύματος. Η ενέργεια αυτή μπορεί να γίνει απευθείας στον μετρητή.

- Παράκαμψη του μετρητή (bypass)

Σε αυτήν την περίπτωση, ο καταναλωτής δημιουργεί μια παράλληλη διαδρομή του ηλεκτρικού ρεύματος, η οποία δεν περνά από τον μετρητή. Η σύνδεση αυτή επιτρέπει στον καταναλωτή να τροφοδοτεί μέρος ή και το σύνολο των ηλεκτρικών του φορτίων χωρίς

καταγραφή. Αυτό μπορεί να υλοποιηθεί με εισαγωγή επιπλέον αγωγών απευθείας από την παροχή πριν τον μετρητή ή χρήση "jumper" καλωδίων ή άλλων συνδέσμων για τη γεφύρωση των ακροδεκτών εισόδου και εξόδου του μετρητή. Η παράκαμψη εντοπίζεται συχνά από την παρουσία μη εξουσιοδοτημένων αγωγών, αλλοιωμένων σφραγίδων ή θερμικών αλλοιώσεων από υψηλές εντάσεις ρεύματος .

- Τοποθέτηση εξωτερικών διακοπών ή αυτοσχέδιων συνδέσεων

Σε πιο εξελιγμένες περιπτώσεις, ο καταναλωτής εγκαθιστά έναν κρυφό διακόπτη ή ρελέ (συνήθως εντός του ηλεκτρικού πίνακα), με τον οποίο μπορεί να ενεργοποιεί ή να απενεργοποιεί την παράνομη σύνδεση κατά βούληση. Αυτό του επιτρέπει να αποκρύπτει τη ρευματοκλοπή όταν αναμένει έλεγχο ή καταμέτρηση.

- Άνοιγμα γεφυροσύνδεσμου

Ο γεφυροσύνδεσμος (ή jumper link) είναι ένα εργοστασιακό ή εγκατεστημένο στοιχείο εντός του μετρητή, το οποίο εξασφαλίζει την ηλεκτρική συνέχεια μεταξύ των ακροδεκτών εισόδου και εξόδου του κυκλώματος ρεύματος. Σε μονοφασικούς μετρητές είναι συνήθως μία συμπαγής μεταλλική γέφυρα, ενώ σε τριφασικούς μπορεί να είναι σύστημα πολλαπλών ζευγών επαφών. Η λειτουργία του είναι κρίσιμη για τη σωστή μέτρηση της κατανάλωσης, καθώς χωρίς αυτόν, ο μετρητής δεν καταγράφει ή καταγράφει μόνο μερικώς.

Όταν ο γεφυροσύνδεσμος είναι ανοιχτός, δηλαδή δεν έχει τοποθετηθεί ή έχει αφαιρεθεί, τότε η κατανάλωση που πραγματοποιείται μέσω της εξόδου του μετρητή δεν καταγράφεται, παρά το γεγονός ότι η παροχή ηλεκτρικής ενέργειας συνεχίζεται κανονικά.

- Συνδεδεμένος ουδέτερος αγωγός μετρητή στη γείωση

Η τεχνική της σύνδεσης του ουδέτερου αγωγού στη γείωση αποτελεί μια ειδική και τεχνικά πιο σύνθετη μορφή τεκμηριωμένης ρευματοκλοπής. Στην περίπτωση αυτή, ο καταναλωτής ή τρίτο πρόσωπο δημιουργεί μια ανεπίσημη και σκόπιμη παράκαμψη του μετρητή, αξιοποιώντας τη γείωση της εγκατάστασης ως αγωγίμο μέσο για την επιστροφή του ρεύματος στο δίκτυο, χωρίς να καταγράφεται σωστά από το μετρητικό σύστημα.

Πιο αναλυτικά, σε ένα τυπικό σύστημα διανομής, το ρεύμα διαρρέει το φορτίο μέσω του αγωγού φάσης και επιστρέφει μέσω του ουδέτερου αγωγού, περνώντας και από τον μετρητή. Όταν ο ουδέτερος αγωγός αποσυνδεθεί σκόπιμα ή τροποποιηθεί ώστε να μην περνά από τον μετρητή και στη θέση του χρησιμοποιηθεί η γείωση, τότε δημιουργείται ένας εναλλακτικός κύκλος ροής ρεύματος.

Ουσιαστικά, η ροή του ρεύματος δεν επιστρέφει μέσω του μετρητή, αλλά μέσω του δικτύου γείωσης (είτε της εγκατάστασης είτε του δικτύου διανομής), με αποτέλεσμα να υποκαταγράφεται ή και να μηδενίζεται η καταναλισκόμενη ενέργεια. Η πρακτική αυτή ενδέχεται να συνοδεύεται από τεχνητές ή αυτοσχέδιες γειώσεις με αγωγούς υψηλής αγωγιμότητας, π.χ. χοντρά καλώδια, βέργες ή αγωγίμες σωληνώσεις, αποσύνδεση ή παράκαμψη του ουδέτερου εντός του πίνακα ή στο κουτί σύνδεσης του μετρητή,

παράξενες ή ασύμμετρες ενδείξεις ρεύματος ή ισχύος στον μετρητή ή στο σύστημα τηλεμέτρησης και πτώσεις τάσης στη γείωση ή έντονη θέρμανση στο κύκλωμα γείωσης, λόγω της ροής φορτίου που δεν προβλέπεται από την κανονική λειτουργία.

Η συγκεκριμένη πρακτική ενέχει σοβαρούς κινδύνους για την ανθρώπινη ζωή και τον εξοπλισμό, καθώς η χρήση της γείωσης ως αγωγού λειτουργίας παραβιάζει θεμελιώδεις κανόνες ηλεκτρικής ασφάλειας (ΕΛΟΤ HD 384, ΚΕΗΕ), και μπορεί να οδηγήσει σε ηλεκτροπληξία λόγω ανύψωσης δυναμικού σε γειωμένα μέρη, βλάβες σε ηλεκτρονικές συσκευές, λόγω ανεπαρκούς ουδετέρου ή πυρκαγιά από υπερθέρμανση αγωγών γείωσης που δεν είναι σχεδιασμένοι για να μεταφέρουν συνεχή ηλεκτρικά φορτία.

- Απευθείας σύνδεση της γείωσης στην ασφάλεια του μετρητή

Η πρακτική της απευθείας σύνδεσης της γείωσης στην ασφάλεια του μετρητή είναι μία ακόμα χαρακτηριστική μορφή τεκμηριωμένης ρευματοκλοπής, η οποία εντοπίζεται κυρίως σε περιπτώσεις όπου ο καταναλωτής επιδιώκει να παρακάμψει εντελώς το μετρητικό σύστημα και να προμηθεύεται ηλεκτρική ενέργεια χωρίς καταγραφή.

Στην περίπτωση αυτή, ο δράστης συνδέει την αγωγίμη γραμμή της γείωσης απευθείας με το σημείο τροφοδότησης του μετρητή, και συγκεκριμένα στην έξοδο της ασφάλειας (ή, σε ορισμένες περιπτώσεις, ακόμα και στην είσοδό της). Το αποτέλεσμα είναι να υπάρχει άμεση παροχή ηλεκτρικού ρεύματος στον καταναλωτή χωρίς αυτό να διέρχεται από τον μετρητή και άρα χωρίς να καταγράφεται η κατανάλωση.

Η "παρακαμπτήρια" σύνδεση μπορεί να γίνει με ένωση του αγωγού γείωσης με τον αγωγό φάσης μετά την ασφάλεια, τοποθέτηση ενός αγωγού μεταξύ της εξόδου της ασφάλειας και του γειωμένου συστήματος, ώστε να ολοκληρωθεί το κύκλωμα μέσω της γείωσης ή χρήση της ασφάλειας ως σημείο λήψης ισχύος, χωρίς η παροχή να φτάνει ποτέ στον μετρητή. Η παρέμβαση αυτή είναι τεχνικά παράνομη και ιδιαίτερα επικίνδυνη, καθώς παραβιάζει τις βασικές αρχές της ηλεκτρικής προστασίας, θέτει σε κίνδυνο την ασφάλεια των εγκαταστάσεων και των ατόμων, λόγω πιθανής υπερθέρμανσης ή διαρροών και μπορεί να προκαλέσει ανορθολογική κυκλοφορία ρεύματος στο σύστημα γείωσης, με αυξημένο κίνδυνο ηλεκτροπληξίας.



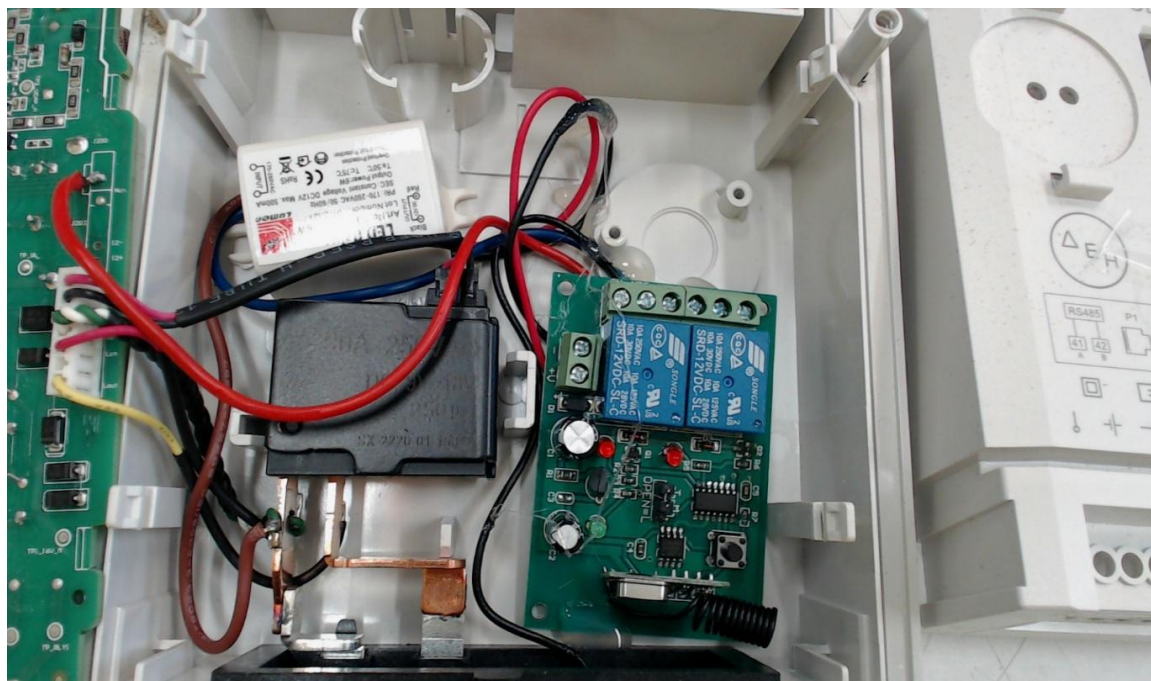
Εικόνα 3.9 Δημιουργία γεφυρών στους ακροδέκτες σύνδεσης του μετρητή [34]



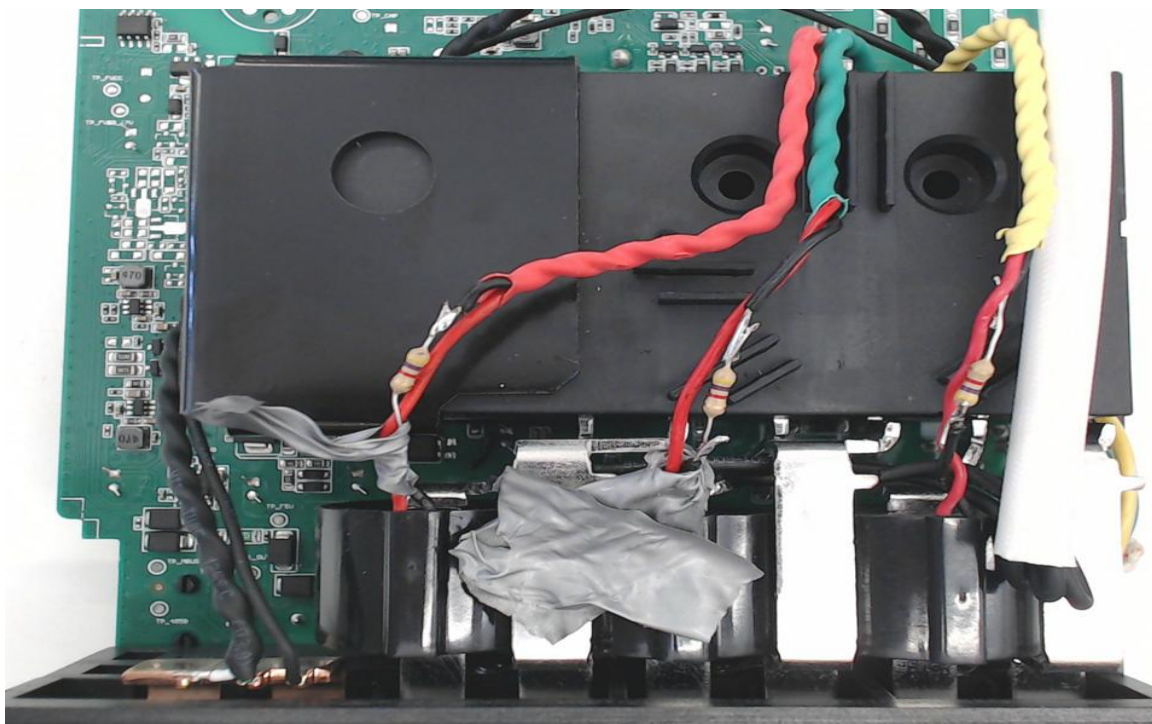
Εικόνα 3.10 Ανοιχτός γεφυροσύνδεσμος μονοφασικού μετρητή [34]



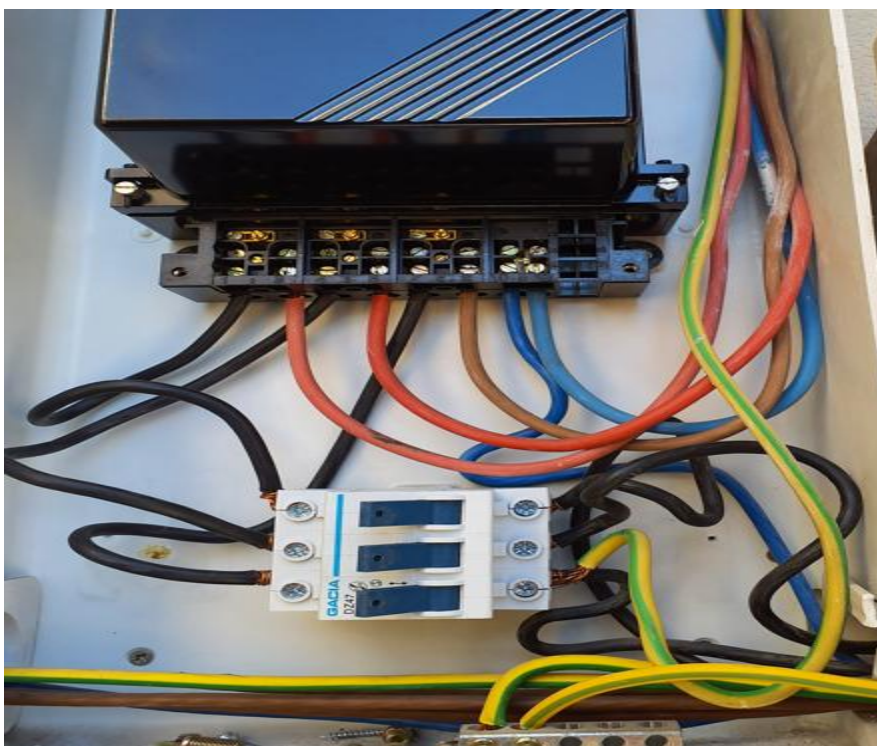
Εικόνα 3.11 Τηλεχειρισμός on-off στα πηνία εντάσεως σε ψηφιακό τριφασικό μετρητή [34]



Εικόνα 3.12 Τηλεχειρισμός on-off στα πηνία εντάσεως σε ψηφιακό μονοφασικό μετρητή [34]



Εικόνα 3.13 Τοποθέτηση αντιστάσεων στα πηνία έντασης ψηφιακού τριφασικού μετρητή [34]



Εικόνα 3.14 Σύνδεση γείωσης στην ασφάλεια [34]

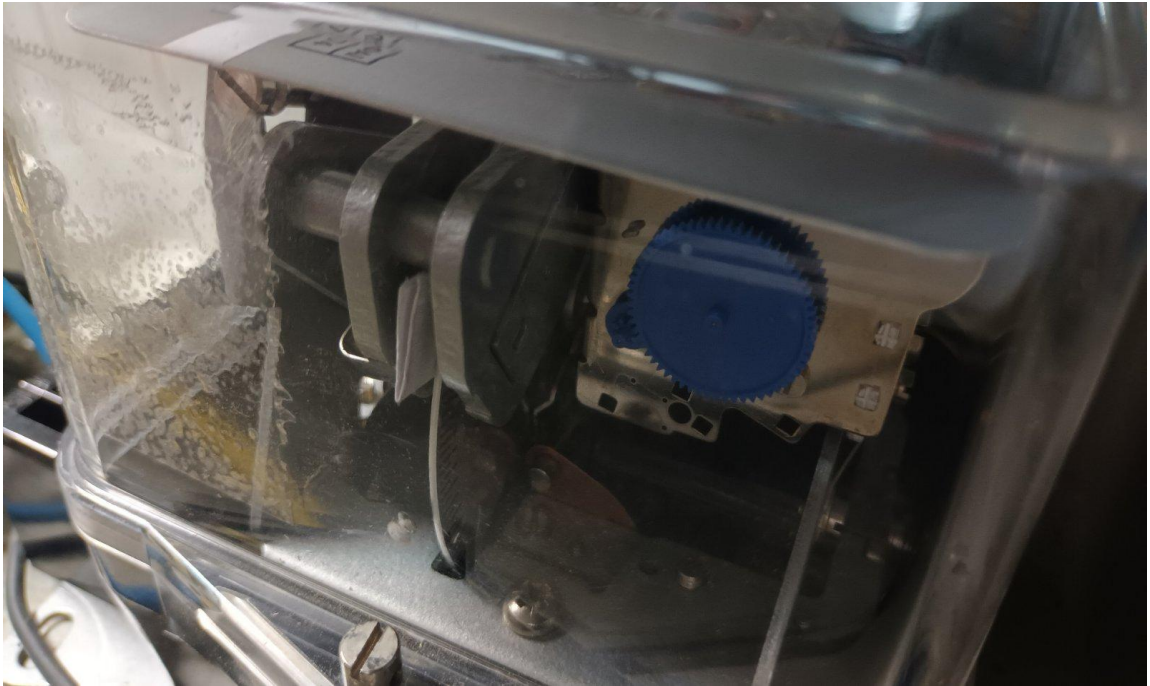


Εικόνα 3.15 Βραχυκυκλωμένοι ακροδέκτες μετρητή [34]

3.2.1.2 Παρεμπόδιση περιστροφής του δίσκου ηλεκτρομηχανικού μετρητή με τη χρήση ξένου σώματος

Μια διαδεδομένη και τεχνικά αναγνωρίσιμη μορφή τεκμηριωμένης ρευματοκλοπής, ιδιαίτερα σε παλαιότερες εγκαταστάσεις, είναι η παρεμπόδιση της κίνησης του περιστρεφόμενου δίσκου στους ηλεκτρομηχανικούς μετρητές, μέσω της εισαγωγής ξένου σώματος στο εσωτερικό τους. Ο σκοπός αυτής της ενέργειας είναι να επιβραδυνθεί ή να ακινητοποιηθεί ο δίσκος, με αποτέλεσμα τη μειωμένη ή μηδενική καταγραφή της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Οι ηλεκτρομηχανικοί μετρητές, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, λειτουργούν με τη βοήθεια ενός αλουμινένιου δίσκου που περιστρέφεται με ταχύτητα ανάλογη της ισχύος που καταναλώνεται. Η περιστροφή αυτή ενεργοποιεί έναν μηχανισμό καταγραφής που αποτυπώνει την ενέργεια σε κιλοβατώρες (kWh). Η παρεμβολή ξένου αντικειμένου όπως λεπτό σύρμα, βελόνα, μαγνήτης, πλαστικό τεμάχιο κτλ στον χώρο του δίσκου μπορεί να προκαλέσει μερική επιβράδυνση της περιστροφής, ώστε να εμφανίζεται μειωμένη κατανάλωση, πλήρη ακινητοποίηση του δίσκου, οδηγώντας σε μηδενική καταγραφή παρά την πραγματική ροή ρεύματος ή διαλείπουσα καταγραφή, όπου ο δίσκος κινείται μόνο σε στιγμές που δεν εφαρμόζεται το εμπόδιο, ώστε να μην κινεί υποψίες.

Η παρέμβαση συνήθως γίνεται είτε μέσω αυτοσχέδιας σχισμής του καλύμματος του μετρητή ή αφαιρώντας και τοποθετώντας ξανά το κάλυμμα.



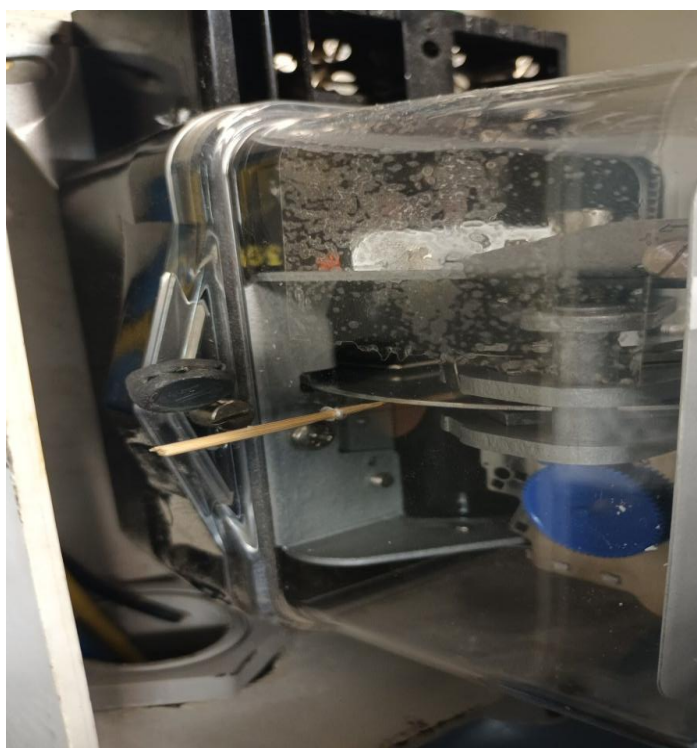
Εικόνα 3.16 Τοποθέτηση χαρτιού στο δίσκο του μετρητή [34]



Εικόνα 3.17 Τοποθέτηση καρφίου (μέσω αυτοσχέδιας οπής) στο ύψος του δίσκου του μετρητή [34]



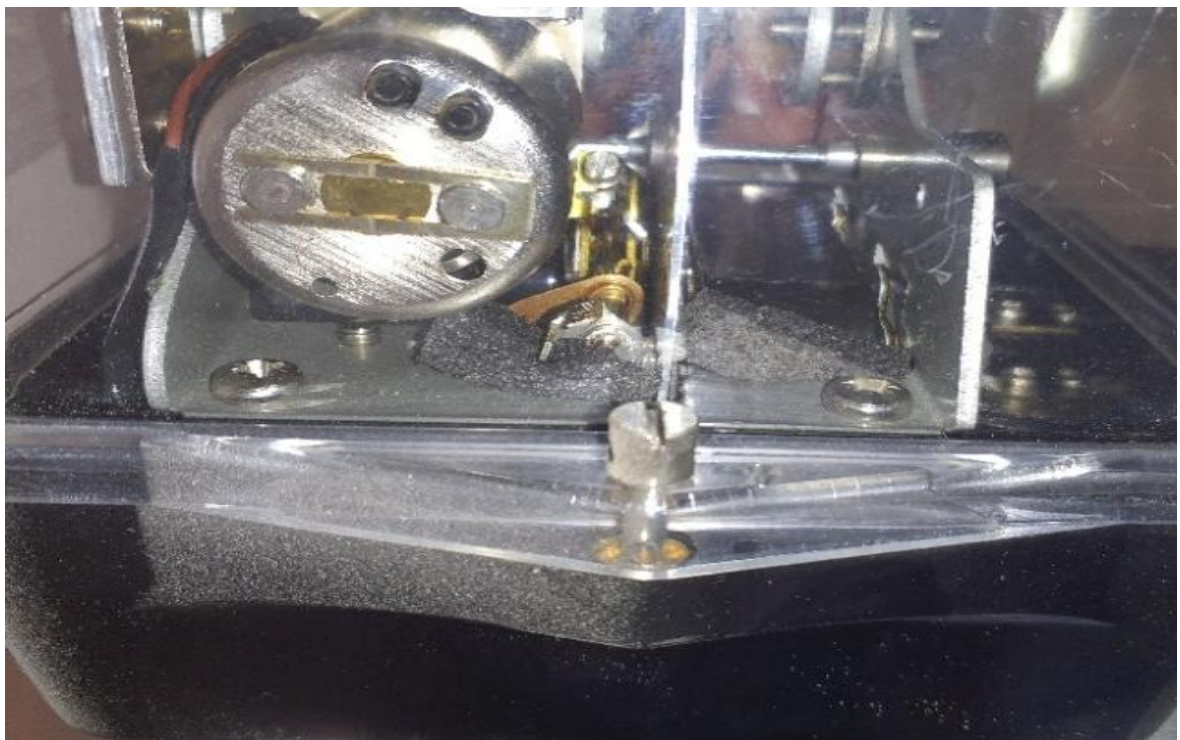
Εικόνα 3.18 Τοποθέτηση σύρματος (μέσω αυτοσχέδιας οπής) στο ύψος του δίσκου του μετρητή [34]



Εικόνα 3.19 Τοποθέτηση ξύλου (μέσω αυτοσχέδιας οπής) στο ύψος του δίσκου του μετρητή [34]



Εικόνα 3.20 Τοποθέτηση ξύλινης ράβδου κάτω από τον δίσκο του μετρητή [34]



Εικόνα 3.21 Τοποθέτηση λειαντικού χαρτιού στο ύψος του δίσκου [34]



Εικόνα 3.22 Τοποθέτηση μονωτικού υλικού στον γεφυροσύνδεσμο [34]

3.2.1.3 Αυθαίρετη σύνδεση παροχής χωρίς σύμβαση με προμηθευτή

Μία από τις πλέον σαφείς και διοικητικά αναγνωρισμένες μορφές τεκμηριωμένης ρευματοκλοπής είναι η περίπτωση κατά την οποία ένας καταναλωτής ή τρίτο πρόσωπο συνδέει την ηλεκτρική παροχή αυθαίρετα, χωρίς να υφίσταται ενεργή σύμβαση προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας με κάποιον νόμιμο Πάροχο. Η πράξη αυτή θεωρείται παραβίαση του ρυθμιστικού πλαισίου της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς η χρήση του Δικτύου και της Ενέργειας πραγματοποιείται χωρίς νομική κάλυψη και χωρίς καταβολή κόστους. Πιο συγκεκριμένα ο καταναλωτής εκτελεί επανενεργοποίηση της παροχής που είχε τεθεί σε διακοπή από τον ΔΕΔΔΗΕ κατόπιν αίτησης οικειοθελούς διακοπής από τον τελευταίο χρήστη ή κατόπιν υποβολής δήλωσης παύσης εκπροσώπησης από τον τελευταίο προμηθευτή (χωρίς νέα δήλωση εκπροσώπησης και δυνατότητα υπαγωγής στο καθεστώς προμήθειας καθολικής υπηρεσίας), με αυθαίρετη σύνδεση της παροχής χωρίς να προχωρεί σε σύναψη συμβολαίου με Πάροχο Ηλεκτρικής Ενέργειας για έννομη επανασύνδεση. Στις παραπάνω περιπτώσεις, η κατανάλωση ενέργειας δεν τιμολογείται, ενώ η χρήση του Δικτύου γίνεται εκτός κάθε ρυθμιστικού ελέγχου, προκαλώντας τόσο οικονομική ζημία στον προμηθευτή και τον Διαχειριστή Δικτύου όσο και κινδύνους ασφαλείας για την εγκατάσταση και το περιβάλλον [17].

Συνηθιστέρες περιπτώσεις τεκμηριωμένων ρευματοκλοπών	
Περιγραφή Περίπτωσης	Σύντομη Ανάλυση / Τρόπος Ενέργειας
Παρέμβαση στη συνδεσμολογία του μετρητή	Αλλαγή της κανονικής σύνδεσης των αγωγών εισόδου/εξόδου ώστε να παρακάμπτεται το μετρητικό κύκλωμα.
Ανοιχτός γεφυροσύνδεσμος μετρητή	Εσκεμμένη αποσύνδεση ή αλλοίωση του γεφυροσυνδέσμου ώστε να μην καταγράφεται σωστά η κατανάλωση.
Σύνδεση του ουδετέρου αγωγού στη γείωση	Δημιουργία εναλλακτικής διαδρομής ρεύματος που παρακάμπτει τον μετρητή.
Άμεση σύνδεση της γείωσης στην έξοδο ασφαλειών του μετρητή	Παροχή ρεύματος στον καταναλωτή μέσω γείωσης χωρίς καταγραφή της ενέργειας.
Τοποθέτηση ξένου σώματος στον δίσκο ηλεκτρομηχανικού μετρητή	Επέμβαση για παρεμπόδιση της περιστροφής του δίσκου και κατά συνέπεια της καταγραφής κατανάλωσης.
Παροχή χωρίς σύμβαση με προμηθευτή (παράνομη σύνδεση)	Παροχή ενέργειας χωρίς να υπάρχει ενεργή συμβατική σχέση με προμηθευτή — πλήρης παραβίαση του κανονιστικού πλαισίου.
Διαπιστωμένη επίδραση μαγνήτη στον μετρητή	Τεκμηριωμένη αλλοίωση της μέτρησης λόγω μαγνητικής παρέμβασης επιβεβαιωμένη από εργαστηριακό έλεγχο.

Πίνακας 3.1 Συνηθέστερες περιπτώσεις τεκμηριωμένων ρευματοκλοπών [17], [34]

3.2.1.4 Παράνομες συνδέσεις στο Δίκτυο

Ένα ιδιαίτερα σοβαρό είδος τεκμηριωμένης ρευματοκλοπής είναι εκείνο που πραγματοποιείται μέσω απευθείας σύνδεσης στο δίκτυο, χωρίς τη μεσολάβηση μετρητή. Σε αυτή την περίπτωση, οι καταναλωτές ή τρίτοι προβαίνουν σε παράνομη τοποθέτηση καλωδίων πάνω σε εναέρια δίκτυα χαμηλής ή μέσης τάσης, ή σε υπόγειες γραμμές διανομής, παρακάμπτοντας πλήρως τον μηχανισμό μέτρησης. Η πρακτική αυτή παρουσιάζει σημαντικά προβλήματα, καθώς αφενός οδηγεί σε μεγάλες μη τεχνικές απώλειες που δεν είναι δυνατόν να καταγραφούν από τα συστήματα παρακολούθησης, αφετέρου δημιουργεί σοβαρούς κινδύνους ηλεκτροπληξίας και πρόκλησης πυρκαγιάς, τόσο για τον παραβάτη όσο και για τρίτους. Επιπλέον, οι παράνομες συνδέσεις από το δίκτυο είναι δύσκολο να εντοπιστούν με απλές μεθόδους καταμέτρησης, καθώς δεν αφήνουν ίχνη στον μετρητή του πελάτη. Συνήθως εντοπίζονται μόνο μέσω επιτόπιων ελέγχων στο πεδίο ή με τη χρήση συγκριτικών μετρήσεων μεταξύ της ενέργειας που εξέρχεται από έναν μετασχηματιστή και του συνόλου της ενέργειας που καταγράφουν οι μετρητές των πελατών που τροφοδοτούνται από αυτόν. Για τον λόγο αυτό, οι ρευματοκλοπές απευθείας από το δίκτυο θεωρούνται από τις πιο δύσκολες στην

ανίχνευση και απαιτούν εξειδικευμένες μεθόδους ελέγχου και προηγμένα συστήματα τηλεμέτρησης.



Εικόνα 3.23 Απευθείας ρευματοληψία από Δίκτυο Χαμηλής Τάσης [34]



Εικόνα 3.24 Απευθείας ρευματοληψία από Δίκτυο Χαμηλής Τάσης [34]

3.2.2.Παρεμβάσεις σε μετρητές που χαρακτηρίζονται ως «πιθανολογούμενες» ρευματοκλοπές.

Ως τέτοιες χαρακτηρίζονται οι περιπτώσεις κατά τις οποίες υπάρχουν μεν ευρήματα, ωστόσο αυτά αποτελούν ενδείξεις αλλά όχι αποδείξεις αλλοίωσης της μέτρησης, όπως ενδεικτικά η παραβίαση σφραγίδας του κελύφους του μετρητή, ενέργεια για την οποία δεν υπάρχει άλλος λόγος διάπραξης της πέραν της επέμβασης στον μετρητή, σε αντίθεση με την κοπή της σφραγίδας του κιβωτίου του μετρητή που πιθανώς δικαιολογείται λόγω επανοπλισμού του μικρο-αυτόματου διακόπτη, τα οποία ευρήματα ενισχύονται και από δυσεξήγητη μεταβολή της καταναλωτικής συμπεριφοράς (μείωση της κατανάλωσης). Η παραβίαση σφραγίδας κιβωτίου μετρητή δεν αποτελεί εύρημα ενδεικτικό πιθανολογούμενης ρευματοκλοπής. Στις περιπτώσεις αυτές, εξετάζεται η μετρητική διάταξη για τυχόν άλλα ίχνη επέμβασης με σκοπό τη ρευματοκλοπή.

Όταν, κατά τη διάρκεια επιτόπιου ελέγχου, τεχνικό κλιμάκιο του ΔΕΔΔΗΕ διαπιστώσει ευρήματα ή ενδείξεις που εγείρουν υπόνοιες παραβίασης του μετρητικού εξοπλισμού, αλλά δεν υπάρχουν επαρκή στοιχεία για άμεσο χαρακτηρισμό της περίπτωσης ως τεκμηριωμένης ρευματοκλοπής, τότε η υπόθεση χαρακτηρίζεται ως πιθανολογούμενη ρευματοκλοπή. Σε αυτές τις περιπτώσεις, ακολουθείται συγκεκριμένη διαδικασία διαχείρισης και τεχνικής τεκμηρίωσης.

Προκειμένου να διασφαλιστεί η αξιοπιστία της μέτρησης και να αποτραπεί ενδεχόμενη συνέχιση της ύποπτης κατάστασης, ο ύποπτος μετρητής αντικαθίσταται επί τόπου με νέο μετρητή. Ο παλιός μετρητής αφαιρείται και φυλάσσεται με συγκεκριμένες διαδικασίες ασφάλειας, έτσι ώστε να μην προκύψει αλλοίωση των τεχνικών του χαρακτηριστικών μετά την αφαίρεση. Στη συνέχεια, ο μετρητής αποστέλλεται στο αρμόδιο Τεχνικό Εργαστήριο του ΔΕΔΔΗΕ για περαιτέρω διερεύνηση. Η αποστολή του συνοδεύεται από Δελτίο Επίσκεψης συνεργείου στην εν λόγω παροχή, Πρωτόκολλο Σφράγισής του και σχετική Αναφορά Πιθανολογούμενης Ρευματοκλοπής, στην οποία καταγράφονται όλα τα ευρήματα και οι συνθήκες του ελέγχου. Στο εργαστήριο διενεργείται εξειδικευμένος τεχνικός έλεγχος του μετρητή, με στόχο να διαπιστωθεί αν έχει υπάρξει οποιαδήποτε μη εγκεκριμένη τεχνική παρέμβαση που να επηρεάζει την ορθή καταγραφή της καταναλισκόμενης ενέργειας. Στο πλαίσιο της διαφανούς και αντικειμενικής διερεύνησης υποθέσεων πιθανολογούμενης ή τεκμηριωμένης ρευματοκλοπής, η ισχύουσα διαδικασία προβλέπει το δικαίωμα του καταναλωτή να παρίσταται κατά τη διενέργεια του εργαστηριακού ελέγχου του μετρητή. Πιο συγκεκριμένα, όταν ο ΔΕΔΔΗΕ αποστέλλει τον αφαιρεθέντα μετρητή στο αρμόδιο τεχνικό εργαστήριο για περαιτέρω τεχνική εξέταση, ο καταναλωτής ενημερώνεται εγγράφως για την ημερομηνία και ώρα του ελέγχου, ώστε να μπορεί να παραστεί, εφόσον το επιθυμεί.

Παράλληλα, του παρέχεται το δικαίωμα να συνοδεύεται από τεχνικό σύμβουλο ή ανεξάρτητο πραγματογνώμονα της επιλογής του, ο οποίος μπορεί να παρακολουθήσει τη διαδικασία και να διατυπώσει παρατηρήσεις ή ενστάσεις, εφόσον διαπιστώσει σημεία που χρήζουν ερμηνείας ή προκαλούν αμφιβολίες. Η παρουσία του πραγματογνώμονα διασφαλίζει τη διαφάνεια και την αμεροληψία της τεχνικής διερεύνησης και ενισχύει το

τεκμήριο της αντικειμενικότητας στη διαδικασία. Εφόσον κατά τον μετρολογικό έλεγχο στο εργαστήριο δεν υπάρξουν περαιτέρω ευρήματα, πέραν των αρχικών, που να πιστοποιούν τη μη ορθή καταγραφή και τη διάπραξη ρευματοκλοπής και η ιστορικότητα των καταναλώσεων είναι ομαλή και κινείται σε επίπεδα που συνάδουν με την ισχύ και την χρήση της παροχής, χωρίς εμφανή σημεία καμπής και ασυνέχειας, η υπόθεση αρχειοθετείται.

Σε ειδικές περιπτώσεις για τις οποίες η μετέπειτα εξέλιξη των μετρητικών δεδομένων αποκλίνει ουσιωδώς έναντι της προ της αντικατάστασης του μετρητή χρονικής περιόδου ή εντοπίζεται δυσεξήγητη μεταβολή της καταναλωτικής συμπεριφοράς (μείωση της κατανάλωσης), ο καταναλωτής καλείται να προσκομίσει τυχόν στοιχεία που θα μπορούσαν να δικαιολογήσουν τη μεταβολή αυτή. Εφόσον δεν το πράξει εντός 3 μηνών από την ενημέρωση του για το αποτέλεσμα του μετρολογικού ελέγχου ή δεν προσκομίσει πειστικά και επαληθεύσιμα στοιχεία, η περίπτωση χαρακτηρίζεται ως διαπιστωμένη ρευματοκλοπή και ακολουθείται η σχετική διαδικασία κατά τα προαναφερθέντα. Η μη ύπαρξη ευρημάτων κατά τον εργαστηριακό έλεγχο δεν συνεπάγεται την μη διάπραξη ρευματοκλοπής, στις περιπτώσεις που αυτή δεν συντελείται με δομική παρέμβαση στον μετρητή.

Αντιθέτως, αν από το Πόρισμα του Εργαστηρίου διαπιστωθεί ότι υπήρξε τεχνική επέμβαση με σκοπό τη στρέβλωση ή αλλοίωση της μέτρησης της καταναλισκόμενης ενέργειας, τότε η περίπτωση χαρακτηρίζεται πλέον ως τεκμηριωμένη ρευματοκλοπή. Από το σημείο αυτό και έπειτα, ακολουθείται η διαδικασία που προβλέπεται από το «Εγχειρίδιο Διαχείρισης Ρευματοκλοπών», το οποία περιλαμβάνει:

- Αναδρομικό υπολογισμό κατανάλωσης για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα με χρήση τεχνικών ή στατιστικών εργαλείων.
- Οικονομικό καταλογισμό για την απώλεια ενέργειας.
- Επιβολή προστίμου και προσαυξήσεων.
- Ενημέρωση του Προμηθευτή.
- Ποινική δίωξη.

Η διαδικασία διαχείρισης των πιθανολογούμενων ρευματοκλοπών βασίζεται σε συγκεκριμένα σημεία του Κώδικα Διαχείρισης του Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΚΔΔΗΕ), καθώς και στις Οδηγίες και Εγκυκλίους του ΔΕΔΔΗΕ, που διασφαλίζουν τη διαφάνεια και τη δίκαιη μεταχείριση όλων των χρηστών.

Η τελική κατάταξη μιας περίπτωσης είτε ως «τεκμηριωμένη ρευματοκλοπή» είτε ως «αθώωση και αρχειοθέτηση» αποτελεί κρίσιμη διαδικαστική καμπή, η οποία καθορίζει τις συνέπειες για τον χρήστη και τη νομική τεκμηρίωση της πράξης [17].

Παρακάτω παρατίθενται τα συνηθέστερα είδη «πιθανολογούμενων ρευματοκλοπών», όπως έχουν καταγραφεί στην πράξη από τα αρμόδια τεχνικά κλιμάκια του ΔΕΔΔΗΕ.

3.2.2.1 Κομμένες/παραβιασμένες σφραγίδες καλύμματος μετρητή

Μια από τις πλέον συχνές ενδείξεις που οδηγούν στον χαρακτηρισμό μιας περίπτωσης ως πιθανολογούμενη ρευματοκλοπή είναι ο εντοπισμός κομμένων, φθαρμένων ή αφαιρεμένων σφραγίδων στο κάλυμμα του μετρητή. Οι σφραγίδες αυτές τοποθετούνται από τον κατασκευαστή του μετρητή και έχουν σκοπό να διασφαλίζουν την ακεραιότητα του εξοπλισμού μέτρησης και να λειτουργούν ως ένδειξη μη παρέμβασης. Αποτελούν, ουσιαστικά, ένα μέσο αποτροπής και ταυτόχρονα απόδειξης ενδεχόμενης μη εξουσιοδοτημένης πρόσβασης στο εσωτερικό του μετρητή.

Η διαπίστωση κομμένων ή παραβιασμένων σφραγίδων δεν αποτελεί από μόνη της τεκμήριο ρευματοκλοπής· ωστόσο, εγείρει ισχυρές υπόνοιες παρέμβασης, οι οποίες απαιτούν περαιτέρω διερεύνηση. Η παραβίαση της σφράγισης ενδέχεται να συνδέεται με προσπάθεια πρόσβασης στα εσωτερικά κυκλώματα ή στη συνδεσμολογία του μετρητή, με σκοπό την παράκαμψη της μέτρησης κατανάλωσης ή την τροποποίηση της λειτουργίας του μετρητή προς όφελος του χρήστη.



Εικόνα 3.24 Κομμένες σφραγίδες καλύμματος μετρητή [34]

3.2.2.2 Πλαστές σφραγίδες καλύμματος μετρητή

Μια ακόμη ένδειξη που εντάσσεται στις περιπτώσεις πιθανολογούμενης ρευματοκλοπής είναι η ανίχνευση πλαστών ή μη γνήσιων σφραγίδων στο κάλυμμα του μετρητή. Οι σφραγίδες, όπως αναφέραμε και προγενέστερα, αποτελούν κρίσιμο στοιχείο ασφαλείας και φέρουν μοναδικούς αριθμούς, λογότυπα και άλλα διακριτικά χαρακτηριστικά που πιστοποιούν την αυθεντικότητά τους. Σε περίπτωση που κατά τον επιτόπιο έλεγχο διαπιστωθεί η ύπαρξη σφραγίδων οι οποίες δεν φέρουν τα προβλεπόμενα χαρακτηριστικά ή εμφανίζουν ενδείξεις απομίμησης, τότε προκύπτει σοβαρή υπόνοια για παράνομη επέμβαση στο μετρητή από μη εξουσιοδοτημένο πρόσωπο.

Η χρήση πλαστικής σφραγίδας συνήθως αποσκοπεί στο να καλύψει προηγούμενη παραβίαση του μετρητή, ώστε να μην γίνεται εύκολα αντιληπτή από το τεχνικό προσωπικό. Με αυτόν τον τρόπο επιχειρείται να συγκαλυφθεί πιθανή παρέμβαση στη

συνδεσμολογία ή στη λειτουργία του μετρητή με σκοπό τη μείωση ή την πλήρη αποφυγή καταγραφής της καταναλισκόμενης ενέργειας.



Εικόνα 3.25 Πλαστές σφραγίδες καλύμματος μετρητή [34]

3.2.2.3 Σήμα alarm ανοίγματος καλύμματος σε τηλεμετρούμενες παροχές

Στις παροχές με τηλεμετρούμενους μετρητές, οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι σε συστήματα απομακρυσμένης παρακολούθησης και καταγραφής, έχει ενσωματωθεί η δυνατότητα αποστολής ειδοποιήσεων (alarms) σε περιπτώσεις που εντοπίζεται παραβίαση ή μη εξουσιοδοτημένο άνοιγμα του καλύμματος του μετρητή. Το συγκεκριμένο alarm ενεργοποιείται μέσω κατάλληλων αισθητήρων ή διακοπών ασφαλείας και αποτελεί ένα από τα βασικά ψηφιακά εργαλεία εντοπισμού πιθανών προσπάθειών ρευματοκλοπής σε πραγματικό χρόνο.

Η λήψη τέτοιου alarm στο κέντρο ελέγχου του ΔΕΔΔΗΕ εγείρει υποψίες μη εξουσιοδοτημένης πρόσβασης στον μετρητή και κινητοποιεί τα τεχνικά συνεργεία για άμεση αυτοψία επί του σημείου. Το άνοιγμα του καλύμματος μπορεί να έχει πραγματοποιηθεί με σκοπό την παρέμβαση στα κυκλώματα μέτρησης, την παραποίηση των ενδείξεων ή την τροποποίηση της συνδεσμολογίας, ενέργειες που συνδέονται άμεσα με προσπάθειες καταστράτηγησης της ορθής καταγραφής της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας.

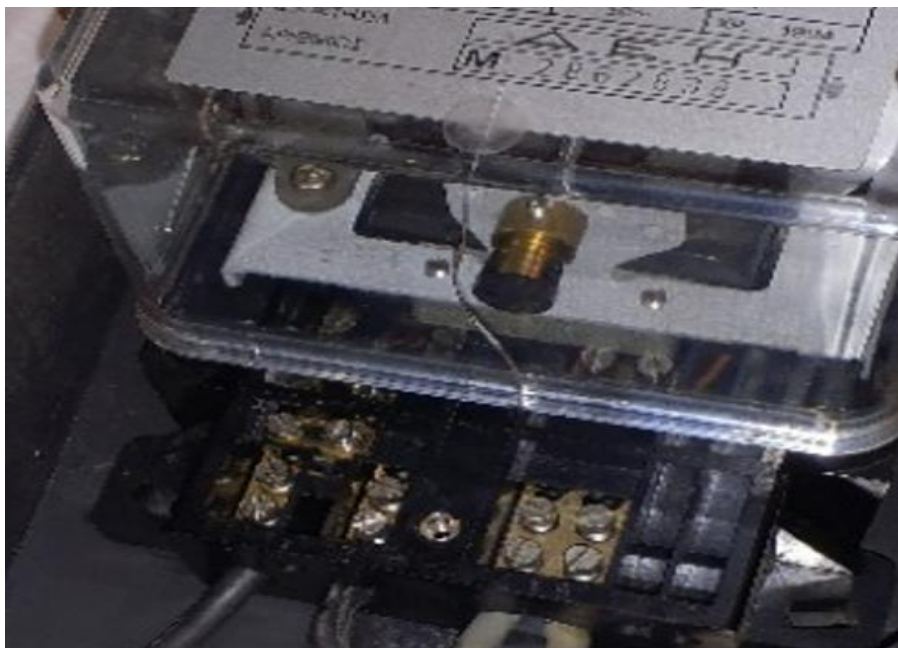
Ωστόσο, η αποστολή alarm από τον τηλεμετρούμενο μετρητή δεν συνιστά από μόνη της απόδειξη ρευματοκλοπής, καθώς ενδέχεται να οφείλεται και σε τεχνικά αίτια συνεπώς, η περίπτωση χαρακτηρίζεται αρχικά ως πιθανολογούμενη ρευματοκλοπή και ακολουθείται η τυπική διαδικασία επιτόπιου ελέγχου, καταγραφής των ευρημάτων και, εφόσον κριθεί απαραίτητο, αποστολής του μετρητή στο εργαστήριο για τεχνικό έλεγχο.

3.2.2.4 Οπή ή σπάσιμο στο κάλυμμα του μετρητή χωρίς άλλα ευρήματα

Μια ακόμη περίπτωση που εντάσσεται στις πιθανολογούμενες ρευματοκλοπές είναι η διαπίστωση φθοράς στο εξωτερικό περίβλημα (κάλυμμα) του μετρητή, όπως μια οπή, ρωγμή ή σπάσιμο, χωρίς να συνοδεύεται από κάποιο προφανές ή τεκμηριωμένο εύρημα παρέμβασης στα κυκλώματα ή στη συνδεσμολογία του μετρητή.

Η ύπαρξη τέτοιου είδους φθοράς εγείρει εύλογες υποψίες για πιθανή προσπάθεια παραβίασης ή πρόσβασης στο εσωτερικό του μετρητή, καθώς ενδέχεται να έχει προηγηθεί κάποια μη εξουσιοδοτημένη ενέργεια, η οποία είτε απέτυχε, είτε έγινε με τρόπο που να μην άφησε εμφανή ίχνη στο σημείο ελέγχου. Επιπλέον, η παρουσία ρωγμών ή οπών μπορεί να υποδηλώνει χρήση εργαλείων ή αιχμηρών αντικειμένων με σκοπό είτε την αποσταθεροποίηση των εξαρτημάτων, είτε τη δυνατότητα εισαγωγής ξένων σωμάτων για επηρεασμό της λειτουργίας του μετρητή.

Αν και η ύπαρξη απλής φθοράς δεν αρκεί για να χαρακτηριστεί μια περίπτωση ως τεκμηριωμένη ρευματοκλοπή, αποτελεί σημαντικό δείκτη πιθανής παρέμβασης, ιδίως όταν συνοδεύεται από ασυνήθιστα δεδομένα στην κατανάλωση ή ιστορικές ενδείξεις λειτουργικής ασυμβατότητας του μετρητή. Για τον λόγο αυτό, τέτοιες περιπτώσεις καταγράφονται και χαρακτηρίζονται ως πιθανολογούμενες ρευματοκλοπές.



Εικόνα 3.26 Ραγισμένο κάλυμμα μετρητή [34]

3.2.2.5 Ίχνη επέμβασης όπως χαρακιές στον απαριθμητή ή στο δίσκο του μετρητή

Η διαπίστωση επιφανειακών ιχνών επέμβασης, όπως χαρακιές, εκδορές ή γδαρσίματα στον απαριθμητή ή στο δίσκο του μετρητή, αποτελεί μια ακόμα περίπτωση που ταξινομείται ως πιθανολογούμενη ρευματοκλοπή, ιδίως όταν δεν συνοδεύεται από κάποιο άλλο τεχνικό εύρημα που να αποδεικνύει αλλοίωση ή μη εξουσιοδοτημένη παρέμβαση στον μετρητικό εξοπλισμό.

Τέτοιου είδους φθορές εγείρουν εύλογες υποψίες ότι έχει επιχειρηθεί μη επιτρεπτή πρόσβαση ή παραβίαση του μετρητή με σκοπό τον έλεγχο ή την αλλοίωση των ενδείξεων κατανάλωσης. Οι χαρακιές στον απαριθμητή ενδέχεται να σχετίζονται με προσπάθεια παραποίησης των ενδείξεων ή ακόμα και με την εισαγωγή ξένου σώματος στο εσωτερικό μηχανισμό του μετρητή, ενώ τα ίχνη στο κάλυμμα μπορεί να αποτελούν απόπειρα ανοίγματος με εργαλείο, χωρίς όμως να έχει ολοκληρωθεί επιτυχώς. Οι εκδορές στον δίσκο του μετρητή αντίστοιχα, ενδέχεται να έχουν προκληθεί με πρόθεση, μέσω της εισαγωγής αιχμηρού αντικειμένου (π.χ. μεταλλικό σύρμα ή λεπίδα) από σχισμή του μετρητή με σκοπό τη μεταβολή της τριβής ή τη δημιουργία ανισορροπίας κατά την περιστροφή του δίσκου. Αυτή η αλλοίωση μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της ταχύτητας περιστροφής και κατά συνέπεια, σε μειωμένη καταγραφή της κατανάλωσης, χωρίς άμεσα ορατή ή τεχνικά επιβεβαιωμένη επέμβαση στο κύκλωμα μέτρησης.

Αν και δεν τεκμηριώνεται ευθέως ρευματοκλοπή, τα σημάδια φθοράς που δεν δικαιολογούνται από φυσιολογική φθορά ή εργασίες του προσωπικού του Διαχειριστή, ενεργοποιούν τη διαδικασία περαιτέρω διερεύνησης. Η παροχή χαρακτηρίζεται ως πιθανολογούμενη ρευματοκλοπή και ο μετρητής μπορεί να αντικατασταθεί και να αποσταλεί στο τεχνικό εργαστήριο του ΔΕΔΔΗΕ για πιο ενδελεχή έλεγχο.

3.2.2.6 Εντοπισμός αρνητικού σφάλματος μέσω φορητού πρότυπου μετρητή

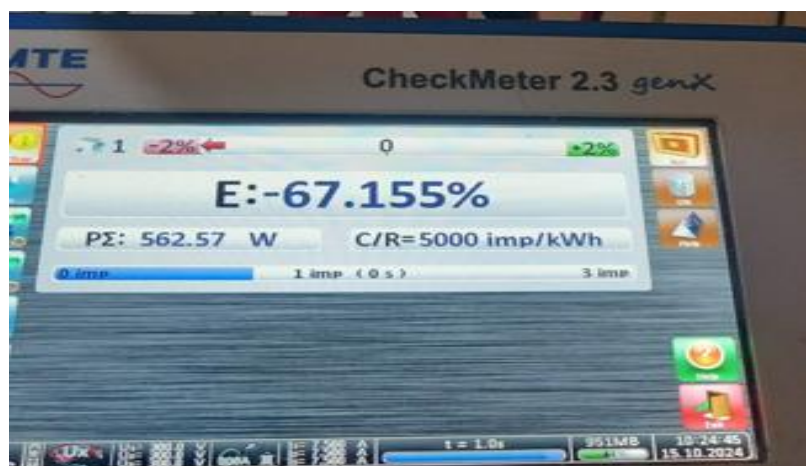
Ο ΔΕΔΔΗΕ διαθέτει εξειδικευμένο φορητό εξοπλισμό ελέγχου μετρητών, ο οποίος επιτρέπει τον άμεσο και επιτόπιο έλεγχο της λειτουργίας των μετρητικών διατάξεων που είναι εγκατεστημένες στους καταναλωτές. Ο έλεγχος αυτός διενεργείται από εξουσιοδοτημένο τεχνικό προσωπικό, συνήθως στο πλαίσιο περιοδικών επιθεωρήσεων, καταγγελιών, ή ύπαρξης ενδείξεων για πιθανή ρευματοκλοπή.

Κατά τη διάρκεια του ελέγχου, ο πρότυπος μετρητής συγκρίνει την ενέργεια ή ισχύ που "γνωρίζει" ότι παρέχει στο μετρητή με εκείνη που καταγράφει πραγματικά ο μετρητής του καταναλωτή. Αν το αποτέλεσμα δείξει αρνητικό σφάλμα, δηλαδή εάν ο μετρητής καταγράφει λιγότερη κατανάλωση από την πραγματική, αυτό συνιστά ένδειξη απόκλισης από τα επιτρεπτά όρια ακρίβειας.

Η διαπίστωση αρνητικού σφάλματος δεν συνεπάγεται αυτομάτως τεκμηριωμένη ρευματοκλοπή, αλλά η περίπτωση χαρακτηρίζεται ως πιθανολογούμενη και χρήζει περαιτέρω διερεύνησης. Το αρνητικό σφάλμα μπορεί να οφείλεται είτε σε φυσική βλάβη του μετρητή (π.χ. φθορά, βλάβη, δυσλειτουργία λόγω παλαιότητας), είτε σε εσκεμμένη ή

μη επιτρεπτή παρέμβαση με σκοπό τη μείωση της καταγραφόμενης ενέργειας (δηλαδή ρευματοκλοπή).

Σε τέτοιες περιπτώσεις, ο ΔΕΔΔΗΕ ακολουθεί διαδικασία αντικατάστασης του μετρητή και αποστολής του στο αρμόδιο τεχνικό εργαστήριο για αναλυτική και τεκμηριωμένη αξιολόγηση. Αν από τον εργαστηριακό έλεγχο προκύψει ότι το αρνητικό σφάλμα οφείλεται σε βλάβη ή φθορά χωρίς ένδειξη παρέμβασης, η περίπτωση δεν χαρακτηρίζεται ως ρευματοκλοπή. Εάν όμως εντοπιστούν ευρήματα που καταδεικνύουν αλλοίωση της λειτουργίας ή σκόπιμη παρέμβαση, τότε η υπόθεση χαρακτηρίζεται ως τεκμηριωμένη ρευματοκλοπή και αντιμετωπίζεται αναλόγως από πλευράς διοικητικών και οικονομικών συνεπειών.



Εικόνα 3.27 Μεγάλο αρνητικό σφάλμα κατά τον έλεγχο χρησιμοποιώντας πρότυπο μετρητή [34].

3.2.2.7 Ίχνη τοποθέτησης μαγνήτη

Μία ακόμη ένδειξη που μπορεί να οδηγήσει στον χαρακτηρισμό μιας παροχής ως πιθανολογούμενης ρευματοκλοπής είναι ο εντοπισμός ιχνών τοποθέτησης μαγνήτη επάνω ή πλησίον του μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας, χωρίς ωστόσο να διαπιστώνεται κάποιο άλλο εύρημα ή άμεση αλλοίωση της λειτουργίας του μετρητή.

Όπως αναφέραμε ήδη, η χρήση ισχυρών μαγνητών νεοδυμίου αποτελεί μία από τις γνωστότερες μεθόδους ρευματοκλοπής, κυρίως σε ηλεκτρομηχανικούς ή ηλεκτρονικούς μετρητές, καθώς μπορεί να προκαλέσει επιβράδυνση ή και παύση της περιστροφής του δίσκου (στους ηλεκτρομηχανικούς) ή εσφαλμένη λειτουργία των αισθητήρων μέτρησης (στους ηλεκτρονικούς). Ωστόσο, σε περιπτώσεις που κατά τη διάρκεια επιθεώρησης δεν βρεθεί μαγνήτης επί τόπου, αλλά υπάρχουν ορατά ίχνη όπως αλλοιώσεις στο χρώμα ή στη βαφή του μετρητή στο σημείο επαφής ή παραμορφώσεις στο κάλυμμα λόγω επαναλαμβανόμενης τοποθέτησης, τότε το περιστατικό δεν μπορεί να χαρακτηριστεί άμεσα ως τεκμηριωμένη ρευματοκλοπή, αλλά καταγράφεται ως πιθανολογούμενη, καθώς

υποδηλώνει πιθανή προηγούμενη απόπειρα ή χρήση μαγνήτη, η οποία δεν μπορεί να επιβεβαιωθεί πλήρως χωρίς την ύπαρξη ταυτόχρονης αλλοίωσης στη μέτρηση ή σε εσωτερικά μέρη του μετρητή.

Συνηθιστέρες περιπτώσεις πιθανολογούμενων ρευματοκλοπών	
Περιγραφή Περίπτωσης	Σύντομη Ανάλυση / Τρόπος Ενέργειας
Κομμένες σφραγίδες καλύμματος μετρητή	Ένδειξη πιθανής μη εξουσιοδοτημένης πρόσβασης ή επέμβασης στο μετρητή.
Πλαστές σφραγίδες καλύμματος μετρητή	Χρήση πλαστών σφραγίδων για απόκρυψη παραβίασης ή επέμβασης.
Alarm τηλεμετρούμενης παροχής για άνοιγμα καλύμματος	Συναγερμός λόγω μη εξουσιοδοτημένου ανοίγματος, χωρίς ακόμα επιβεβαίωση επέμβασης.
Οπή ή σπάσιμο στο κάλυμμα του μετρητή χωρίς άλλο εύρημα	Υποψία επέμβασης, που δεν έχει επιβεβαιωθεί με άλλα στοιχεία.
Ίχνη επέμβασης (χαρακιές) στο κάλυμμα ή απαριθμητή χωρίς άλλο εύρημα	Ενδείξεις μη εξουσιοδοτημένης παρέμβασης χωρίς άμεσο αντίκτυπο στη μέτρηση.
Ίχνη χαρακιών στον δίσκο του μετρητή χωρίς άλλες αλλοιώσεις	Δυνατό στοιχείο απόπειρας επέμβασης που δεν επιβεβαιώνεται πλήρως.
Αρνητικό σφάλμα μετρητή κατά τον έλεγχο με φορητό πρότυπο μετρητή	Πιθανή μείωση καταγραφής ενέργειας που χρήζει περαιτέρω εργαστηριακού ελέγχου.
Ίχνη τοποθέτησης μαγνήτη χωρίς άλλο εύρημα	Υποψία χρήσης μαγνήτη χωρίς αποδεδειγμένη αλλοίωση λειτουργίας.

Πίνακας 3.2 Συνηθιστέρες περιπτώσεις πιθανολογούμενων ρευματοκλοπών [17], [34]

4. Μεθοδολογία υπολογισμού συνολικού τιμήματος καταβολής λόγω ρευματοκλοπής

4.1 Ομάδες καταναλωτών διακριτής χρέωσης ΔΟΤ

α. Ως Ομάδα Καταναλωτών διακριτής χρέωσης ΔΟΤ, ορίζεται το σύνολο των καταναλωτών για τους οποίους εφαρμόζεται η ίδια ΔΟΤ για τον υπολογισμό του κόστους μη καταγραφείσας ενέργειας διαπιστωμένης ρευματοκλοπής.

β. Ο ΔΕΔΔΗΕ εισηγείται τη θέσπιση διακριτών ομάδων ΔΟΤ, λαμβάνοντας υπόψη τη συχνότητα εμφάνισης και την ένταση του φαινομένου στις επιμέρους κατηγορίες καταναλωτών.

γ. Κάθε ομάδα ΔΟΤ δύναται να απαρτίζεται από καταναλωτές με ίδια ή/και διαφορετική χρήση ενέργειας και συμφωνημένη ισχύ παροχής.

δ. Πρόσθετες διακριτές Ομάδες ΔΟΤ δύναται να προβλεφθούν στη βάση κοινωνικών και οικονομικών παραγόντων όπως ενδεικτικά για κατηγορίες καταναλωτών για τις οποίες εφαρμόζονται κοινωνικά μέτρα στήριξης του κόστους ενέργειας (π.χ. Κοινωνικά Οικιακά Τιμολόγια) [35].

4.2 Τυπικά χαρακτηριστικά ομάδας ΔΟΤ

Ως τυπικά χαρακτηριστικά για κάθε ομάδα ΔΟΤ ορίζονται:

- i. Η χρήση ενέργειας
- ii. Η συμφωνημένη ισχύς παροχής (kVA)
- iii. Η μέση μηνιαία κατανάλωση

Για τις περιπτώσεις που μια ομάδα ΔΟΤ απαρτίζεται από καταναλωτές με διαφορετικά τυπικά χαρακτηριστικά, επιλέγεται εξ αυτών μια αντιπροσωπευτική κατηγορία καταναλωτών και τα τυπικά χαρακτηριστικά της εν λόγω κατηγορίας χρησιμοποιούνται στο πλαίσιο υπολογισμού της ΔΟΤ της αντίστοιχης ομάδας ΔΟΤ [35].

4.3 Διοικητικά οριζόμενη τιμή (ΔΟΤ)

α. Η προτεινόμενη ΔΟΤ ανά Ομάδα ΔΟΤ υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη το αντίστοιχο ανταγωνιστικό και ρυθμιζόμενο σκέλος του συνολικού μέσου κόστους ηλεκτρικής ενέργειας των Ομάδων ΔΟΤ. Για τη διενέργεια των απαραίτητων υπολογισμών χρησιμοποιούνται τα δεδομένα τα οποία είναι διαθέσιμα κατά τον χρόνο υποβολής της εισήγησης του ΔΕΔΔΗΕ.

β. Το χρονικό διάστημα βάσει του οποίου υπολογίζεται η ΔΟΤ ορίζεται ως «Περίοδος Αναφοράς Υπολογισμού ΔΟΤ», η οποία αφορά το πλήρες ημερολογιακό εξάμηνο που ολοκληρώνεται τον μήνα εισήγησης της ΔΟΤ, ήτοι από 1η Ιανουαρίου έως 30η Ιουνίου για την εισήγηση ΔΟΤ προς υποβολή έως την 10η Ιουνίου και από 1η Ιουλίου έως 31η Δεκεμβρίου για την εισήγηση ΔΟΤ προς υποβολή έως την 10η Δεκεμβρίου.

γ. Το χρονικό διάστημα για το οποίο βρίσκει εφαρμογή η εκάστοτε ΔΟΤ ορίζεται ως «Περίοδος Ισχύος ΔΟΤ» εκκινεί από εγκρίσεως της εισήγησης του ΔΕΔΔΗΕ κατά τα οριζόμενα στο αρ. 23 του παρόντος Εγχειριδίου και διαρκεί έως την έγκριση της επόμενης υποβληθείσας εισήγησης.

δ. Τα τυπικά χαρακτηριστικά της αντιπροσωπευτικής κατηγορίας καταναλωτών κάθε Ομάδας ΔΟΤ καθορίζονται με βάση τις παρακάτω παραδοχές:

- i. Η χρήση ενέργειας επιλέγεται με βάση στατιστικά στοιχεία για την ένταση και τη συχνότητα εμφάνισης ρευματοκλοπών μεταξύ των κατηγοριών καταναλωτών της Ομάδας ΔΟΤ.
- ii. Η συμφωνημένη ισχύς παροχής (kVA) της επιλεγμένης χρήσης ενέργειας, προσδιορίζεται βάσει στατιστικών στοιχείων για την ένταση και τη συχνότητα εμφάνισης ρευματοκλοπών στην εν λόγω χρήση.

iii. Η μέση μηνιαία κατανάλωση (kWh) της επιλεγμένης χρήσης και συμφωνημένης ισχύος παροχής, υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη τις διαθέσιμες εκτιμήσεις για τις καταναλώσεις ενέργειας και το πλήθος των Χρηστών του ΕΔΔΗΕ κατά το έτος των Περιόδων Αναφοράς Υπολογισμού ΔΟΤ, με εφαρμογή της βασικής παραδοχής ότι η μηνιαία κατανομή των καταναλώσεων κατά τη διάρκεια του έτους είναι διαμοιρασμένη ισόποσα nm.

iv. Το ανταγωνιστικό σκέλος του συνολικού μέσου κόστους ηλεκτρικής ενέργειας ανά Ομάδα ΔΟΤ υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη τον μέσο όρο χρέωσης ενέργειας των σταθερών τιμολογίων, ως αυτά διατίθενται από τους πέντε (5) μεγαλύτερους Προμηθευτές ηλεκτρικής ενέργειας, βάσει μεριδίων αγοράς, για κάθε μήνα της εν λόγω Περιόδου Αναφοράς Υπολογισμού ΔΟΤ

$$\Delta\text{ΟΤ.αντ} = \frac{1}{6} \sum_{m=1}^6 \left(\frac{1}{n_m} \times \sum_{p=1}^{n_m} \left(\frac{1}{K_p^m} \times \sum_{j=1}^{K_p^m} \alpha_{p,j}^m \right) \right), \text{ σε €/MWh}$$

όπου:

ΔΟΤ.αντ: Το ανταγωνιστικό σκέλος του συνολικού μέσου κόστους ηλεκτρικής ενέργειας για οποιαδήποτε ομάδα ΔΟΤ

m: κάθε μήνας της Περιόδου Αναφοράς Υπολογισμού ΔΟΤ, με $m \in \{1,2,3,4,5,6\}$

p: κάθε Προμηθευτής ο οποίος διέθεσε σταθερό τιμολόγιο για τον μήνα αναφοράς m, με $p \in \{1,2,3,4,5\}$

n_m : ο αριθμός των πέντε (5) μεγαλύτερων Προμηθευτών που διέθεσαν σταθερό τιμολόγιο τον μήνα m, με $n_m \in \{1,2,3,4,5\}$

j: κάθε σταθερό τιμολόγιο που διατέθηκε από τον Προμηθευτή p κατά τον μήνα m, με $j \in \mathbb{Z}^+$

K_p^m : το πλήθος των σταθερών τιμολογίων που διέθεσε ο Προμηθευτής p τον μήνα m, με $K_p^m \in \mathbb{Z}^+$

$\alpha_{p,j}^m$: η τελική τιμή προμήθειας του σταθερού τιμολογίου j ενός προμηθευτή p για τον μήνα m, με $\alpha_{p,j}^m \in \mathbb{R}^+$

v. Σε περίπτωση που σταθερό τιμολόγιο Προμηθευτή συμπεριλαμβάνει πάγια χρέωση για την τιμολόγηση του καταναλωτή, αυτή ανάγεται σε €/MWh, λαμβάνοντας υπόψη τη μέση μηνιαία κατανάλωση της αντίστοιχης Ομάδας ΔΟΤ.

vi. Το ρυθμιζόμενο σκέλος του συνολικού μέσου κόστους ηλεκτρικής ενέργειας ανά Ομάδα ΔΟΤ ισούται με το άθροισμα των επιμέρους ισχυουσών ρυθμιζόμενων χρεώσεων (ΧΧΔ, ΧΧΣ, ΕΤΜΕΑΡ, ΥΚΩ) για την Περίοδο Αναφοράς Υπολογισμού ΔΟΤ. Οι ρυθμιζόμενες χρεώσεις που αναλύονται σε χρεώσεις ισχύος, χρεώσεις ενέργειας και σταθερές χρεώσεις υπολογίζονται σύμφωνα με τη μέση μηνιαία κατανάλωση, μετά τις απαραίτητες αναγωγές των συνιστωσών τους σε €/MWh,. Προκειμένου για ρυθμιζόμενες χρεώσεις των οποίων η χρέωση καθορίζεται σε κλίμακες βάσει κατανάλωσης (KWh), επιλέγεται η κλίμακα σύμφωνα με τη μέση μηνιαία κατανάλωση [35].

4.4 Ποσοστό προσαύξησης ΔΟΤ

Το ποσοστό προσαύξησης της ΔΟΤ καθορίζεται με σκοπό την αποτροπή διάπραξης ρευματοκλοπής και την υποτροπή στο υπόψη αδίκημα, λαμβάνοντας υπόψη τις διαστάσεις και την εξέλιξη του φαινομένου της ρευματοκλοπής, καθώς και τις ιδιαίτερες κοινωνικές και οικονομικές συνθήκες που διέπουν τις Ομάδες ΔΟΤ. Το ποσοστό προσαύξησης ΔΟΤ καθορίζεται είτε συνολικά είτε ανά Ομάδα ΔΟΤ, κατά την περίοδο κατάρτισης και υποβολής της εισήγησης του Διαχειριστή [35].

4.5 Διαχειριστικό κόστος ρευματοκλοπής

α. Οι χρεώσεις για την αποζημίωση του Διαχειριστή του Δικτύου αναφορικά με το κόστος που επιβαρύνεται για τον εντοπισμό και τη διαπίστωση της ρευματοκλοπής, καθώς και τη διαχείριση της υπόθεσης ορίζονται ως «διαχειριστικό κόστος ρευματοκλοπής».

β. Το διαχειριστικό κόστος ρευματοκλοπής ορίζεται ανά είδος παροχής και επίπεδο τάσης, ήτοι για μονοφασική παροχή, τριφασική παροχή Χαμηλής Τάσης (ΧΤ) και παροχή Τάσης (ΜΤ), και διαφοροποιείται για τις εργασίες χωρίς αντικατάσταση μετρητή και τις εργασίες με αντικατάσταση μετρητή.

Είδος παροχής - Επίπεδο τάσης	Χωρίς αντικατάσταση μετρητή	Με αντικατάσταση μετρητή
Μονοφασική παροχή ΧΤ	294,54	407,07
Τριφασική παροχή ΧΤ	330,11	461,65
Παροχή ΜΤ	365,68	662,21

Πίνακας 4.1 Διαχειριστικό κόστος ΔΕΔΔΗΕ σε ευρώ [35]

4.6 Συνολικό τίμημα καταβολής λόγω ρευματοκλοπής

α. Το συνολικό τίμημα καταβολής λόγω ρευματοκλοπής υπολογίζεται ως το άθροισμα

- του κόστους της μη καταγραφείσας ενέργειας, όπως υπολογίζεται βάσει των ισχυουσών ΔΟΤ, προσαυξημένων κατά το ποσοστό προσαύξησης καθ' όλη τη θεωρούμενη διάρκεια που έλαβε χώρα η διαπιστωμένη ρευματοκλοπή και
- του διαχειριστικού κόστους ρευματοκλοπής [35].

β. Το κόστος μη καταγραφείσας ενέργειας (ΚΕ), υπολογίζεται βάση του κάτωθι τύπου

$$ΚΕ = \frac{E}{N} * \sum_{i=1}^y \sum_{c=1}^z (\Delta OT_i^c * \text{ποσοστό προσαύξησης}_i^c * d_i^c), \text{ σε } \text{€}$$

Όπου:

Ε: αποδιδόμενη ποσότητα μη καταγραφείσας ενέργειας (MWh) σε διαπιστωμένη ρευματοκλοπή, με $E \in \mathbb{R}^+$

N: το χρονικό διάστημα σε ημέρες, από την ημερομηνία εντοπισμού μέχρι το εκτιμώμενο χρονικό σημείο έναρξης της ρευματοκλοπής, με άνω όριο τα 5 έτη, με $N \in \mathbb{Z}^+$

i: Ο αριθμός των Περιόδων Ισχύος ΔΟΤ που εναλλάσσονται εντός του χρονικού διαστήματος N, αρχής γενομένης της ημερομηνίας έναρξης της ρευματοκλοπής με $i \in \mathbb{Z}^+$

c: η ομάδα ΔΟΤ στην οποία ανήκει ο καταναλωτής κατά το χρονικό διάστημα d_i^c εντός μιας Περιόδου Ισχύος ΔΟΤ, με $c \in \mathbb{Z}^+$

ΔOT_i^c : η ισχύουσα ΔΟΤ της ομάδας ΔΟΤ στην οποία ανήκει ο καταναλωτής για χρονικό διάστημα d_i^c εντός μιας περιόδου ισχύος ΔΟΤ, με $\Delta OT_i^c \in \mathbb{R}^+$

Zi: το πλήθος των ομάδων ΔΟΤ στις οποίες ανήκει ο καταναλωτής κατά την περίοδο ισχύος ΔΟΤ i, με $Zi \in \mathbb{Z}^+$

y: το πλήθος των Περιόδων Ισχύος ΔΟΤ που εναλλάσσονται εντός του χρονικού διαστήματος N, αρχής γενομένης της ημερομηνίας έναρξης της ρευματοκλοπής, με $y \in \mathbb{Z}^+$

$\rho_{\text{προσαύξησης}}^c$: η ισχύουσα τιμή του ποσοστού προσαύξησης της ΔOT_i^c της ομάδας ΔΟΤ που ανήκει ο καταναλωτής για χρονικό διάστημα d_i^c , εντός μιας Περιόδου Ισχύος ΔΟΤ, με $\rho_{\text{προσαύξησης}}^c \in \mathbb{R}^+$

d_i^c : ο αριθμός ημερών του χρονικού διαστήματος εντός μιας Περιόδου Ισχύος ΔΟΤ κατά το οποίο ο καταναλωτής ανήκει σε μια Ομάδα ΔΟΤ με $d_i^c \in \mathbb{Z}^+$

Το συνολικό τίμημα καταβολής λόγω ρευματοκλοπής (Κολ) υπολογίζεται βάσει του κάτωθι τύπου:

$$Κολ = ΚΕ + ΚΔ, \text{ σε } \text{€}$$

Όπου,

ΚΕ = το κόστος μη καταγραφείσας ενέργειας, με $ΚΕ \in \mathbb{R}^+$

ΚΔ= το διαχειριστικό κόστος της ρευματοκλοπής, με $ΚΔ \in \mathbb{R}^+$

5. Μέθοδοι Ανίχνευσης και Πρόληψης Μη Τεχνικών Απωλειών

5.1 Παραδοσιακές μέθοδοι εντοπισμού ρευματοκλοπής

Οι κλασικές μέθοδοι εντοπισμού ρευματοκλοπής βασίζονται κυρίως σε φυσικές επιθεωρήσεις και σε λειτουργικούς ελέγχους του εξοπλισμού μέτρησης. Η πλέον συνηθισμένη πρακτική είναι οι φυσικοί έλεγχοι στο δίκτυο, όπου πραγματοποιείται οπτική επιθεώρηση των γραμμών, των καλωδίων και των συνδέσεων, με στόχο τον εντοπισμό παράνομων παροχών ή πρόχειρων συνδέσεων που παρακάμπτουν τον μετρητή. Παράλληλα, ιδιαίτερη βαρύτητα δίνεται στις επιθεωρήσεις των ίδιων των μετρητών, μέσω του ελέγχου των σφραγίδων για τυχόν παραβίαση, της αναζήτησης μηχανικών ή ηλεκτρονικών παρεμβάσεων, αλλά και της σύγκρισης των ενδείξεων του μετρητή με το αναμενόμενο φορτίο του καταναλωτή.

Ένας ακόμη παραδοσιακός τρόπος εντοπισμού ρευματοκλοπής είναι μέσω της τακτικής καταμέτρησης που πραγματοποιείται στους μετρητές των καταναλωτών. Κατά τη διαδικασία αυτή, ο καταμετρητής δεν περιορίζεται μόνο στην καταγραφή της ένδειξης κατανάλωσης, αλλά παράλληλα προβαίνει και σε έναν εξωτερικό φυσικό έλεγχο του μετρητή. Με αυτόν τον τρόπο είναι δυνατόν να διαπιστωθούν παραβιάσεις, ύποπτες συνδέσεις ή άλλες ενδείξεις ρευματοκλοπής, γεγονός που καθιστά την περιοδική καταμέτρηση ένα χρήσιμο εργαλείο εντοπισμού παρατυπιών.

Τέλος, εφαρμόζονται και δειγματοληπτικοί τεχνικοί έλεγχοι, προκειμένου να διαπιστωθεί αν η πραγματική ροή ενέργειας συμφωνεί με την καταγραφή του μετρητή.

Αυτοί οι έλεγχοι συνδυάζονται πλέον με τεχνολογικά εργαλεία, όπως οι έξυπνοι μετρητές και η ανάλυση δεδομένων.

5.2 Χρήση έξυπνων μετρητών και συστημάτων AMI (Advanced Metering Infrastructure)

Η χρήση έξυπνων μετρητών (smart meters) έχει εξελιχθεί σε ένα από τα πιο αποτελεσματικά εργαλεία για τον εντοπισμό και την πρόληψη των ρευματοκλοπών, καθώς παρέχει δυνατότητες που ξεπερνούν κατά πολύ τις παραδοσιακές μεθόδους καταμέτρησης.

Οι έξυπνοι μετρητές αποτελούν ψηφιακές συσκευές μέτρησης που αντικαθιστούν τους κλασικούς ηλεκτρομηχανικούς μετρητές. Σε αντίθεση με τους παλιούς, οι οποίοι απαιτούσαν επιτόπια παρουσία καταμετρητή, οι έξυπνοι μετρητές συλλέγουν δεδομένα κατανάλωσης σε πραγματικό ή σχεδόν πραγματικό χρόνο και τα αποστέλλουν αυτόματα στον πάροχο μέσω τηλεπικοινωνιακών υποδομών (π.χ. PLC, GSM, RF). Αυτό σημαίνει ότι η παρακολούθηση της κατανάλωσης γίνεται συνεχής και χωρίς την ανάγκη ανθρώπινης παρέμβασης [15].



Εικόνα 5.1 Παράδειγμα «έξυπνου μετρητή» [37]

Ο «έξυπνος μετρητής» παρέχει πλήρη παρακολούθηση κρίσιμων παραμέτρων του δικτύου, όπως η τάση, το ρεύμα, η ισχύς και ο συντελεστής ισχύος.

Αυτές οι συσκευές διαθέτουν ενσωματωμένο modem και υποστηρίζουν επικοινωνία τόσο μέσω RS485 όσο και μέσω οπτικών πρωτοκόλλων DLMS/COSEM, εξασφαλίζοντας την ασφαλή μετάδοση δεδομένων. Επιπλέον, διαθέτουν λειτουργίες όπως καταγραφή μέγιστης ζήτησης, υποστήριξη πολλαπλών τιμολογίων (multitariff), απομακρυσμένη ενεργοποίηση/απενεργοποίηση (relay control), δυνατότητες firmware overtheair και ανίχνευση παρεμβολών όπως ανάστροφη ροή ή παραβίαση καλύμματος.

Ένα από τα βασικότερα πλεονεκτήματα των έξυπνων μετρητών είναι η δυνατότητα ανίχνευσης ανωμαλιών. Ο πάροχος μπορεί να συγκρίνει το προφίλ κατανάλωσης κάθε πελάτη με τα αναμενόμενα πρότυπα και να εντοπίζει απότομες μεταβολές ή ασυνέπειες, οι οποίες συχνά αποτελούν ένδειξη ρευματοκλοπής. Επιπλέον, μέσω της συνεχούς ροής δεδομένων είναι δυνατή η σύγκριση της μετρούμενης ενέργειας με τις συνολικές ροές του δικτύου, επιτρέποντας τον εντοπισμό «χαμένων» ποσοτήτων που δεν δικαιολογούνται από τεχνικές απώλειες.

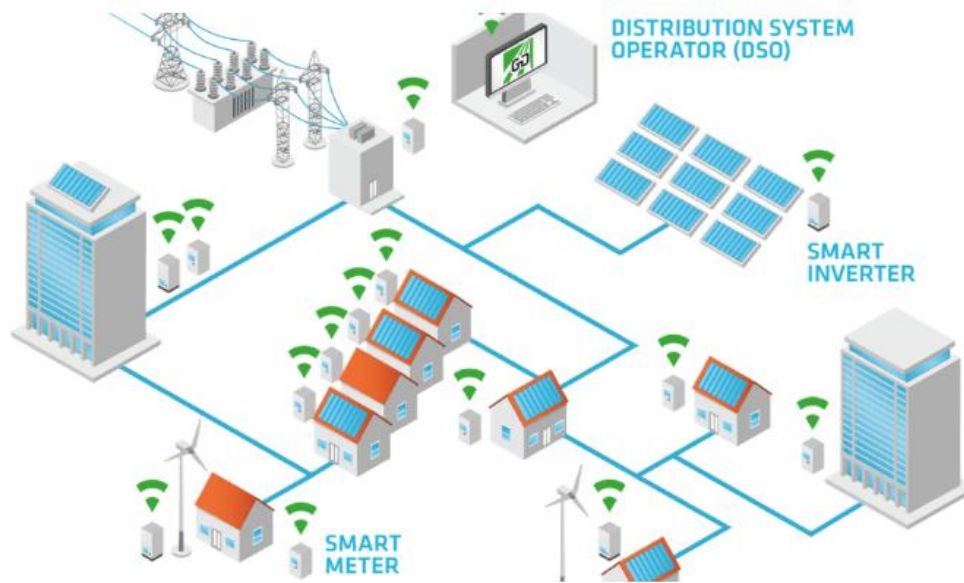
Οι έξυπνοι μετρητές παρέχουν επίσης δυνατότητες απομακρυσμένου ελέγχου, όπως η αποκοπή και η επανασύνδεση της παροχής, η αλλαγή του τιμολογίου ή η ενημέρωση του λογισμικού. Αυτή η λειτουργία όχι μόνο μειώνει το λειτουργικό κόστος, αλλά διευκολύνει και την άμεση αντίδραση σε περιπτώσεις εντοπισμού ρευματοκλοπής.

Επιπλέον, οι έξυπνοι μετρητές συμβάλλουν στη βελτίωση της διαφάνειας προς τον καταναλωτή. Ο πελάτης μπορεί να έχει πρόσβαση στα δεδομένα κατανάλωσής του σε πραγματικό χρόνο, κάτι που αφενός ενισχύει τη συνειδητοποίηση γύρω από την ενεργειακή χρήση και αφετέρου μειώνει τα περιθώρια αμφισβητήσεων και διαφορών με τον πάροχο.

Ένα ακόμη σημαντικό πλεονέκτημα των έξυπνων μετρητών είναι η δυνατότητά τους να συμβάλλουν στην αποτελεσματικότερη διαχείριση του φορτίου. Μέσω της συνεχούς ροής δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, οι διαχειριστές του δικτύου μπορούν να παρακολουθούν με ακρίβεια την κατανομή του φορτίου, να εντοπίζουν περιοχές με αυξημένη κατανάλωση και να λαμβάνουν έγκαιρα μέτρα για την αποφυγή υπερφορτώσεων και βλαβών.

Παράλληλα, οι έξυπνοι μετρητές ενισχύουν την ομαλή ενσωμάτωση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) και μικροπαραγωγών στο δίκτυο, καθώς υποστηρίζουν μετρήσεις διπλής κατεύθυνσης. Αυτό σημαίνει ότι μπορούν να καταγράφουν τόσο την κατανάλωση όσο και την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, επιτρέποντας την ακριβή παρακολούθηση και τον έλεγχο της ροής ενέργειας. Με τον τρόπο αυτό διευκολύνεται η εφαρμογή μηχανισμών όπως ο ενεργειακός συμψηφισμός (net metering), συμβάλλοντας στη μετάβαση σε πιο αποκεντρωμένα και βιώσιμα ενεργειακά συστήματα, καθιστώντας τους βασικό εργαλείο στην προσπάθεια περιορισμού των μη τεχνικών απωλειών.

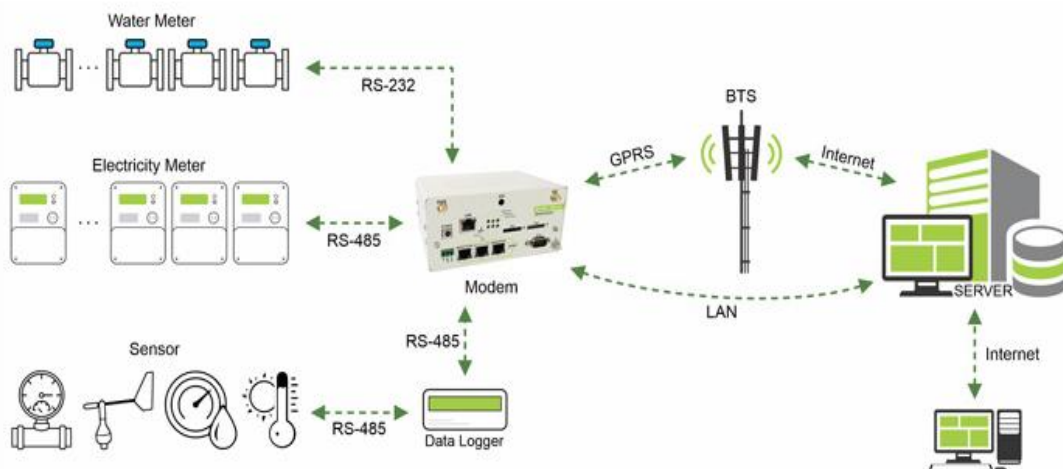
Επιπλέον, τα συστήματα AMI (Advanced Metering Infrastructure) αποτελούν την τεχνολογική εξέλιξη των έξυπνων μετρητών και συνιστούν μια ολοκληρωμένη υποδομή που συνδυάζει τον μετρητικό εξοπλισμό, τα δίκτυα επικοινωνίας και τα πληροφοριακά συστήματα του διαχειριστή δικτύου. Στόχος τους είναι η αμφίδρομη και σε πραγματικό χρόνο ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ καταναλωτών και παρόχων ενέργειας [6].



Εικόνα 5.2 Σχηματικό διάγραμμα συστήματος AMI [5]

Σε αντίθεση με τη μεμονωμένη χρήση έξυπνων μετρητών, τα συστήματα AMI δημιουργούν ένα δικτυωμένο οικοσύστημα, στο οποίο όλοι οι μετρητές συνδέονται με κεντρικές πλατφόρμες διαχείρισης δεδομένων. Μέσω αυτού του συστήματος, είναι δυνατή η συλλογή, αποθήκευση, ανάλυση και αξιοποίηση τεράστιου όγκου πληροφοριών που σχετίζονται με την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.

Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα των συστημάτων AMI είναι η αυτόματη και συνεχής μετάδοση δεδομένων κατανάλωσης. Αυτό επιτρέπει στον διαχειριστή να παρακολουθεί το δίκτυο σε σχεδόν πραγματικό χρόνο, να εντοπίζει ανωμαλίες και να διαχειρίζεται καλύτερα τις απώλειες. Σε σχέση με τη ρευματοκλοπή, τα AMI είναι ιδιαίτερα χρήσιμα καθώς δίνουν τη δυνατότητα για τη σύγκριση δεδομένων σε διαφορετικά επίπεδα του δικτύου (π.χ. από τον μετρητή καταναλωτή και από τον μετρητή υποσταθμού), ώστε να αναγνωρίζονται αποκλίσεις που υποδηλώνουν μη τεχνικές απώλειες [19].



Εικόνα 5.3 Διάγραμμα αρχιτεκτονικής συστήματος AMI [5]

Επίσης υπάρχει η δυνατότητα άμεσης ειδοποίησης για ύποπτη δραστηριότητα, όπως απότομη μείωση της καταγεγραμμένης κατανάλωσης ή συχνές διακοπές στη ροή δεδομένων. Επιπλέον μπορεί ανά καταναλωτή να δημιουργηθεί ανάλογο προφίλ κατανάλωσης, με χρήση προηγμένων αλγορίθμων που εντοπίζουν μοτίβα ασυνεπειών και προειδοποιούν για πιθανές ρευματοκλοπές.

Εκτός από την καταπολέμηση της ρευματοκλοπής, τα συστήματα AMI συμβάλλουν και στη βελτίωση της αποδοτικότητας του δικτύου. Παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες για την πραγματική ζήτηση ενέργειας, διευκολύνουν τον σχεδιασμό της παραγωγής και της διανομής και υποστηρίζουν την ενσωμάτωση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ). Επίσης, δίνουν τη δυνατότητα εφαρμογής δυναμικών τιμολογίων (dynamic pricing), με τα οποία οι καταναλωτές μπορούν να προσαρμόζουν τη χρήση τους ανάλογα με το κόστος ενέργειας σε διαφορετικές χρονικές στιγμές.

Από την άλλη, η υλοποίηση συστημάτων AMI συνοδεύεται από υψηλό αρχικό κόστος εγκατάστασης και συντήρησης αλλά και τεχνικές δυσκολίες διασύνδεσης με τα υφιστάμενα δίκτυα, ωστόσο, η διεθνής εμπειρία δείχνει ότι οι επενδύσεις στα συστήματα AMI αποδίδουν μακροπρόθεσμα, τόσο με την αύξηση της ενεργειακής αποδοτικότητας όσο και με τη σημαντική μείωση των μη τεχνικών απωλειών.

5.3 Ανάλυση δεδομένων με αλγόριθμους ανίχνευσης ανωμαλιών.

Η ανάλυση δεδομένων με αλγόριθμους ανίχνευσης ανωμαλιών (anomaly detection) αποτελεί ένα από τα πιο σύγχρονα και αποτελεσματικά εργαλεία για την αντιμετώπιση των μη τεχνικών απωλειών και ειδικότερα της ρευματοκλοπής. Η βασική ιδέα είναι ότι η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας κάθε χρήστη ακολουθεί ένα συγκεκριμένο μοτίβο, το οποίο μπορεί να επηρεάζεται από παράγοντες όπως η εποχικότητα, οι συνήθειες του νοικοκυριού ή της επιχείρησης, καθώς και οι ώρες αιχμής. Όταν παρατηρείται σημαντική απόκλιση από το «κανονικό» μοτίβο, αυτό μπορεί να αποτελεί ένδειξη παράτυπης παρέμβασης ή ρευματοκλοπής [3].

Η εφαρμογή της μεθοδολογίας αυτής προϋποθέτει τη συλλογή μεγάλου όγκου δεδομένων, τα οποία προέρχονται από έξυπνους μετρητές ή από συστήματα AMI. Τα δεδομένα αυτά περιλαμβάνουν λεπτομερή καταγραφή κατανάλωσης σε πραγματικό χρόνο, ιστορικά στοιχεία χρήσης, αλλά και τεχνικές μετρήσεις του δικτύου (π.χ. τάση, ρεύμα, συχνότητα). Μέσω της ανάλυσής τους, μπορούν να δημιουργηθούν προφίλ κανονικής συμπεριφοράς για κάθε κατηγορία καταναλωτή [24].

Στη συνέχεια, χρησιμοποιούνται αλγόριθμοι ανίχνευσης ανωμαλιών, οι οποίοι μπορεί να είναι:

α. Μέθοδοι βασισμένες σε στατιστική απόκλιση

Σε αυτή την κατηγορία εντάσσονται τεχνικές όπως ο Z-score και το χ^2 -test, οι οποίες αξιοποιούν την απόσταση μιας παρατήρησης από τον μέσο όρο ή την κατανομή αναφοράς, ώστε να εντοπίσουν ανώμαλα πρότυπα κατανάλωσης. Η απλότητά τους και το μικρό υπολογιστικό κόστος τις καθιστούν ιδιαίτερα χρήσιμες για την επεξεργασία μεγάλου όγκου δεδομένων, ωστόσο η αξιοπιστία τους μειώνεται όταν τα δεδομένα δεν ακολουθούν κανονική κατανομή ή περιλαμβάνουν έντονο θόρυβο [36].

β. Μέθοδοι ανάλυσης χρονοσειρών

Οι μέθοδοι αυτές, όπως τα ARIMA και CUSUM, βασίζονται στη μοντελοποίηση της κατανάλωσης ως χρονοσειράς και στον εντοπισμό αποκλίσεων από τις προβλέψεις. Το ARIMA μπορεί να αποδώσει με ακρίβεια εποχικά μοτίβα και να αναδείξει αιφνίδιες αποκλίσεις, ενώ το CUSUM είναι πιο κατάλληλο για τη σταδιακή ανίχνευση μικρών αλλά συστηματικών αλλαγών στη συμπεριφορά κατανάλωσης. Ωστόσο, η απόδοσή τους εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ποιότητα των δεδομένων, ενώ η παραμετροποίησή τους μπορεί να είναι σύνθετη και να απαιτεί εξειδικευμένη γνώση [36].

γ. Μέθοδοι ομαδοποίησης (Clustering)

Οι αλγόριθμοι K-means και DBSCAN επιτρέπουν την κατηγοριοποίηση καταναλωτών με βάση τα πρότυπα κατανάλωσής τους, ώστε να αναγνωρίζονται εκείνοι που αποκλίνουν σημαντικά από τις υπόλοιπες ομάδες. Η δυνατότητά τους να αποκαλύπτουν μη προφανείς συσχετίσεις καθιστά αυτές τις μεθόδους ιδιαίτερα χρήσιμες για τη διερεύνηση μεγάλων συνόλων δεδομένων, αλλά η αποτελεσματικότητά τους εξαρτάται από την ορθή επιλογή παραμέτρων, όπως ο αριθμός των clusters, κάτι που δεν είναι πάντοτε εύκολο να καθοριστεί [36].

δ. Μέθοδοι μείωσης διάστασης και εντοπισμού ανωμαλιών

Σε περιπτώσεις όπου η κατανάλωση περιγράφεται από μεγάλο πλήθος χαρακτηριστικών, εφαρμόζονται τεχνικές όπως η Principal Component Analysis (PCA), ο Local Outlier Factor (LOF) και ο Isolation Forest. Η PCA επιτρέπει τη μείωση της διάστασης των δεδομένων και την ανάδειξη αποκλίσεων σε νέες συνθετικές μεταβλητές, ο LOF υπολογίζει τη σχετική απόκλιση ενός καταναλωτή από τους γειτονικούς του, ενώ το Isolation Forest απομονώνει εύκολα «σπάνια» προφίλ μέσω τυχαίων δέντρων. Αυτές οι μέθοδοι είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικές σε πολύπλοκα δεδομένα, όμως απαιτούν

μεγαλύτερη υπολογιστική ισχύ και η ερμηνεία των αποτελεσμάτων τους δεν είναι πάντα άμεση [36].

Αλγόριθμος	Αρχή λειτουργίας	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Z-score	Μετρά πόσο αποκλίνει μια τιμή από τον μέσο όρο σε τυπικές αποκλίσεις.	Απλός, γρήγορος, εφαρμόσιμος σε μεγάλα δεδομένα.	Ευαίσθητος σε outliers και μη-κανονικές κατανομές.
χ^2 -test	Ελέγχει αν η παρατηρούμενη κατανομή κατανάλωσης ταιριάζει με την αναμενόμενη.	Στατιστικά τεκμηριωμένος, εύκολος στην εφαρμογή.	Απαιτεί επαρκές μέγεθος δείγματος, περιορισμένη ευελιξία.
CUSUM	Εντοπίζει μικρές αλλά σταθερές αλλαγές σε χρονοσειρές.	Κατάλληλος για ανίχνευση σταδιακών παρεμβάσεων.	Δύσκολη ρύθμιση κατωφλίων, ευαίσθητος σε θόρυβο.
ARIMA	Μοντέλο πρόβλεψης χρονοσειρών· οι αποκλίσεις δείχνουν ανωμαλίες.	Καλή πρόβλεψη εποχικών προτύπων, ευρέως χρησιμοποιούμενο.	Πολύπλοκη παραμετροποίηση, απαιτεί σταθερότητα δεδομένων.
Cluster Analysis	Ομαδοποιεί καταναλωτές σε πρότυπα κατανάλωσης· οι «ξένοι» στο cluster είναι ύποπτοι.	Εντοπίζει μη προφανείς ανωμαλίες, χρήσιμο για μεγάλα data.	Απαιτεί σωστή επιλογή αριθμού clusters, όχι πάντα επεξηγήσιμο.
PCA	Μειώνει διάσταση δεδομένων και εντοπίζει αποκλίσεις σε νέες συντεταγμένες.	Ισχυρό εργαλείο για πολυδιάστατα δεδομένα.	Δύσκολη ερμηνεία αποτελεσμάτων, ευαίσθητο σε outliers.
Isolation Forest	Εντοπίζει ανωμαλίες απομονώνοντάς τες μέσω τυχαίων δέντρων.	Αποτελεσματικός σε μεγάλα datasets, μη παραμετρικός.	Απαιτεί μεγάλη υπολογιστική ισχύ, black-box μοντέλο.
LOF	Συγκρίνει την τοπική πυκνότητα ενός σημείου με των γειτόνων του.	Κατάλληλο για ανίχνευση τοπικών ανωμαλιών.	Ευαίσθητο στην επιλογή παραμέτρων, όχι πάντα σταθερό.

Πίνακας 5.1 Συνοπτικός πίνακας βασικών αλγορίθμων ανίχνευσης ανωμαλιών [36]

Με αυτόν τον τρόπο, μπορούν να δημιουργηθούν συστήματα «έγκαιρης προειδοποίησης», τα οποία εντοπίζουν πιθανά περιστατικά ρευματοκλοπής πολύ πιο γρήγορα και με μεγαλύτερη ακρίβεια σε σχέση με τις παραδοσιακές μεθόδους. Επίσης, οι αλγόριθμοι αυτοί μπορούν να βελτιώνονται συνεχώς, καθώς τροφοδοτούνται με νέα δεδομένα, αποκτώντας έτσι μεγαλύτερη ακρίβεια και προσαρμοστικότητα.

Η χρήση τέτοιων μεθόδων συνδέεται άμεσα με τα μεγάλα δεδομένα (big data analytics) και απαιτεί κατάλληλες υποδομές για αποθήκευση, επεξεργασία και ασφάλεια των πληροφοριών. Παράλληλα, προκύπτουν και ζητήματα δεοντολογίας και προστασίας προσωπικών δεδομένων, αφού τα προφίλ κατανάλωσης μπορούν να αποκαλύψουν λεπτομέρειες για τις καθημερινές συνήθειες ενός νοικοκυριού.

Συνολικά, η ανάλυση δεδομένων με αλγόριθμους ανίχνευσης ανωμαλιών προσφέρει μια προληπτική και αυτοματοποιημένη προσέγγιση στον εντοπισμό ρευματοκλοπής, μειώνοντας τις μη τεχνικές απώλειες, ενισχύοντας την αποδοτικότητα του δικτύου και ελαχιστοποιώντας το κόστος για τους παρόχους και τους καταναλωτές [36].

5.4 Μοντέλα τεχνητής νοημοσύνης και μηχανικής εκμάθησης για την πρόβλεψη της ρευματοκλοπής.

Η ταχεία ανάπτυξη των έξυπνων μετρητικών συστημάτων (smart meters) και η συγκέντρωση μεγάλων όγκων δεδομένων κατανάλωσης ενέργειας έχουν δημιουργήσει νέες δυνατότητες για την ανίχνευση και πρόβλεψη της ρευματοκλοπής μέσω προηγμένων υπολογιστικών μοντέλων. Στο πλαίσιο αυτό, τα μοντέλα τεχνητής νοημοσύνης (Artificial Intelligence – AI) και ειδικότερα τα μοντέλα μηχανικής μάθησης (Machine Learning – ML) αναδεικνύονται σε βασικά εργαλεία, ικανά να εντοπίζουν ανώμαλα πρότυπα κατανάλωσης και να μειώνουν τις μη τεχνικές απώλειες.

Η τεχνητή νοημοσύνη αποτελεί την ευρύτερη κατηγορία μεθόδων που επιχειρούν να αναπαράγουν πτυχές της ανθρώπινης νοημοσύνης, όπως η λήψη αποφάσεων, η αναγνώριση προτύπων και η πρόβλεψη μελλοντικής συμπεριφοράς. Στην περίπτωση της ρευματοκλοπής, οι τεχνικές AI μπορούν να περιλαμβάνουν από απλά συστήματα κανόνων και ασαφούς λογικής (fuzzy logic) μέχρι σύνθετα υβριδικά συστήματα που συνδυάζουν στατιστικά κριτήρια, εξειδικευμένους κανόνες και αλγόριθμους μάθησης από δεδομένα. Τέτοια μοντέλα έχουν το πλεονέκτημα ότι μπορούν να ενσωματώνουν την εμπειρική γνώση των διαχειριστών δικτύου και να λειτουργούν ως μηχανισμοί υποστήριξης αποφάσεων.

Η μηχανική μάθηση, ως υποπεδίο της τεχνητής νοημοσύνης, επικεντρώνεται στη χρήση δεδομένων για την αυτόματη εκπαίδευση μοντέλων που μαθαίνουν να ταξινομούν ή να προβλέπουν χωρίς να απαιτείται ρητός προγραμματισμός. Στην πρόβλεψη ρευματοκλοπής, η ML βασίζεται σε ιστορικά δεδομένα καταναλωτών, τα οποία μπορεί να φέρουν ετικέτες («νόμιμη» ή «παράνομη» κατανάλωση) και χρησιμοποιούνται για την εκπαίδευση ταξινομητών. Οι πιο διαδεδομένοι αλγόριθμοι περιλαμβάνουν τα Decision Trees και τους Random Forests, που προσφέρουν ερμηνευσιμότητα και υψηλή ακρίβεια σε μεγάλα σύνολα δεδομένων, τα Support Vector Machines (SVMs), τα οποία είναι

αποτελεσματικά σε δεδομένα με πολλαπλές διαστάσεις, καθώς και τα Artificial Neural Networks (ANNs) και τα πιο πρόσφατα Deep Learning μοντέλα, που μπορούν να συλλάβουν πολύπλοκα μη γραμμικά μοτίβα κατανάλωσης. Επιπλέον, αλγόριθμοι clustering (όπως K-means ή DBSCAN) χρησιμοποιούνται συχνά σε μη επιβλεπόμενες συνθήκες, όπου δεν υπάρχουν ετικέτες στα δεδομένα, για την αναγνώριση ύποπτων καταναλωτών που αποκλίνουν σημαντικά από τα τυπικά προφίλ.

Ένα σημαντικό στοιχείο της εφαρμογής των παραπάνω μοντέλων είναι η διαδικασία εξαγωγής χαρακτηριστικών (feature extraction), δηλαδή η μετατροπή των ακατέργαστων μετρήσεων κατανάλωσης σε δείκτες που περιγράφουν μοτίβα, όπως ο μέσος όρος, η τυπική απόκλιση, η εποχικότητα, οι αιφνίδιες μεταβολές ή η συχνότητα μηδενικών φορτίων. Η ποιότητα των χαρακτηριστικών αυτών καθορίζει σε μεγάλο βαθμό την απόδοση των μοντέλων μηχανικής μάθησης.

Η βασική διαφοροποίηση μεταξύ AI και ML, στο πλαίσιο της ρευματοκλοπής, έγκειται στο ότι η πρώτη μπορεί να περιλαμβάνει ένα ολοκληρωμένο σύστημα από κανόνες, λογικές διαδικασίες και στατιστικούς ελέγχους που συνδυάζονται με αλγορίθμους μάθησης, ενώ η δεύτερη επικεντρώνεται αποκλειστικά στη μάθηση από δεδομένα και στη βελτίωση της πρόβλεψης μέσω της εκπαίδευσης. Στην πράξη, τα πιο σύγχρονα συστήματα ανίχνευσης ρευματοκλοπής τείνουν να υιοθετούν υβριδικές προσεγγίσεις, οι οποίες συνδυάζουν τη σταθερότητα και τη διαφάνεια των κανόνων AI με την προσαρμοστικότητα και την ακρίβεια των μοντέλων ML.

Η διεθνής βιβλιογραφία έχει δείξει ότι η χρήση τέτοιων μοντέλων μπορεί να αυξήσει σημαντικά το ποσοστό εντοπισμού μη τεχνικών απωλειών, μειώνοντας ταυτόχρονα τα ψευδώς θετικά αποτελέσματα. Συνεπώς, η ενσωμάτωση τεχνητής νοημοσύνης και μηχανικής μάθησης στη διαχείριση των δικτύων ηλεκτρικής ενέργειας δεν αποτελεί μόνο τεχνολογική καινοτομία, αλλά και στρατηγική επιλογή για τη διασφάλιση της οικονομικής βιωσιμότητας και της δικαιοσύνης στο ενεργειακό σύστημα .

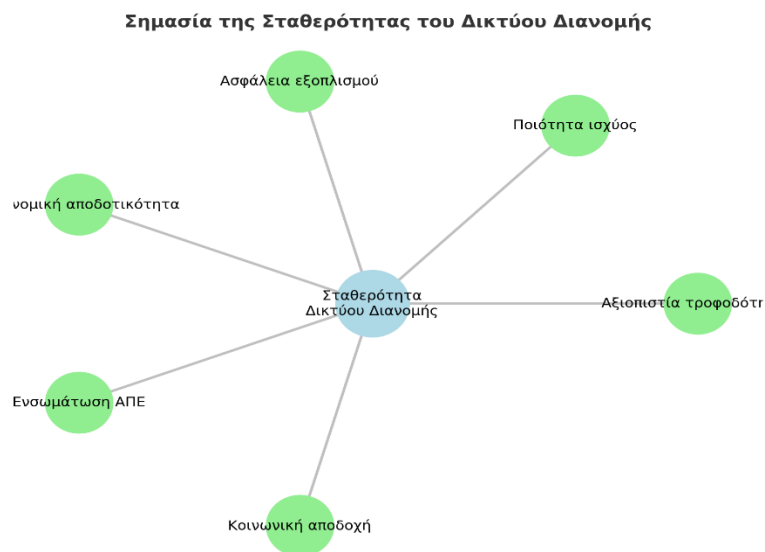
6. Επιπτώσεις των Μη Τεχνικών Απωλειών στο Δίκτυο και την Οικονομία

Οι Μη Τεχνικές Απώλειες (MTA) στο ηλεκτρικό δίκτυο διανομής αποτελούν ένα πολυσύνθετο φαινόμενο με σημαντικές συνέπειες τόσο στη λειτουργία και τη βιωσιμότητα του δικτύου, όσο και στην ευρύτερη οικονομία. Σε αντίθεση με τις τεχνικές απώλειες, που οφείλονται σε φυσικούς και αναπόφευκτους μηχανισμούς (όπως οι απώλειες Joule και η μαγνητική υστέρηση), οι MTA σχετίζονται κυρίως με παράγοντες ανθρώπινης παρέμβασης ή διοικητικών αδυναμιών, όπως η ρευματοκλοπή, οι λανθασμένες μετρήσεις και η ανακριβής τιμολόγηση. Το αποτέλεσμα είναι η μείωση των πραγματικών εσόδων των προμηθευτών και των διαχειριστών δικτύου, η στρέβλωση της αγοράς ενέργειας και η επιβάρυνση των καταναλωτών που συμμορφώνονται με τους κανόνες. Παράλληλα, η ύπαρξη εκτεταμένων MTA επιφέρει λειτουργικές ανασφάλειες, αυξάνει το κόστος συντήρησης, περιορίζει τη δυνατότητα επενδύσεων και υπονομεύει την ενεργειακή μετάβαση προς ένα πιο αποδοτικό και βιώσιμο σύστημα. Η κατανόηση και η ανάλυση των επιπτώσεων αυτών είναι κρίσιμη προϋπόθεση για τον σχεδιασμό στοχευμένων στρατηγικών αντιμετώπισης, τόσο σε τεχνικό όσο και σε θεσμικό επίπεδο [2].

6.1 Επιπτώσεις των Μη Τεχνικών Απωλειών στο Δίκτυο και στη σταθερότητα του Δικτύου Διανομής.

Οι μη τεχνικές απώλειες, και ιδιαίτερα η ρευματοκλοπή, έχουν σημαντικές επιπτώσεις στη δομή και λειτουργία των δικτύων μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς αλλοιώνουν την ακρίβεια των μετρήσεων και δημιουργούν συνθήκες μη ορθολογικής κατανομής φορτίων. Η πιο χαρακτηριστική συνέπεια είναι η υποβάθμιση της αξιοπιστίας του δικτύου, καθώς οι παράνομες συνδέσεις συχνά πραγματοποιούνται χωρίς τήρηση τεχνικών προδιαγραφών, οδηγώντας σε αυξημένο κίνδυνο βραχυκυκλωμάτων, σπινθήρων ή ακόμη και πυρκαγιών. Παράλληλα, οι μη καταγεγραμμένες καταναλώσεις προκαλούν ασυμμετρία στα φορτία και δυσκολεύουν την εξισορρόπηση των φάσεων, με αποτέλεσμα να παρατηρούνται αυξημένα ρεύματα ουδετέρου και μειωμένη ποιότητα ισχύος.

Ένα ακόμη κρίσιμο ζήτημα είναι η αδυναμία ακριβούς πρόβλεψης και διαχείρισης της ζήτησης, καθώς οι πραγματικές καταναλώσεις αποκλίνουν από τις καταγεγραμμένες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ο Διαχειριστής να μην διαθέτει αξιόπιστη εικόνα για τον προγραμματισμό παραγωγής, την κατανομή φορτίου και τη διαχείριση των αποθεμάτων ενέργειας. Η στρέβλωση αυτή μπορεί να οδηγήσει είτε σε υπερδιαστασιολόγηση του δικτύου, με αύξηση του κόστους επενδύσεων, είτε σε υποδιαστασιολόγηση, με άμεσο κίνδυνο υπερφορτώσεων και διακοπών παροχής [2].



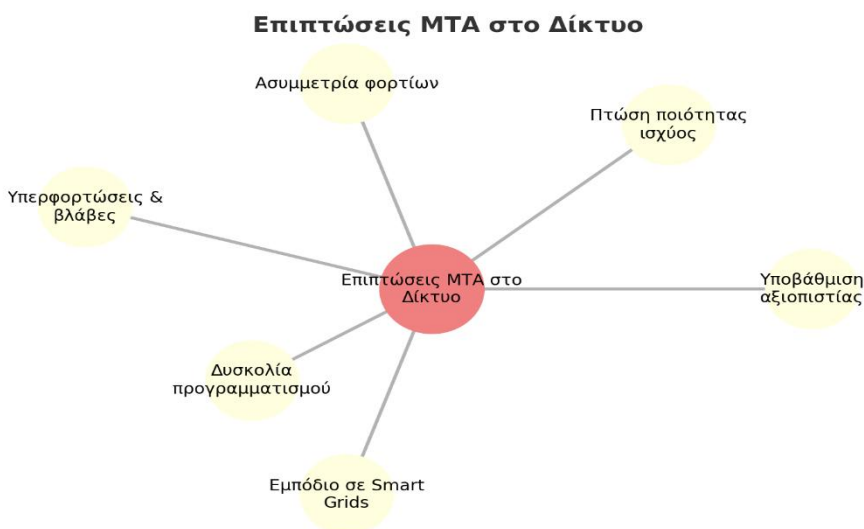
Εικόνα 6.1 Εννοιολογικό διάγραμμα σημασίας σταθερότητας του Δικτύου Διανομής [2]

Επιπλέον, η ύπαρξη παράνομων συνδέσεων συχνά προκαλεί πτώσεις τάσης και διακυμάνσεις σε τοπικό επίπεδο, επηρεάζοντας την ποιότητα ισχύος που λαμβάνουν οι νόμιμοι καταναλωτές. Σε ακραίες περιπτώσεις, η ανισορροπία μπορεί να επηρεάσει τη σταθερότητα του συστήματος, αυξάνοντας την πιθανότητα βλαβών σε μετασχηματιστές

και γραμμές διανομής. Το φαινόμενο αυτό είναι ιδιαίτερα έντονο σε δίκτυα χαμηλής και μέσης τάσης, όπου οι μη τεχνικές απώλειες καταγράφονται συχνότερα και οι τοπικές παραβιάσεις έχουν άμεση επίπτωση στη λειτουργικότητα του εξοπλισμού.

Να σημειωθεί ότι ο Κώδικας Διαχείρισης Δικτύου (ΚΔΕΔΔΗΕ) προβλέπει συγκεκριμένες διατάξεις για την παρακολούθηση της ποιότητας ενέργειας, περιλαμβάνοντας όρια τάσης, καταγραφές συμβάντων και υποβολή ετήσιων στατιστικών στη ΡΑΕ. Επιπλέον, η έντονη αύξηση της διείσδυσης ΑΠΕ (ηλιακή & αιολική ενέργεια) έχει ενισχύσει την ανάγκη για αυστηρότερη διαχείριση ποιότητας ισχύος [32].

Τέλος, η έλλειψη ακριβών μετρήσεων δυσχεραίνει την εφαρμογή συστημάτων αυτοματισμού και έξυπνων δικτύων (smart grids), τα οποία βασίζονται σε ακριβή δεδομένα σε πραγματικό χρόνο. Έτσι, οι ΜΤΑ δεν αποτελούν μόνο τεχνικό πρόβλημα ασφάλειας και αξιοπιστίας, αλλά και φραγμό στην τεχνολογική αναβάθμιση του ενεργειακού συστήματος.



Εικόνα 6.2 Βασικές επιπτώσεις των ΜΤΑ στο Δίκτυο [2]

6.2 Επιπτώσεις των Μη Τεχνικών Απωλειών στην Οικονομία

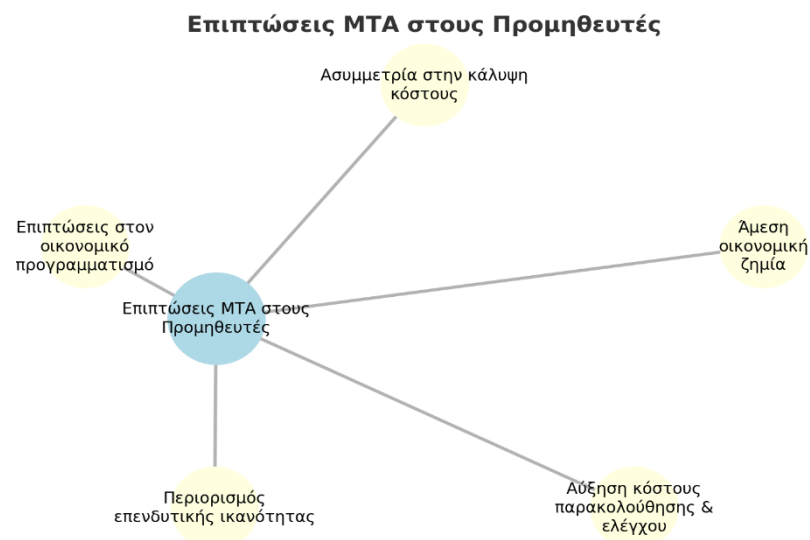
6.2.1 Επιπτώσεις στους Παρόχους Ενέργειας

Οι μη τεχνικές απώλειες προκαλούν πρωτίστως άμεση οικονομική ζημία στους Παρόχους Ενέργειας. Κάθε κιλοβατώρα που καταναλώνεται χωρίς να καταγράφεται από τους μετρητές, είτε λόγω παράνομης σύνδεσης είτε λόγω παραβίασης των συστημάτων μέτρησης, αντιπροσωπεύει κόστος που έχει ήδη επωμιστεί ο πάροχος μέσω της αγοράς ενέργειας στη χονδρεμπορική αγορά ή μέσω της παραγωγής του. Η ζημία αυτή δεν περιορίζεται μόνο στο καθαρό κόστος αγοράς, αλλά επεκτείνεται και στο διαφυγόν κέρδος, δηλαδή στο έσοδο που θα είχε αποκομίσει ο πάροχος εάν η ενέργεια είχε τιμολογηθεί κανονικά.

Πέρα από τη ζημία αυτή, οι μη τεχνικές απώλειες δημιουργούν ασυμμετρία στην κάλυψη του κόστους λειτουργίας. Επειδή οι πάροχοι έχουν σταθερές και μεταβλητές δαπάνες (π.χ. κόστος αγοράς ενέργειας, λειτουργία προσωπικού, εξυπηρέτηση πελατών), η μείωση των εισπράξεων οδηγεί συχνά στην ανάγκη να επιμεριστεί το κόστος στους συνεπείς καταναλωτές μέσω αυξημένων τιμολογίων. Αυτό, όμως, επιφέρει ένα είδος «κρυφής φορολογίας» που προκαλεί κοινωνική και οικονομική αδικία, αφού οι πολίτες που καταναλώνουν νόμιμα καλούνται να καλύψουν ζημίες που δημιουργούνται από παραβατικές συμπεριφορές τρίτων.

Σημαντική είναι επίσης η επίδραση των μη τεχνικών απωλειών στον οικονομικό προγραμματισμό των παρόχων. Οι εταιρείες προμήθειας βασίζονται σε στατιστικά κατανάλωσης για να προγραμματίσουν τις αγορές τους από την αγορά επόμενης ημέρας, να διαχειριστούν αποθέματα και να σχεδιάσουν μελλοντικές επενδύσεις. Όταν τα δεδομένα κατανάλωσης είναι παραπονημένα λόγω ΜΤΑ, οι πάροχοι διατρέχουν τον κίνδυνο είτε να υπερεκτιμήσουν είτε να υποεκτιμήσουν τη ζήτηση, με συνέπεια να δημιουργούνται οικονομικές αποκλίσεις, αυξημένα κόστη και ανισορροπίες στη διαχείριση ενέργειας.

Οι μη τεχνικές απώλειες περιορίζουν ακόμη την επενδυτική ικανότητα των παρόχων. Η συστηματική απώλεια εσόδων σημαίνει λιγότερα διαθέσιμα κεφάλαια για την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών, τη στήριξη της διείσδυσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και τη βελτίωση των υποδομών του δικτύου. Η υποχώρηση αυτή επηρεάζει άμεσα την ανταγωνιστικότητα και τη βιωσιμότητα των παρόχων στην απελευθερωμένη ενεργειακή αγορά, περιορίζοντας τη δυνατότητά τους να καινοτομούν και να διαφοροποιούν τα προϊόντα και τις υπηρεσίες τους [7].



Εικόνα 6.3 Βασικές επιπτώσεις των ΜΤΑ στους Προμηθευτές [7]

Σύμφωνα με στοιχεία που παρουσίασε ο Ελληνικός Σύνδεσμος Προμηθευτών Ενέργειας (ΕΣΠΕΝ) στο πλαίσιο της διαβούλευσης για το σχέδιο ανάπτυξης του ΔΕΔΔΗΕ, η Ελλάδα καταγράφει από τις υψηλότερες απώλειες δικτύου στην Ευρώπη.

Βάσει στοιχείων του ΕΣΠΕΝ επισημαίνεται ότι κατά την οριστική εκκαθάριση του πρώτου εξαμήνου του 2022, το επίπεδο της ενέργειας που δεν μπορεί να αντιστοιχηθεί στις μετρηθείσες ποσότητες έφτασε σχεδόν το 18%. Αυτό σημαίνει πως για κάθε 10 μεγαβατώρες ηλεκτρικής ενέργειας που καταγράφονται στο σύστημα, περίπου άλλες 2 μεγαβατώρες χάνονται λόγω ρευματοκλοπών και τεχνικών απωλειών.

Πρακτικά, με δεδομένη την κατανάλωση του συστήματος στις 5 TWh και με μέσο κόστος αγοράς τα 100 ευρώ ανά μεγαβατώρα, το συνολικό κόστος των απωλειών και ρευματοκλοπών αγγίζει τα 100 εκατ. ευρώ τον μήνα [11].

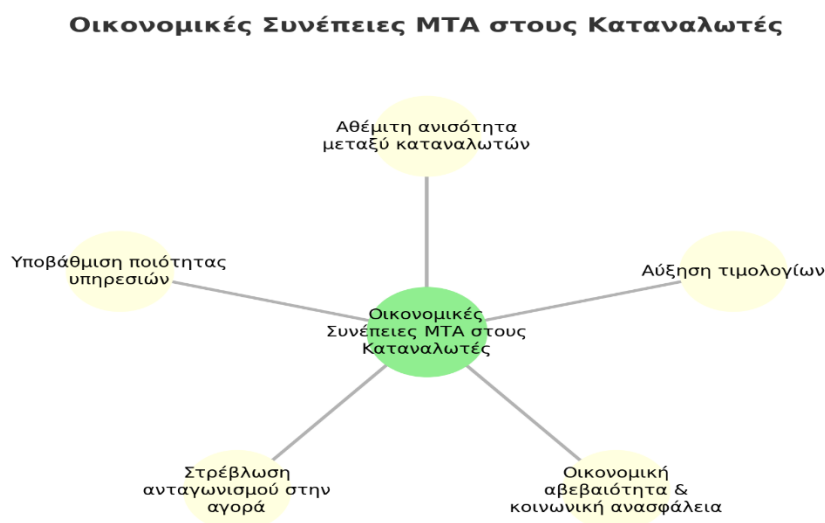
6.2.2 Επιπτώσεις στους καταναλωτές

Οι μη τεχνικές απώλειες έχουν σημαντικές οικονομικές συνέπειες για τους καταναλωτές, ακόμη και για εκείνους που είναι απολύτως συνεπείς στις υποχρεώσεις τους. Μία από τις βασικότερες επιπτώσεις είναι η αύξηση των τιμολογίων, καθώς οι Πάροχοι και ο Διαχειριστής Δικτύου είναι υποχρεωμένοι να καλύψουν το συνολικό κόστος της προμήθειας και της λειτουργίας, ανεξάρτητα από το ποιο ποσοστό ενέργειας τιμολογείται κανονικά. Στην πράξη, αυτό σημαίνει ότι οι απώλειες που προκύπτουν από ρευματοκλοπές ή άλλες μορφές μη τεχνικών απωλειών μετακυλίνουν στους τελικούς χρήστες, οι οποίοι καλούνται να επιβαρυνθούν με υψηλότερες χρεώσεις για να εξισορροπηθεί το κόστος.

Η μετακύλιση αυτού του κόστους δημιουργεί ένα ακόμη σοβαρότερο ζήτημα: την αθέμιτη ανισότητα μεταξύ καταναλωτών. Οι συνεπείς καταναλωτές, που πληρώνουν κανονικά τους λογαριασμούς τους, στην ουσία επιδοτούν εκείνους που καταναλώνουν ενέργεια παράνομα, γεγονός που εντείνει το αίσθημα κοινωνικής αδικίας. Αυτή η διάσταση δεν είναι μόνο οικονομική, αλλά και κοινωνική, αφού διαβρώνει την εμπιστοσύνη των πολιτών προς τους ενεργειακούς θεσμούς και την ίδια την αγορά.

Παράλληλα, οι μη τεχνικές απώλειες μειώνουν την ικανότητα των Παρόχων και του Διαχειριστή να επενδύσουν σε νέες τεχνολογίες και υποδομές, με αποτέλεσμα να επηρεάζεται έμμεσα η ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών. Η καθυστέρηση στην εγκατάσταση έξυπνων μετρητών, οι περιορισμένες δυνατότητες αναβάθμισης του δικτύου και οι δυσκολίες στη συντήρηση οδηγούν σε χαμηλότερο επίπεδο αξιοπιστίας και συχνότερες διακοπές παροχής, κόστος το οποίο τελικά το υφίστανται οι καταναλωτές. Επιπλέον, σε μια απελευθερωμένη αγορά, οι στρεβλώσεις που δημιουργούν οι ΜΤΑ μπορούν να επηρεάσουν τον ανταγωνισμό μεταξύ των Παρόχων. Όσοι επιβαρύνονται δυσανάλογα με απώλειες ενδέχεται να αναγκαστούν να αυξήσουν περισσότερο τα τιμολόγια τους, μειώνοντας τις πραγματικές επιλογές που έχουν οι καταναλωτές και περιορίζοντας την ανταγωνιστικότητα της αγοράς.

Τέλος, οι μη τεχνικές απώλειες ενισχύουν ένα κλίμα οικονομικής αβεβαιότητας και κοινωνικής ανασφάλειας. Οι καταναλωτές που βλέπουν τις χρεώσεις τους να αυξάνονται χωρίς να φέρουν ευθύνη, αναπτύσσουν δυσπιστία απέναντι στο θεσμικό πλαίσιο και στους ενεργειακούς φορείς, γεγονός που μειώνει τη διάθεση συμμετοχής τους σε νέα ενεργειακά σχήματα, όπως οι ενεργειακές κοινότητες ή τα προγράμματα αυτοπαραγωγής. Η απώλεια αυτή της εμπιστοσύνης στερεί από τους καταναλωτές δυνητικά οικονομικά και κοινωνικά οφέλη, ενώ παράλληλα περιορίζει τις δυνατότητες του συστήματος να εξελιχθεί σε πιο αποδοτικό, δίκαιο και βιώσιμο [26].



Εικόνα 6.4 Βασικές επιπτώσεις των ΜΤΑ στους καταναλωτές [26]

6.3 Μακροπρόθεσμες επιπτώσεις στη βιωσιμότητα των ενεργειακών εταιρειών

Οι μη τεχνικές απώλειες (ΜΤΑ) συνιστούν έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες που μπορούν να υπονομεύσουν τη μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα των ενεργειακών εταιρειών. Η άμεση οικονομική τους επίπτωση αποτυπώνεται στη μείωση των εσόδων, καθώς κάθε μονάδα ενέργειας που καταναλώνεται χωρίς να τιμολογείται συνεπάγεται απώλεια εσόδων αλλά και επιπρόσθετο κόστος, δεδομένου ότι η προμήθεια αυτής της ενέργειας έχει ήδη πραγματοποιηθεί είτε μέσω αγορών χονδρικής είτε μέσω παραγωγής. Η συνεχής συσσώρευση τέτοιων απωλειών μπορεί να διαταράξει τη χρηματοοικονομική ισορροπία των επιχειρήσεων, περιορίζοντας τη δυνατότητα απόδοσης κεφαλαίου και μειώνοντας τη μακροχρόνια κερδοφορία.

Σε μακροπρόθεσμη βάση, οι ΜΤΑ έχουν επίσης δυσμενείς επιπτώσεις στον επενδυτικό σχεδιασμό. Οι ενεργειακές εταιρείες βασίζονται σε αξιόπιστες προβλέψεις κατανάλωσης για να προγραμματίσουν αγορές ενέργειας, να αναπτύξουν νέες υποδομές και να σχεδιάσουν την ένταξη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο χαρτοφυλάκιό τους. Όταν τα δεδομένα κατανάλωσης παραποιοούνται από μη καταγεγραμμένες χρήσεις, οι εταιρείες

εκτίθενται σε κίνδυνο κακού προγραμματισμού, επενδυτικών καθυστερήσεων και μη αποδοτικής κατανομής πόρων. Η στρέβλωση αυτή δημιουργεί έναν φαύλο κύκλο: όσο πιο ανεπαρκής είναι η επένδυση σε δίκτυα και τεχνολογίες, τόσο αυξάνονται οι πιθανότητες εμφάνισης νέων απωλειών.

Παράλληλα, η διαρκής ανάγκη επένδυσης σε μηχανισμούς ανίχνευσης και καταστολής των ΜΤΑ αυξάνει το λειτουργικό κόστος των ενεργειακών εταιρειών χωρίς να αποφέρει άμεσα έσοδα. Η δέσμευση κεφαλαίων σε εξοπλισμό τηλεμέτρησης, σε συστήματα τεχνητής νοημοσύνης ή σε νομικές διαδικασίες περιορίζει την ικανότητα των επιχειρήσεων να κατευθύνουν πόρους σε παραγωγικές και καινοτόμες δραστηριότητες. Αυτή η αναγκαστική ανακατανομή πόρων αποτελεί τροχοπέδη στη μακροπρόθεσμη ανταγωνιστικότητα και μειώνει τις προοπτικές ανάπτυξης.

Ένα ακόμη κρίσιμο στοιχείο αφορά τη φήμη και την κοινωνική αποδοχή των εταιρειών. Η αίσθηση αδικίας που δημιουργείται όταν οι συνεπείς καταναλωτές καλούνται να καλύψουν τις ζημιές από τις ΜΤΑ διαβρώνει την εμπιστοσύνη στην αγορά ενέργειας. Η απώλεια κοινωνικού κεφαλαίου έχει μακροπρόθεσμες συνέπειες, καθώς μειώνει τη διάθεση των καταναλωτών να συμμετάσχουν σε νέα επιχειρηματικά σχήματα, όπως οι ενεργειακές κοινότητες ή τα προγράμματα δυναμικής τιμολόγησης. Η δυσπιστία αυτή καθιστά δυσκολότερη τη μετάβαση προς νέα επιχειρηματικά μοντέλα που είναι απαραίτητα για τη βιωσιμότητα των εταιρειών στο πλαίσιο της ενεργειακής μετάβασης.

Συνολικά, οι μακροπρόθεσμες επιπτώσεις των μη τεχνικών απωλειών υπερβαίνουν τις άμεσες οικονομικές ζημιές και αγγίζουν τον πυρήνα της βιωσιμότητας των ενεργειακών επιχειρήσεων. Επηρεάζουν τον επενδυτικό προσανατολισμό, αυξάνουν το λειτουργικό κόστος, στρεβλώνουν τον ανταγωνισμό και διαβρώνουν την κοινωνική εμπιστοσύνη. Για τον λόγο αυτό, η αποτελεσματική αντιμετώπισή τους δεν αποτελεί μόνο βραχυπρόθεσμη προτεραιότητα αλλά κρίσιμο στρατηγικό στόχο για τη διασφάλιση της ανθεκτικότητας και της μακροχρόνιας ανάπτυξης του ενεργειακού τομέα.

Οι μη τεχνικές απώλειες (ΜΤΑ) συνιστούν έναν από τους βασικότερους παράγοντες που επηρεάζουν τη μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα των ενεργειακών εταιρειών διεθνώς. Αν και σε ανεπτυγμένα ενεργειακά συστήματα, όπως στην Ευρωπαϊκή Ένωση, οι ΜΤΑ κινούνται συνήθως στο επίπεδο του 1–2% της διακινούμενης ηλεκτρικής ενέργειας, σε αναπτυσσόμενες χώρες το ποσοστό αυτό είναι πολλαπλάσιο. Στην Ινδία, για παράδειγμα, οι ΜΤΑ ξεπερνούν το 20% σε ορισμένες περιφέρειες, ενώ στη Νιγηρία καταγράφονται ποσοστά που υπερβαίνουν το 40%, δημιουργώντας τεράστια δημοσιονομικά και επιχειρησιακά προβλήματα για τις τοπικές εταιρείες κοινής ωφελείας. Αντίθετα, στη Βόρεια Ευρώπη (π.χ. Γερμανία, Σουηδία), τα ποσοστά παραμένουν σε μονοψήφια επίπεδα (<2%), γεγονός που επιτρέπει στους παρόχους να διατηρούν υψηλή οικονομική σταθερότητα και να κατευθύνουν κεφάλαια σε επενδύσεις για την ενεργειακή μετάβαση.

Η απόκλιση αυτή αποτυπώνει ξεκάθαρα τη μακροπρόθεσμη διάσταση των ΜΤΑ στη βιωσιμότητα των εταιρειών. Σε περιβάλλοντα με υψηλές απώλειες, όπως στη Βραζιλία όπου σε ορισμένες περιοχές φτάνουν το 15–17%, οι ενεργειακές εταιρείες επωμίζονται υπέρογκα κόστη για την ανίχνευση, τον έλεγχο και τη δικαστική αντιμετώπιση των

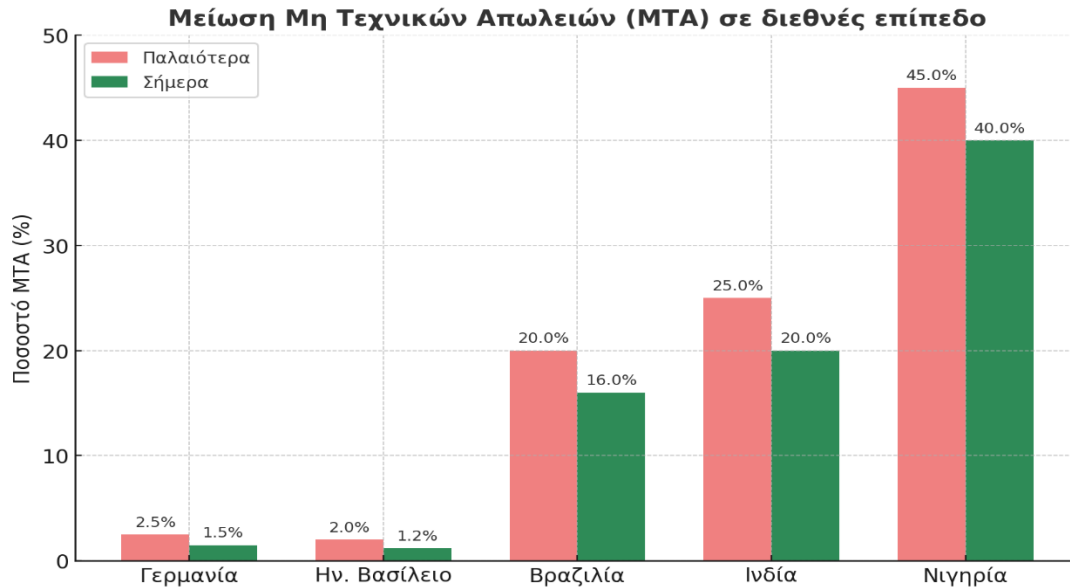
ρευματοκλοπών. Η περίπτωση της εταιρείας Light SA στο Ρίο ντε Τζανέιρο αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα: η συστηματική ρευματοκλοπή στις φαβέλες οδήγησε σε ετήσιες απώλειες εκατοντάδων εκατομμυρίων δολαρίων, περιορίζοντας την επενδυτική ικανότητα της εταιρείας και τελικά οδηγώντας σε ανάγκη χρηματοοικονομικής αναδιάρθρωσης.

Αντίστοιχα, στην Ινδία, η αδυναμία μείωσης των MTA έχει ως αποτέλεσμα οι εταιρείες διανομής να εμφανίζουν χαμηλή κερδοφορία, γεγονός που τις καθιστά εξαρτώμενες από κρατικές επιδοτήσεις. Το ίδιο ισχύει στη Νιγηρία, όπου οι απώλειες άνω του 40% έχουν οδηγήσει σε χρόνιες καθυστερήσεις πληρωμών στους παραγωγούς, δημιουργώντας έναν φαύλο κύκλο οικονομικής αστάθειας και κακής ποιότητας υπηρεσιών.

Αντιθέτως, χώρες που έχουν επενδύσει σε προηγμένα συστήματα μέτρησης, όπως το Ηνωμένο Βασίλειο και η Ολλανδία, έχουν καταφέρει να μειώσουν τις MTA κάτω από το 1,5%. Το γεγονός αυτό ενισχύει τη μακροπρόθεσμη οικονομική τους ανθεκτικότητα, καθώς ελευθερώνει σημαντικούς πόρους για την υιοθέτηση τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και για την ανάπτυξη έξυπνων δικτύων.

Συνολικά, τα ποσοτικά δεδομένα καταδεικνύουν ότι οι MTA δεν αποτελούν απλώς ένα τεχνικό ή λειτουργικό ζήτημα, αλλά έναν κρίσιμο δείκτη της μακροπρόθεσμης βιωσιμότητας των ενεργειακών εταιρειών. Σε χώρες με υψηλά ποσοστά, η συνεχής διάβρωση εσόδων περιορίζει τις δυνατότητες επένδυσης και υπονομεύει την ενεργειακή μετάβαση, ενώ σε χώρες με χαμηλά επίπεδα MTA εξασφαλίζεται η απαραίτητη οικονομική και θεσμική σταθερότητα για ανάπτυξη και καινοτομία.

Η ανάλυση των μακροπρόθεσμων επιπτώσεων των μη τεχνικών απωλειών στη βιωσιμότητα των ενεργειακών εταιρειών αναδεικνύει ότι η διαρκής διάβρωση εσόδων, η στρέβλωση των στατιστικών κατανάλωσης και η ανακατανομή πόρων σε μη παραγωγικές δραστηριότητες αποτελούν κρίσιμους παράγοντες που περιορίζουν τη δυνατότητα επενδύσεων και αυξάνουν το επιχειρηματικό ρίσκο. Η κατανόηση αυτών των επιπτώσεων καθιστά σαφές ότι η μείωση των MTA δεν είναι απλώς τεχνικό ζήτημα, αλλά στρατηγική επιλογή με άμεσες επιπτώσεις στη χρηματοοικονομική σταθερότητα, στη βέλτιστη αξιοποίηση κεφαλαίων και στη μείωση του ρίσκου αγοράς. Η συστηματική εφαρμογή τεχνολογικών λύσεων, όπως οι έξυπνοι μετρητές και τα συστήματα ανάλυσης δεδομένων, σε συνδυασμό με θεσμικές παρεμβάσεις και ενίσχυση του κανονιστικού πλαισίου, έχει οδηγήσει τα τελευταία χρόνια σε μετρήσιμη μείωση των MTA σε διεθνές επίπεδο. Η τάση αυτή αποτυπώνεται ενδεικτικά στο παρακάτω διάγραμμα, το οποίο παρουσιάζει τη σύγκριση ποσοτών MTA μεταξύ παλαιότερων και σύγχρονων δεδομένων σε διαφορετικές χώρες [26].



Εικόνα 6.5 Ποσοστιαία μείωση MTA σε διεθνές επίπεδο [26]

7. Συμπεράσματα και προτάσεις

7.1.Βασικά συμπεράσματα από τη μελέτη

Η παρούσα μελέτη ανέδειξε ότι οι Μη Τεχνικές Απώλειες (MTA) και ειδικότερα η ρευματοκλοπή συνιστούν ένα σύνθετο και πολυδιάστατο φαινόμενο με σημαντικές συνέπειες στο σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας. Μέσα από την ανάλυση των μορφών και κατηγοριών τους, έγινε σαφές ότι οι MTA δεν αποτελούν μόνο ένα τεχνικό πρόβλημα καταγραφής και μέτρησης, αλλά και έναν κρίσιμο παράγοντα που επηρεάζει την οικονομική βιωσιμότητα, τη λειτουργική αξιοπιστία και την κοινωνική δικαιοσύνη στο πλαίσιο της ενεργειακής αγοράς. Τα κυριότερα συμπεράσματα που προκύπτουν είναι τα εξής:

α. Πολυδιάστατη φύση των MTA

Οι MTA περιλαμβάνουν τεκμηριωμένες και πιθανολογούμενες περιπτώσεις, με μηχανισμούς που κυμαίνονται από τεχνικές παρεμβάσεις στους μετρητές έως παράνομες συνδέσεις και εσκεμμένες αλλοιώσεις των ενδείξεων. Η πολυμορφία αυτή δυσχεραίνει τον εντοπισμό και την πρόληψη. Οι Μη Τεχνικές Απώλειες αποτελούν ένα σύνθετο και πολυπαραγοντικό φαινόμενο, το οποίο δεν περιορίζεται σε μια μόνο μορφή ή αιτία, αλλά εκδηλώνεται μέσα από ένα εύρος τεχνικών, οικονομικών και κοινωνικών πρακτικών. Η πολυδιάστατη φύση τους αποτυπώνεται στην Τεχνική διάσταση η οποία περιλαμβάνει άμεσες παρεμβάσεις στον μετρητικό εξοπλισμό (π.χ. αλλοίωση συνδεσμολογίας, τοποθέτηση μαγνητών, παραβίαση σφραγίδων, μηχανική παρεμπόδιση του δίσκου σε ηλεκτρομηχανικούς μετρητές). Επίσης χρησιμοποιεί εξειδικευμένα μέσα και τεχνολογίες, καθιστώντας τον εντοπισμό δυσκολότερο και συχνά απαιτεί εργαστηριακό έλεγχο για την τεκμηρίωση της επέμβασης. Επίσης η διοικητική / διαδικαστική διάσταση περιλαμβάνει περιπτώσεις χωρίς άμεση τεχνική επέμβαση, όπως παράνομες συνδέσεις πριν από τον

μετρητή ή κατανάλωση χωρίς σύμβαση με προμηθευτή και εμπλέκει την αδυναμία παρακολούθησης και επιβολής ελέγχων σε ορισμένες περιοχές. Επιπλέον έχει και οικονομική διάσταση γιατί συνδέεται με την πρόθεση αποφυγής πληρωμής για την καταναλισκόμενη ενέργεια. Μπορεί επίσης να έχει κίνητρο τη μείωση λειτουργικού κόστους (στην περίπτωση επιχειρήσεων) ή την αντιμετώπιση οικονομικών δυσκολιών (στην περίπτωση νοικοκυριών). Επιπλέον, υπάρχει και η κοινωνική διάσταση, δηλαδή σε ορισμένες περιοχές ή κοινωνικές ομάδες, η ρευματοκλοπή μπορεί να θεωρείται ανεκτή ή ακόμα και «αναγκαία» πρακτική. Η κοινωνική ανοχή ή αδράνεια δυσχεραίνει την εφαρμογή μέτρων και δημιουργεί έναν φαύλο κύκλο ατιμωρησίας. Τέλος, υπάρχει η Νομική και ρυθμιστική διάσταση. Πιο συγκεκριμένα η κατηγοριοποίηση σε «τεκμηριωμένες» και «πιθανολογούμενες» περιπτώσεις βασίζεται σε συγκεκριμένα κριτήρια και διαδικασίες, οι οποίες καθορίζονται από τον ΔΕΔΔΗΕ και το ισχύον θεσμικό πλαίσιο. Η επιτυχής καταπολέμηση απαιτεί συνεργασία τεχνικών ελέγχων και νομικών ενεργειών.

Η κατανόηση αυτής της πολυπλοκότητας είναι απαραίτητη για τον σχεδιασμό αποτελεσματικών στρατηγικών περιορισμού των ΜΤΑ, καθώς κάθε διάσταση απαιτεί διαφορετικά εργαλεία, τεχνικές και θεσμικές παρεμβάσεις.

β. Σημαντικές τεχνικές επιπτώσεις

Η ύπαρξη ΜΤΑ οδηγεί σε απρόβλεπτες ροές φορτίου, υπερφορτώσεις, διακυμάνσεις τάσης και αυξημένο κίνδυνο βλαβών, επηρεάζοντας άμεσα τη σταθερότητα και την αξιοπιστία του δικτύου διανομής.

Η παρούσα μελέτη κατέδειξε ότι οι Μη Τεχνικές Απώλειες έχουν σοβαρό αντίκτυπο σε κρίσιμες παραμέτρους λειτουργίας του δικτύου διανομής, επηρεάζοντας άμεσα την αξιοπιστία, την αποδοτικότητα και την ασφάλεια του συστήματος. Η μη καταγεγραμμένη κατανάλωση διαταράσσει την ακριβή αποτύπωση της ζήτησης, οδηγώντας σε απρόβλεπτες ροές φορτίου και σε αναντιστοιχία μεταξύ της πραγματικής και της εκτιμώμενης ροής ενέργειας. Αυτό καθιστά δυσχερή τον προγραμματισμό και την εξισορρόπηση του συστήματος, ενώ συχνά προκαλεί υπερφόρτωση υποσταθμών, μετασχηματιστών και γραμμών διανομής, μειώνοντας το προσδόκιμο ζωής του εξοπλισμού και αυξάνοντας τον κίνδυνο αστοχιών. Παράλληλα, οι μη προβλεπόμενες αιχμές ζήτησης επιφέρουν διακυμάνσεις τάσης και υποβάθμιση της ποιότητας ισχύος, με ιδιαίτερη επιβάρυνση για τον ευαίσθητο ηλεκτρονικό εξοπλισμό των καταναλωτών. Η συνεχής λειτουργία του δικτύου υπό συνθήκες υπερφόρτωσης ή εκτός ονομαστικών ορίων αυξάνει την πιθανότητα βλαβών, οι οποίες μπορεί να οδηγήσουν ακόμη και σε εκτεταμένες διακοπές ρεύματος. Επιπλέον, η έλλειψη αξιοπιστων δεδομένων κατανάλωσης δυσχεραίνει την ορθολογική οργάνωση της συντήρησης και επηρεάζει αρνητικά τις επενδυτικές αποφάσεις, καθώς αυτές ενδέχεται να βασίζονται σε εσφαλμένα στοιχεία, οδηγώντας είτε σε σπατάλη πόρων είτε σε ανεπαρκείς παρεμβάσεις. Συνεπώς, οι τεχνικές επιπτώσεις των ΜΤΑ υπερβαίνουν την απλή απώλεια ενέργειας και συνδέονται άρρηκτα με τη συνολική λειτουργική ασφάλεια και την ποιότητα παροχής του ηλεκτρικού δικτύου.

γ. Οικονομική ζημία για παρόχους και καταναλωτές

Οι πάροχοι ενέργειας υφίστανται άμεσες απώλειες εσόδων και αυξημένο λειτουργικό κόστος, ενώ οι συνεπείς καταναλωτές επιβαρύνονται έμμεσα μέσω αυξημένων τιμολογίων και ρυθμιζόμενων χρεώσεων.

Οι οικονομικές επιπτώσεις των Μη Τεχνικών Απωλειών αποδείχθηκαν ιδιαίτερα σημαντικές, καθώς επηρεάζουν τόσο τους παρόχους ηλεκτρικής ενέργειας όσο και τους συνεπείς καταναλωτές. Για τις ενεργειακές επιχειρήσεις, οι ΜΤΑ συνεπάγονται άμεση απώλεια εσόδων από την ενέργεια που καταναλώνεται αλλά δεν τιμολογείται, γεγονός που μειώνει τα περιθώρια κέρδους και περιορίζει την οικονομική τους ανθεκτικότητα. Παράλληλα, οι πάροχοι επιβαρύνονται με αυξημένο λειτουργικό κόστος, το οποίο σχετίζεται με τον εντοπισμό, την καταγραφή και τη διερεύνηση περιστατικών ρευματοκλοπής, αλλά και με την αντικατάσταση εξοπλισμού ή την υλοποίηση πρόσθετων μέτρων ασφαλείας. Η έλλειψη αυτών των εσόδων, σε συνδυασμό με τις δαπάνες ελέγχου, μειώνει τα διαθέσιμα κεφάλαια για επενδύσεις σε υποδομές, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και τεχνολογίες έξυπνης μέτρησης, καθυστερώντας την ανάπτυξη και τον εκσυγχρονισμό του δικτύου.

Για τους συνεπείς καταναλωτές, οι ΜΤΑ μεταφράζονται σε έμμεση οικονομική επιβάρυνση, καθώς το κόστος των απωλειών ενσωματώνεται στα τιμολόγια μέσω ρυθμιζόμενων χρεώσεων και αυξημένων τιμών λιανικής. Αυτό δημιουργεί μια αίσθηση αδικίας, αφού οι νομοταγείς χρήστες καλούνται να καλύψουν, εν αγνοία τους, το κόστος της παράνομης κατανάλωσης άλλων. Σε επίπεδο αγοράς, οι ΜΤΑ προκαλούν στρέβλωση του ανταγωνισμού, καθώς η ανακριβής αποτύπωση της ζήτησης και η άνιση κατανομή του κόστους οδηγούν σε πλασματικές διαφορές κόστους μεταξύ παρόχων, δίνοντας αθέμιτο πλεονέκτημα σε εταιρείες που δραστηριοποιούνται σε περιοχές με χαμηλότερα ποσοστά απωλειών. Σε βάθος χρόνου, η συνεχής οικονομική αιμορραγία που προκαλείται από τις ΜΤΑ μπορεί να απειλήσει τη βιωσιμότητα των ενεργειακών εταιρειών, να μειώσει την ελκυστικότητα του κλάδου για επενδύσεις και να υπονομεύσει την ομαλή λειτουργία της ενεργειακής αγοράς.

δ. Στρέβλωση της αγοράς και επιβράδυνση της ενεργειακής μετάβασης

Οι ΜΤΑ αλλοιώνουν τα στοιχεία κατανάλωσης, οδηγούν σε αθέμιτο ανταγωνισμό και επηρεάζουν τη διαμόρφωση των τιμών. Παράλληλα, περιορίζουν τα διαθέσιμα κεφάλαια για επενδύσεις σε ανανεώσιμες πηγές και υποδομές, καθυστερώντας την υλοποίηση κρίσιμων έργων. Η ύπαρξη Μη Τεχνικών Απωλειών προκαλεί ουσιαστική στρέβλωση στη λειτουργία της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς αλλοιώνει τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται για τον σχεδιασμό, τη ρύθμιση και την τιμολόγηση του ενεργειακού συστήματος. Η μη καταγεγραμμένη κατανάλωση οδηγεί σε ανακριβή αποτύπωση της ζήτησης, γεγονός που επηρεάζει τόσο τον προγραμματισμό της παραγωγής όσο και τον καθορισμό των τιμών χονδρικής και λιανικής. Σε συνθήκες ανταγωνιστικής αγοράς, οι πάροχοι που δραστηριοποιούνται σε περιοχές με υψηλά ποσοστά ΜΤΑ υφίστανται δυσανάλογες οικονομικές πιέσεις, καθώς καλούνται να απορροφήσουν μεγαλύτερες απώλειες ή να μετακυλήσουν το κόστος στους πελάτες τους, μειώνοντας την

ανταγωνιστικότητά τους. Αντίθετα, πάροχοι σε περιοχές με χαμηλές απώλειες αποκτούν αθέμιτο πλεονέκτημα, δημιουργώντας μια ανισορροπία που υπονομεύει τις αρχές της δίκαιης και ορθολογικής αγοράς. Παράλληλα, η συνεχής διαρροή εσόδων περιορίζει τα διαθέσιμα κεφάλαια για επενδύσεις σε υποδομές και τεχνολογίες που είναι απαραίτητες για την ενεργειακή μετάβαση, όπως η ανάπτυξη Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, η αποθήκευση ενέργειας και η εφαρμογή συστημάτων έξυπνης μέτρησης. Η καθυστέρηση ή υποβάθμιση αυτών των επενδύσεων έχει ως συνέπεια την επιβράδυνση της μετάβασης προς ένα βιώσιμο ενεργειακό σύστημα, αυξάνοντας την εξάρτηση από συμβατικές πηγές και περιορίζοντας τη δυνατότητα μείωσης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Επιπλέον, η ανακρίβεια στα στοιχεία κατανάλωσης επηρεάζει αρνητικά την παρακολούθηση και αξιολόγηση των περιβαλλοντικών στόχων, καθώς οι υπολογισμοί των εκπομπών και των ποσοστών διείσδυσης ΑΠΕ βασίζονται σε δεδομένα που δεν αντανακλούν την πραγματική εικόνα. Συνεπώς, οι ΜΤΑ δεν αποτελούν μόνο εμπόδιο για την οικονομική ισορροπία της αγοράς, αλλά και κρίσιμο ανασταλτικό παράγοντα για την έγκαιρη και αποτελεσματική υλοποίηση των πολιτικών ενεργειακής μετάβασης.

ε. Κοινωνικές και θεσμικές προεκτάσεις

Η μετακύλιση του κόστους στους νόμιμους καταναλωτές και η αίσθηση ατιμωρησίας των παραβατών ενισχύουν κοινωνικές ανισότητες, μειώνουν την εμπιστοσύνη στους θεσμούς και σε ορισμένες περιπτώσεις οδηγούν στην «κανονικοποίηση» της παραβατικότητας. Οι κοινωνικές και θεσμικές επιπτώσεις των Μη Τεχνικών Απωλειών υπερβαίνουν την καθαρά τεχνική και οικονομική διάσταση του φαινομένου, επηρεάζοντας βαθύτερα την κοινωνική συνοχή και την εμπιστοσύνη στους θεσμούς. Η μετακύλιση του κόστους των απωλειών στους συνεπείς καταναλωτές, μέσω αυξημένων τιμολογίων και ρυθμιζόμενων χρεώσεων, ενισχύει τις κοινωνικές ανισότητες, καθώς επιβαρύνει δυσανάλογα τα χαμηλότερα εισοδηματικά στρώματα. Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με την αίσθηση ότι οι παραβάτες σπάνια υφίστανται συνέπειες, δημιουργεί κλίμα αδικίας και ενδέχεται να υπονομεύσει την κοινωνική αποδοχή των θεσμικών μηχανισμών που διέπουν την αγορά ενέργειας. Σε ορισμένες περιοχές, η παρατεταμένη ανοχή ή αδυναμία αποτελεσματικής αντιμετώπισης του φαινομένου οδηγεί στην κανονικοποίηση της ρευματοκλοπής ως κοινωνικά ανεκτής πρακτικής, δυσχεραίνοντας περαιτέρω την εφαρμογή μέτρων πρόληψης και καταστολής. Η εξέλιξη αυτή δεν πλήττει μόνο την αποτελεσματικότητα των ελεγκτικών μηχανισμών, αλλά και την αξιοπιστία των φορέων που είναι υπεύθυνοι για τη λειτουργία και τη ρύθμιση του ενεργειακού συστήματος. Επιπλέον, η διόγκωση του φαινομένου συνεπάγεται αυξημένο φόρτο για το νομικό και διοικητικό σύστημα, καθώς απαιτούνται πρόσθετοι πόροι για την τεκμηρίωση, τη δίωξη και την εκδίκαση υποθέσεων ρευματοκλοπής. Η αποκατάσταση της εμπιστοσύνης και η μείωση των κοινωνικών εντάσεων που προκαλούν οι ΜΤΑ απαιτούν συντονισμένες παρεμβάσεις σε τρία επίπεδα: την τεχνολογική θωράκιση του δικτύου, την ενίσχυση και επιτάχυνση των νομικών διαδικασιών και την ανάπτυξη στοχευμένων προγραμμάτων ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης του κοινού. Μόνο μέσω ενός τέτοιου ολοκληρωμένου πλαισίου είναι δυνατόν να περιοριστεί η κοινωνική και θεσμική διάβρωση που προκαλεί η παρατεταμένη ύπαρξη των ΜΤΑ.

στ. Μακροπρόθεσμος κίνδυνος για τη βιωσιμότητα των εταιρειών

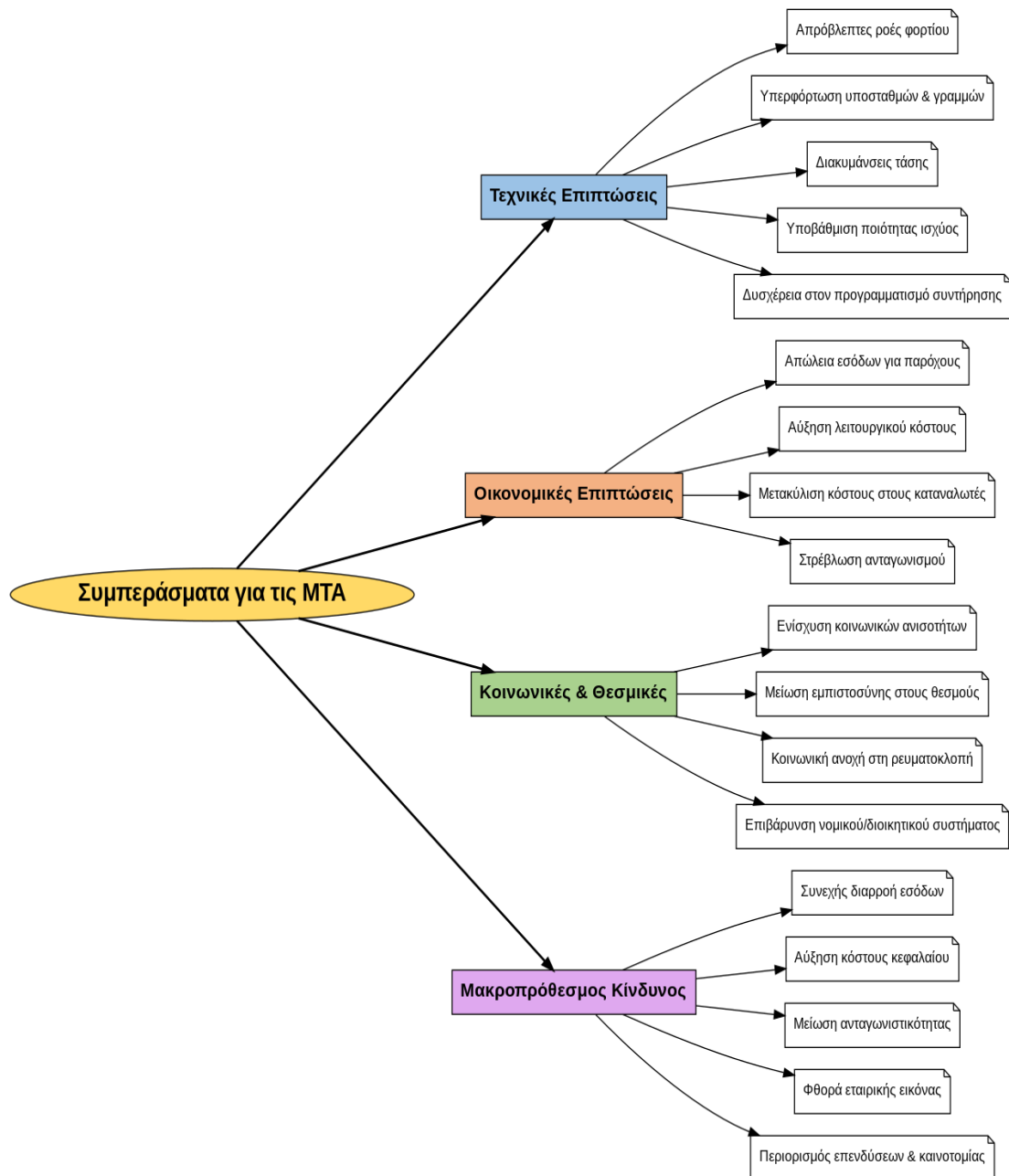
Η παρατεταμένη ύπαρξη υψηλών ΜΤΑ μπορεί να οδηγήσει σε μόνιμη μείωση εσόδων, αύξηση κόστους κεφαλαίου, απώλεια ανταγωνιστικότητας και φθορά της εταιρικής εικόνας, απειλώντας τη μακροχρόνια βιωσιμότητα των ενεργειακών επιχειρήσεων. Η μακροπρόθεσμη επίδραση των Μη Τεχνικών Απωλειών στη βιωσιμότητα των ενεργειακών εταιρειών συνιστά έναν από τους πλέον ανησυχητικούς παράγοντες που ανέδειξε η παρούσα μελέτη. Η διαρκής ύπαρξη υψηλών ποσοστών ΜΤΑ δημιουργεί ένα σταθερό ποσοστό διαρροής εσόδων, το οποίο, αν και μπορεί να φαίνεται περιορισμένο σε ετήσια βάση, έχει σωρευτικό αποτέλεσμα που υπονομεύει σταδιακά την οικονομική ανθεκτικότητα των επιχειρήσεων. Η συρρίκνωση των περιθωρίων κέρδους περιορίζει τη δυνατότητα αυτοχρηματοδότησης επενδύσεων, ιδιαίτερα σε τομείς όπως η αναβάθμιση υποδομών, η εισαγωγή τεχνολογιών έξυπνης μέτρησης και η ανάπτυξη Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Παράλληλα, η αβεβαιότητα που προκαλεί η αδυναμία πλήρους ελέγχου των ΜΤΑ μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένο κόστος κεφαλαίου, καθώς οι χρηματοπιστωτικοί οργανισμοί και οι επενδυτές αξιολογούν τον τομέα ως υψηλότερου κινδύνου και απαιτούν αυξημένα επιτόκια ή εγγυήσεις. Η παρατεταμένη οικονομική πίεση μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της ανταγωνιστικότητας των εταιρειών, ιδίως σε αγορές όπου δραστηριοποιούνται πάροχοι με σημαντικά χαμηλότερα επίπεδα απωλειών. Επιπλέον, η έλλειψη αποτελεσματικής αντιμετώπισης του φαινομένου ενδέχεται να φθείρει την εταιρική εικόνα και τη φήμη, υπονομεύοντας τη σχέση εμπιστοσύνης με τους καταναλωτές, τους ρυθμιστικούς φορείς και τους μετόχους. Μακροπρόθεσμα, ο συνδυασμός οικονομικών, λειτουργικών και φήμης-σχετικών πιέσεων μπορεί να οδηγήσει σε στρατηγική αδυναμία, περιορίζοντας τη δυνατότητα των εταιρειών να επενδύσουν στην καινοτομία και να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις της ενεργειακής μετάβασης. Ως εκ τούτου, η συστηματική και έγκαιρη αντιμετώπιση των ΜΤΑ δεν αποτελεί μόνο ζήτημα καθημερινής λειτουργίας, αλλά κρίσιμη προϋπόθεση για τη διασφάλιση της μελλοντικής βιωσιμότητας και ανθεκτικότητας του ενεργειακού κλάδου.

Η συνολική αποτίμηση καταδεικνύει ότι η αποτελεσματική αντιμετώπιση των ΜΤΑ απαιτεί συνδυασμό τεχνικών λύσεων, θεσμικών παρεμβάσεων και κοινωνικών πολιτικών. Η τεχνολογία έξυπνης μέτρησης, η αυστηροποίηση του ελεγκτικού πλαισίου και η ενίσχυση της κοινωνικής ευαισθητοποίησης μπορούν να λειτουργήσουν συμπληρωματικά για τη μείωση του φαινομένου.

Σε τελική ανάλυση, η μείωση των ΜΤΑ δεν είναι απλώς ζήτημα οικονομικής αποδοτικότητας, αλλά προϋπόθεση για την ομαλή λειτουργία, την ενεργειακή δικαιοσύνη και την επιτυχία της ενεργειακής μετάβασης.

Η συνολική αποτίμηση καταδεικνύει ότι η αποτελεσματική αντιμετώπιση των ΜΤΑ απαιτεί συνδυασμό τεχνικών λύσεων, θεσμικών παρεμβάσεων και κοινωνικών πολιτικών. Η ανάπτυξη και εφαρμογή τεχνολογιών έξυπνης μέτρησης, η αυστηροποίηση και επιτάχυνση των ελεγκτικών και νομικών διαδικασιών, καθώς και η ενίσχυση της κοινωνικής ευαισθητοποίησης, μπορούν να λειτουργήσουν συμπληρωματικά για τη μείωση του φαινομένου. Η μείωση των ΜΤΑ δεν αποτελεί μόνο ζήτημα οικονομικής

αποδοτικότητα, αλλά και προϋπόθεση για την ομαλή λειτουργία, την ενεργειακή δικαιοσύνη και την επιτυχία της ενεργειακής μετάβασης.



Εικόνα 7.1 Βασικά συμπεράσματα για τις MTA [20], [2], [3]

7.2.Προτεινόμενες Βελτιώσεις για την Αντιμετώπιση των ΜΤΑ και της Ρευματοκλοπής

7.2.1. Νομοθετικές Βελτιώσεις

α. Ενίσχυση ποινικών και διοικητικών κυρώσεων

Η ενίσχυση των ποινικών και διοικητικών κυρώσεων για την αντιμετώπιση των μη τεχνικών απωλειών και ειδικότερα της ρευματοκλοπής αποτελεί ένα από τα βασικά εργαλεία που μπορεί να αξιοποιήσει η πολιτεία και οι ρυθμιστικές αρχές. Το υφιστάμενο νομικό πλαίσιο, αν και προβλέπει κυρώσεις, συχνά δεν επιτυγχάνει τον επιθυμητό αποτρεπτικό χαρακτήρα, καθώς τα πρόστιμα και οι ποινές δεν είναι πάντοτε ανάλογα της ζημίας που προκαλείται στους παρόχους και στο σύστημα εν γένει. Η αναθεώρηση του πλαισίου προς την κατεύθυνση της εισαγωγής κλιμακούμενων ποινών και προστίμων, που θα λαμβάνουν υπόψη το μέγεθος της παράνομης κατανάλωσης, την επαναληπτικότητα του αδικήματος και τον βαθμό υπαιτιότητας του παραβάτη, θα μπορούσε να ενισχύσει τη συμμόρφωση και να μειώσει την επανάληψη φαινομένων ρευματοκλοπής.

Ωστόσο, η αυστηροποίηση των κυρώσεων, αν δεν συνοδευτεί από κοινωνικά ισορροπημένα μέτρα, ενδέχεται να δημιουργήσει νέες προκλήσεις. Σε περιπτώσεις όπου η ρευματοκλοπή προκύπτει από πραγματική οικονομική αδυναμία, η επιβολή υψηλών προστίμων μπορεί να οδηγήσει σε περαιτέρω επιβάρυνση των ευάλωτων νοικοκυριών και να εντείνει τις κοινωνικές ανισότητες. Παράλληλα, η αύξηση της αυστηρότητας μπορεί να προκαλέσει αύξηση προσφυγών και αμφισβητήσεων ενώπιον των διοικητικών και δικαστικών αρχών, επιβαρύνοντας τον φόρτο εργασίας τους και καθυστερώντας την απονομή δικαιοσύνης. Επίσης, η έλλειψη ευελιξίας κατά την εφαρμογή των ποινών μπορεί να οδηγήσει σε δυσανάλογες αποφάσεις, οι οποίες δεν λαμβάνουν επαρκώς υπόψη τις ιδιαίτερες κοινωνικές συνθήκες κάθε υπόθεσης, προκαλώντας αίσθηση αδικίας.

Αξίζει επίσης να σημειωθεί ότι η υπερβολική αυστηρότητα ενδέχεται να οδηγήσει σε αντίθετα αποτελέσματα, καθώς μπορεί να ωθήσει τους παραβάτες σε πιο εξελιγμένες μεθόδους ρευματοκλοπής, δυσχεραίνοντας ακόμη περισσότερο τον εντοπισμό τους. Τέλος, η υιοθέτηση τιμωρητικών πολιτικών χωρίς την απαραίτητη κοινωνική ευαισθησία ενδέχεται να πλήξει τη δημόσια εικόνα τόσο των ενεργειακών εταιρειών όσο και των διαχειριστών δικτύου, μειώνοντας την εμπιστοσύνη των πολιτών στους θεσμούς και περιορίζοντας την κοινωνική αποδοχή των πολιτικών μείωσης των μη τεχνικών απωλειών.

Συνεπώς, η ενίσχυση του πλαισίου ποινικών και διοικητικών κυρώσεων πρέπει να εξεταστεί ως μέρος μιας πιο ευρύτερης στρατηγικής που θα συνδυάζει την αυστηρότητα με κοινωνικά δίκαιες πρακτικές, εξασφαλίζοντας τόσο την αποτελεσματική αποτροπή όσο και τη διατήρηση της κοινωνικής συνοχής.

β. Επιτάχυνση διαδικασιών ελέγχου και εκδίκασης

Η επιτάχυνση των διαδικασιών ελέγχου και εκδίκασης υποθέσεων ρευματοκλοπής συνιστά μια κρίσιμη μεταρρυθμιστική πρόταση, καθώς το ισχύον καθεστώς χαρακτηρίζεται από σημαντικές καθυστερήσεις που παρατείνουν την αβεβαιότητα και συχνά επιτρέπουν την επανάληψη της παραβατικής συμπεριφοράς. Η δημιουργία ειδικών τμημάτων ή επιτροπών που θα ασχολούνται αποκλειστικά με τέτοιες υποθέσεις θα μπορούσε να συνεισφέρει στη μείωση του χρόνου απονομής δικαιοσύνης και να ενισχύσει την αποτρεπτική λειτουργία των κυρώσεων. Παράλληλα, η καθιέρωση σαφών προθεσμιών για τον εργαστηριακό έλεγχο των μετρητών και για την έκδοση τεκμηριωμένων πορισμάτων θα βελτίωνε την αποτελεσματικότητα και θα ενίσχυε τη διαφάνεια της διαδικασίας.

Ωστόσο, η εφαρμογή μιας τέτοιας πρότασης ενδέχεται να συνοδευτεί από ορισμένες δυσκολίες και ανεπιθύμητες παρενέργειες. Η συγκρότηση εξειδικευμένων τμημάτων και η τήρηση αυστηρών προθεσμιών απαιτούν την κινητοποίηση σημαντικών πρόσθετων πόρων, τόσο σε επίπεδο ανθρώπινου δυναμικού όσο και σε επίπεδο υποδομών, οι οποίοι δεν είναι πάντοτε διαθέσιμοι. Σε περίπτωση ανεπαρκούς στελέχωσης ή εκπαίδευσης, η πίεση για την ταχεία ολοκλήρωση των διαδικασιών μπορεί να οδηγήσει σε πορίσματα με ελλιπή τεκμηρίωση ή σε σφάλματα που θα αποτελέσουν αντικείμενο αμφισβήτησης από τους καταναλωτές, υπονομεύοντας την αξιοπιστία του συστήματος. Εξίσου σημαντικό είναι ότι η αυστηρή τήρηση χρονοδιαγραμμάτων, αν δεν συνοδευτεί από την απαιτούμενη ευελιξία, μπορεί να περιορίσει τη δυνατότητα ενδελεχούς εξέτασης πολύπλοκων ή αμφιλεγόμενων περιπτώσεων, οδηγώντας σε αποφάσεις που δεν αντανakλούν πλήρως τα πραγματικά περιστατικά.

Επιπλέον, η προσπάθεια επιτάχυνσης των διαδικασιών μπορεί να αυξήσει τον διοικητικό φόρτο και να προκαλέσει ασυμφωνίες μεταξύ των εμπλεκόμενων φορέων, εάν δεν υπάρχει σαφής συντονισμός και κατανομή αρμοδιοτήτων. Συνεπώς, η εφαρμογή της εν λόγω πρότασης απαιτεί προσεκτικό σχεδιασμό, σταδιακή υλοποίηση και παράλληλη ενίσχυση των θεσμικών και τεχνικών μηχανισμών υποστήριξης, ώστε να επιτευχθεί ο στόχος της ταχείας και αξιόπιστης απονομής δικαιοσύνης χωρίς να θίγεται η ποιότητα και η εγκυρότητα της διαδικασίας.

Σε διεθνές επίπεδο, έχουν εφαρμοστεί διαφορετικά μοντέλα για την επιτάχυνση τέτοιων διαδικασιών. Στην **Ιταλία**, θεσπίστηκαν fast-track διαδικασίες για υποθέσεις που σχετίζονται με παραβάσεις στο ενεργειακό δίκαιο, με στόχο την ταχεία απονομή δικαιοσύνης και την ελαχιστοποίηση της ζημίας για τους παρόχους. Στην **Ισπανία**, αντίστοιχα, οι εταιρείες διανομής συνεργάζονται στενά με διοικητικά όργανα ώστε οι υποθέσεις ρευματοκλοπής να εξετάζονται σε ειδικά διαμορφωμένα πλαίσια, με απλοποιημένες διαδικασίες και περιορισμένα περιθώρια καθυστέρησης. Στις **Ηνωμένες Πολιτείες**, σε ορισμένες Πολιτείες έχουν δημιουργηθεί εξειδικευμένα ενεργειακά τμήματα εντός των ρυθμιστικών αρχών, τα οποία διαχειρίζονται αποκλειστικά ζητήματα μη τεχνικών απωλειών, μειώνοντας τον χρόνο εξέτασης υποθέσεων και ενισχύοντας την αποτρεπτική λειτουργία των κυρώσεων.

Τα παραδείγματα αυτά καταδεικνύουν ότι η επιτάχυνση των διαδικασιών ελέγχου και εκδίκασης απαιτεί συνδυασμό θεσμικών μεταρρυθμίσεων, διοικητικού εκσυγχρονισμού και κατάλληλης στελέχωσης. Η εμπειρία άλλων χωρών δείχνει πως η αποτελεσματικότητα τέτοιων μέτρων εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ισορροπία ανάμεσα στην ταχύτητα και στην ποιότητα της απονομής δικαιοσύνης. Συνεπώς, μια ενδεχόμενη υιοθέτηση αντίστοιχων πρακτικών στην Ελλάδα θα πρέπει να συνοδεύεται από την πρόβλεψη επαρκών πόρων και τη θέσπιση σαφούς κανονιστικού πλαισίου, ώστε να εξασφαλίζεται τόσο η αποδοτικότητα όσο και η νομιμοποιητική ισχύς του συστήματος.

γ. Δημιουργία μητρώου παραβατών και μηχανισμών πρόληψης

Η δημιουργία εθνικού μητρώου καταγεγραμμένων παραβάσεων ρευματοκλοπής συνιστά μία στοχευμένη θεσμική παρέμβαση με στόχο τον περιορισμό των μη τεχνικών απωλειών και ειδικότερα της υποτροπής σε παραβατικές συμπεριφορές. Ένα τέτοιο μητρώο, προσβάσιμο αποκλειστικά στους παρόχους ηλεκτρικής ενέργειας και στις ρυθμιστικές αρχές, θα λειτουργούσε ως κεντρική βάση δεδομένων για την ανταλλαγή πληροφοριών και τον καλύτερο συντονισμό των ελεγκτικών ενεργειών. Μέσω της συγκέντρωσης και της διαλειτουργικότητας των δεδομένων, θα ήταν εφικτός ο έγκαιρος εντοπισμός περιπτώσεων επαναλαμβανόμενων παραβάσεων, διευκολύνοντας την επιβολή προληπτικών μέτρων, όπως η υποχρεωτική προκαταβολή έναντι κατανάλωσης ή η καταβολή αυξημένης εγγύησης ως προϋπόθεση για τη συνέχιση ή επανασύνδεση της παροχής. Με αυτόν τον τρόπο, θα μειωνόταν σημαντικά το οικονομικό ρίσκο για τους παρόχους, ενισχύοντας τη χρηματοοικονομική τους σταθερότητα.

Επιπλέον, ένα τέτοιο μητρώο θα μπορούσε να αξιοποιηθεί ως εργαλείο ανάλυσης και στρατηγικού σχεδιασμού. Η συγκέντρωση δεδομένων σε εθνικό επίπεδο θα επέτρεπε την ανάπτυξη στατιστικών δεικτών και την εφαρμογή προηγμένων αναλυτικών μεθόδων για την αναγνώριση τάσεων και προτύπων παραβατικότητας. Κατ' αυτόν τον τρόπο, οι έλεγχοι θα μπορούσαν να κατευθυνθούν πιο στοχευμένα σε περιοχές υψηλού κινδύνου, βελτιώνοντας την αποδοτικότητα των επενδύσεων σε μέτρα εποπτείας και ασφάλειας. Η χρήση των δεδομένων θα μπορούσε επίσης να ενισχύσει την ανάπτυξη προβλεπτικών μοντέλων, τα οποία θα βοηθούσαν τους διαχειριστές να προλαμβάνουν νέες παραβάσεις πριν αυτές εκδηλωθούν σε μεγάλη κλίμακα.

Ωστόσο, η υλοποίηση ενός τέτοιου συστήματος συνοδεύεται από σημαντικές προκλήσεις, με κυριότερη την ανάγκη συμμόρφωσης με το θεσμικό πλαίσιο προστασίας προσωπικών δεδομένων. Η διαχείριση πληροφοριών που αφορούν φυσικά πρόσωπα προϋποθέτει την ύπαρξη αυστηρών πρωτοκόλλων ασφαλείας και την τήρηση της ευρωπαϊκής και εθνικής νομοθεσίας (όπως ο Γενικός Κανονισμός Προστασίας Δεδομένων – GDPR), ώστε να διασφαλίζεται η ιδιωτικότητα και να διατηρείται η εμπιστοσύνη των πολιτών. Επιπλέον, η επιτυχία του εγχειρήματος εξαρτάται από τον συντονισμό όλων των εμπλεκόμενων φορέων και την τυποποίηση των διαδικασιών καταγραφής, ώστε το μητρώο να παραμένει αξιόπιστο, επικαιροποιημένο και λειτουργικό ως εργαλείο πρόληψης και καταστολής.

Συνεπώς, η δημιουργία ενός εθνικού μητρώου παραβάσεων μπορεί να αποτελέσει κρίσιμο βήμα προς την ενίσχυση της διαφάνειας και της αποτελεσματικότητας στη

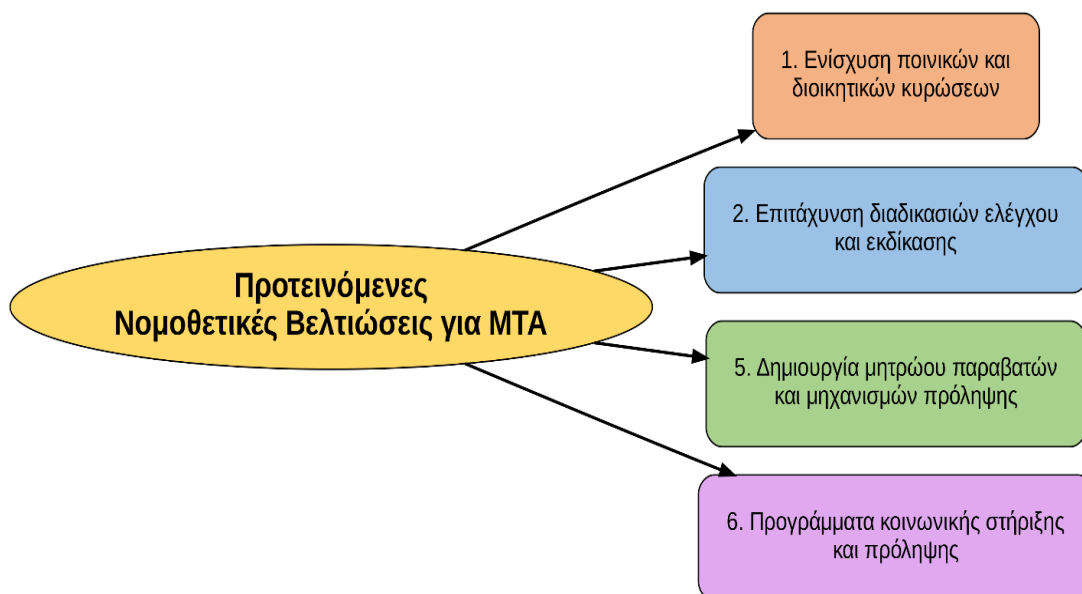
διαχείριση των μη τεχνικών απωλειών, υπό την προϋπόθεση ότι θα συνδυαστεί με επαρκές θεσμικό υπόβαθρο, τεχνολογική υποστήριξη και διευρυμένη συνεργασία των εμπλεκομένων.

δ. Προγράμματα κοινωνικής στήριξης και πρόληψης

Η πρόταση για την υιοθέτηση προγραμμάτων κοινωνικής στήριξης και πρόληψης εστιάζει στη μείωση του κοινωνικού κινήτρου που οδηγεί στη ρευματοκλοπή και γενικότερα στις μη τεχνικές απώλειες. Σε πολλές περιπτώσεις, η παραβατική αυτή συμπεριφορά δεν απορρέει από πρόθεση κερδοσκοπίας, αλλά από πραγματική οικονομική αδυναμία κάλυψης βασικών ενεργειακών αναγκών. Η θεσμοθέτηση ειδικών κοινωνικών τιμολογίων, η πρόβλεψη διακανονισμών αποπληρωμής και η παροχή στοχευμένης ενεργειακής βοήθειας σε ευάλωτα νοικοκυριά μπορούν να λειτουργήσουν ως μηχανισμοί αποτροπής, μειώνοντας την πίεση που ωθεί ορισμένους καταναλωτές στην παρανομία.

Εξίσου σημαντική είναι η ανάπτυξη εκπαιδευτικών και ενημερωτικών δράσεων, οι οποίες θα αναδεικνύουν τόσο τις τεχνικές και οικονομικές συνέπειες των μη τεχνικών απωλειών όσο και τις διαθέσιμες νόμιμες εναλλακτικές για τη μείωση του ενεργειακού κόστους (π.χ. προγράμματα ενεργειακής εξοικονόμησης, επιδοτήσεις μικρής κλίμακας φωτοβολταϊκών, ένταξη σε ενεργειακές κοινότητες). Μέσω αυτών των παρεμβάσεων, οι καταναλωτές αποκτούν καλύτερη ενημέρωση, ενισχύεται η ενεργειακή τους συνείδηση και καλλιεργείται η κοινωνική υπευθυνότητα απέναντι στη χρήση ενός κοινού αγαθού όπως η ηλεκτρική ενέργεια.

Τα προγράμματα κοινωνικής στήριξης δεν πρέπει να εκλαμβάνονται ως μέτρα «ανοχής» προς την παραβατικότητα, αλλά ως στρατηγικές πολιτικές πρόληψης που στοχεύουν στη διατήρηση της κοινωνικής συνοχής και στη μείωση των κοινωνικών ανισοτήτων. Ειδικά σε περιόδους ενεργειακών κρίσεων ή αυξημένης τιμής της ενέργειας, η ύπαρξη τέτοιων προγραμμάτων μπορεί να αποτρέψει την κλιμάκωση του φαινομένου της ρευματοκλοπής, συμβάλλοντας παράλληλα στη διατήρηση της εμπιστοσύνης των πολιτών προς τους θεσμούς και στην ενίσχυση της κοινωνικής αποδοχής των ενεργειακών πολιτικών.



Εικόνα 7.2 Προτεινόμενες Νομοθετικές Βελτιώσεις [9]

7.2.2. Τεχνικές Βελτιώσεις

α. Καθολική εγκατάσταση έξυπνων μετρητών (smart meters)

Η αντικατάσταση των συμβατικών μετρητών με έξυπνους μετρητές σε όλο το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας αποτελεί μια από τις πιο καθοριστικές τεχνολογικές παρεμβάσεις για την πρόληψη και τον περιορισμό των μη τεχνικών απωλειών. Οι έξυπνοι μετρητές παρέχουν τη δυνατότητα ακριβούς και σε πραγματικό χρόνο παρακολούθησης της κατανάλωσης, καταγράφοντας με υψηλή λεπτομέρεια τις τάσεις και τα πρότυπα χρήσης σε επίπεδο παροχής. Μέσω της συνεχούς ροής δεδομένων, οι διαχειριστές έχουν τη δυνατότητα να εντοπίζουν έγκαιρα ασυνήθιστες αποκλίσεις, όπως ξαφνικές πτώσεις ή υπερβάσεις στην καταγεγραμμένη κατανάλωση, που μπορεί να αποτελούν ένδειξη παρεμβολής ή ρευματοκλοπής. Επιπλέον, τα συστήματα αυτά μπορούν να υποστηρίζουν αυτοματοποιημένες ειδοποιήσεις και μηχανισμούς άμεσης αντίδρασης, μειώνοντας δραστικά τον χρόνο εντοπισμού και περιορίζοντας την οικονομική ζημία.

Η μετάβαση από τους παραδοσιακούς μηχανικούς ή ηλεκτρομηχανικούς μετρητές σε σύγχρονες ψηφιακές συσκευές δεν συμβάλλει μόνο στην καταπολέμηση της ρευματοκλοπής, αλλά και στη συνολική αναβάθμιση του ενεργειακού συστήματος. Η ακριβής συλλογή δεδομένων επιτρέπει πιο δίκαιη και διαφανή τιμολόγηση, μειώνοντας τις πιθανότητες λαθών στη χρέωση, ενώ παράλληλα ενισχύει τη δυνατότητα ενεργειακού προγραμματισμού και πρόβλεψης φορτίου. Τα δεδομένα που συλλέγονται από τους έξυπνους μετρητές μπορούν να αξιοποιηθούν για την ανάπτυξη προηγμένων αλγορίθμων μηχανικής μάθησης και τεχνητής νοημοσύνης, οι οποίοι θα εντοπίζουν πρότυπα κατανάλωσης και θα συμβάλλουν στην πρόβλεψη πιθανών παραβάσεων.

Συνολικά, η υιοθέτηση έξυπνων μετρητών αποτελεί θεμελιώδες βήμα στη στρατηγική μείωσης των μη τεχνικών απωλειών, συνδυάζοντας τεχνικά, οικονομικά και θεσμικά οφέλη. Η πλήρης εγκατάστασή τους δεν περιορίζεται μόνο στην αύξηση της ακρίβειας της μέτρησης, αλλά αποτελεί αναγκαία προϋπόθεση για την εξέλιξη του ενεργειακού συστήματος προς ένα πιο διαφανές, ασφαλές και αποδοτικό μοντέλο λειτουργίας.

Διεθνείς εμπειρίες αποδεικνύουν την αποτελεσματικότητα αυτής της στρατηγικής. Στην Ιταλία, όπου εφαρμόστηκε μαζικό πρόγραμμα αντικατάστασης συμβατικών μετρητών από έξυπνους (ENEL smart meters), οι μη τεχνικές απώλειες μειώθηκαν σημαντικά μέσα σε λίγα χρόνια, ενώ ταυτόχρονα βελτιώθηκε η ποιότητα εξυπηρέτησης και η αξιοπιστία του δικτύου. Στο Ηνωμένο Βασίλειο, το εθνικό πρόγραμμα Smart Metering Implementation Programme (SMIP) έχει στόχο την εγκατάσταση έξυπνων μετρητών σε όλα τα νοικοκυριά, με τα πρώτα αποτελέσματα να δείχνουν μείωση περιστατικών ρευματοκλοπής και αύξηση της εμπιστοσύνης των καταναλωτών προς την αγορά ενέργειας. Στη Σουηδία, η οποία υπήρξε από τις πρώτες χώρες που ολοκλήρωσε καθολική μετάβαση σε έξυπνους μετρητές ήδη από το 2009, καταγράφηκε αισθητή μείωση των MTA και βελτίωση στην ακρίβεια τιμολόγησης, γεγονός που οδήγησε σε σημαντικά οφέλη τόσο για τους παρόχους όσο και για τους καταναλωτές [12].

Συνολικά, η υιοθέτηση έξυπνων μετρητών αποτελεί θεμελιώδες βήμα στη στρατηγική μείωσης των μη τεχνικών απωλειών, συνδυάζοντας τεχνικά, οικονομικά και θεσμικά οφέλη. Οι διεθνείς εμπειρίες αποδεικνύουν ότι η τεχνολογία αυτή δεν περιορίζεται μόνο στην ενίσχυση της ακρίβειας της μέτρησης, αλλά συμβάλλει καθοριστικά στη διαμόρφωση ενός πιο διαφανούς, ασφαλούς και αποδοτικού ενεργειακού συστήματος, ενισχύοντας ταυτόχρονα την εμπιστοσύνη των πολιτών και την ανταγωνιστικότητα της αγοράς [13].

β. Συστήματα τηλεμέτρησης με προηγμένα πρωτόκολλα ασφάλειας

Η εφαρμογή συστημάτων τηλεμέτρησης με προηγμένα πρωτόκολλα ασφάλειας αποτελεί ένα από τα πλέον κρίσιμα μέτρα για την αποτελεσματική αντιμετώπιση των μη τεχνικών απωλειών και ειδικότερα της ρευματοκλοπής. Η χρήση κρυπτογραφημένων καναλιών επικοινωνίας και προηγμένων μηχανισμών ταυτοποίησης μεταξύ του μετρητή και των κεντρικών συστημάτων του παρόχου μειώνει δραστικά την πιθανότητα παραποίησης των δεδομένων ή μη εξουσιοδοτημένης πρόσβασης. Μέσω αυτής της τεχνολογικής θωράκισης, διασφαλίζεται ότι τα καταγεγραμμένα στοιχεία αντανakλούν την πραγματική κατανάλωση του χρήστη και δεν υπόκεινται σε αλλοίωση από κακόβουλες παρεμβάσεις.

Η ανάγκη για τέτοιου είδους μέτρα γίνεται ακόμη πιο επιτακτική στο πλαίσιο της ευρείας διάδοσης των έξυπνων μετρητών και των συστημάτων απομακρυσμένης ανάγνωσης δεδομένων (AMI – Advanced Metering Infrastructure). Η μετάδοση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο και σε μεγάλη κλίμακα αυξάνει την «επιφάνεια επίθεσης» για ενδεχόμενες κυβερνοπαραβάσεις, καθιστώντας την υιοθέτηση πρωτοκόλλων όπως το AES (Advanced Encryption Standard) ή οι τεχνικές δημόσιου κλειδιού (PKI – Public Key Infrastructure) αναγκαία προϋπόθεση για την ασφαλή λειτουργία του συστήματος.

Παράλληλα, η ενσωμάτωση μηχανισμών ταυτοποίησης (authentication) και αδειοδότησης (authorization) στον εξοπλισμό τηλεμέτρησης διασφαλίζει ότι μόνο εξουσιοδοτημένοι χρήστες ή συστήματα έχουν πρόσβαση στα δεδομένα. Αυτό αποτρέπει όχι μόνο τις απόπειρες παράνομης κατανάλωσης μέσω απομακρυσμένων παρεμβάσεων, αλλά και την πιθανότητα δημιουργίας «ψευδών» μετρήσεων που θα μπορούσαν να παραποιήσουν την εμπορική και τεχνική εικόνα του δικτύου.

Συνολικά, τα συστήματα τηλεμέτρησης με προηγμένα πρωτόκολλα ασφάλειας δεν αποτελούν απλώς εργαλείο αποτροπής ρευματοκλοπής, αλλά και κρίσιμο παράγοντα για την ενίσχυση της διαφάνειας, της αξιοπιστίας και της εμπιστοσύνης στο ενεργειακό σύστημα. Η θωράκιση της ακεραιότητας των δεδομένων κατανάλωσης αποτελεί θεμελιώδη προϋπόθεση για τη μετάβαση σε ένα πιο δίκαιο, ασφαλές και βιώσιμο ενεργειακό μοντέλο [22].

γ. Αλγόριθμοι ανάλυσης δεδομένων και μηχανικής μάθησης

Η αξιοποίηση αλγορίθμων ανάλυσης δεδομένων και τεχνικών μηχανικής μάθησης αποτελεί μια από τις πλέον καινοτόμες και αποδοτικές μεθόδους για τον προληπτικό εντοπισμό περιστατικών ρευματοκλοπής. Οι μέθοδοι αυτές βασίζονται στη συστηματική επεξεργασία μεγάλου όγκου δεδομένων κατανάλωσης και στη σύγκριση των προφίλ χρήσης κάθε καταναλωτή με τα στατιστικά πρότυπα που προκύπτουν από ομοειδείς κατηγορίες πελατών (π.χ. οικιακοί, εμπορικοί, βιομηχανικοί). Η ανίχνευση αποκλίσεων από τον μέσο όρο ή από τα «φυσιολογικά» όρια κατανάλωσης μπορεί να υποδείξει με υψηλή πιθανότητα την ύπαρξη μη τεχνικών απωλειών, όπως παρεμβάσεις στους μετρητές ή παράνομες συνδέσεις.

Επιπλέον, οι τεχνικές μηχανικής μάθησης έχουν τη δυνατότητα να αναγνωρίζουν σύνθετα πρότυπα που δεν είναι εύκολα ανιχνεύσιμα με κλασικές στατιστικές μεθόδους. Μέσα από την εκπαίδευση σε ιστορικά δεδομένα κατανάλωσης, τα μοντέλα μπορούν να «μάθουν» τα χαρακτηριστικά μιας φυσιολογικής συμπεριφοράς και να επισημαίνουν ανωμαλίες που υποδηλώνουν πιθανή ρευματοκλοπή. Τέτοια μοντέλα περιλαμβάνουν αλγορίθμους κατηγοριοποίησης, ανάλυσης ανωμαλιών, νευρωνικά δίκτυα και μεθόδους clustering.

Ένα πρόσθετο πλεονέκτημα αυτών των συστημάτων είναι η δυνατότητα αυτοματοποιημένης προτεραιοποίησης των ελέγχων. Αντί οι επιτόπιοι έλεγχοι να πραγματοποιούνται τυχαία ή με γενικά κριτήρια, τα αναλυτικά εργαλεία μπορούν να εστιάζουν στους καταναλωτές ή στα τμήματα του δικτύου με τον υψηλότερο εκτιμώμενο κίνδυνο, βελτιστοποιώντας την κατανομή των πόρων. Αυτό συνεπάγεται μικρότερο κόστος για τον πάροχο και μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα στον εντοπισμό πραγματικών παραβάσεων.

Συνολικά, η εφαρμογή αλγορίθμων ανάλυσης δεδομένων και μηχανικής μάθησης ενισχύει όχι μόνο την τεχνική ικανότητα ανίχνευσης των μη τεχνικών απωλειών, αλλά και τη στρατηγική διαχείριση των ελεγκτικών διαδικασιών, συμβάλλοντας στη μείωση του οικονομικού κόστους, στη βελτίωση της αποδοτικότητας και στην ενίσχυση της αξιοπιστίας του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας [3].

δ. Δικτυακοί αισθητήρες και τοπικοί μετρητές φορτίου

Η εγκατάσταση δικτυακών αισθητήρων και τοπικών μετρητών φορτίου συνιστά μία από τις πλέον αποδοτικές τεχνικές για τον εντοπισμό και την απομόνωση περιοχών με αυξημένες μη τεχνικές απώλειες. Μέσω της τοποθέτησης αισθητήρων κατά μήκος κρίσιμων σημείων του δικτύου διανομής, καθίσταται εφικτή η λεπτομερής καταγραφή της ροής ενέργειας σε επιμέρους τμήματα, επιτρέποντας τη σύγκριση μεταξύ της ενέργειας που διακινείται σε ένα συγκεκριμένο τμήμα του δικτύου και της ενέργειας που καταγράφεται από τους μετρητές των καταναλωτών που εξυπηρετούνται από αυτό.

Η μεθοδολογία αυτή παρέχει τη δυνατότητα στοχευμένου ελέγχου, καθώς οι αποκλίσεις που εντοπίζονται σε συγκεκριμένα τμήματα μπορούν να υποδείξουν με μεγάλη ακρίβεια τα σημεία όπου εκδηλώνονται ρευματοκλοπές ή άλλες μορφές μη τεχνικών απωλειών. Σε αντίθεση με τις κλασικές προσεγγίσεις που απαιτούν γενικευμένους ή τυχαίους ελέγχους, η χρήση δικτυακών αισθητήρων συμβάλλει στη μείωση του χρόνου και του κόστους εντοπισμού, κατευθύνοντας τις ομάδες ελέγχου σε περιοχές υψηλής πιθανότητας παραβατικότητας.

Επιπλέον, οι τοπικοί μετρητές φορτίου μπορούν να υποστηρίξουν και την ανάπτυξη αναλυτικών εργαλείων και αλγορίθμων πρόβλεψης, καθώς παρέχουν συνεχές και υψηλής ανάλυσης ρεύμα δεδομένων που μπορεί να αξιοποιηθεί για την ανάλυση τάσεων και την ανίχνευση ανωμαλιών. Η ενσωμάτωσή τους με τεχνολογίες τηλεμέτρησης και IoT ενισχύει τη δυνατότητα παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο και επιτρέπει την άμεση ενεργοποίηση ειδοποιήσεων ή αυτοματοποιημένων παρεμβάσεων σε περιπτώσεις ύποπτων αποκλίσεων.

Συνολικά, η χρήση δικτυακών αισθητήρων και τοπικών μετρητών φορτίου δεν περιορίζεται μόνο στη μείωση των μη τεχνικών απωλειών, αλλά συμβάλλει και στη συνολική αναβάθμιση της λειτουργίας του δικτύου διανομής, ενισχύοντας την αξιοπιστία, την αποδοτικότητα και τη διαφάνεια του ενεργειακού συστήματος.

ε. Προστασία φυσικής πρόσβασης και ενίσχυση σφραγίδων

Η προστασία φυσικής πρόσβασης και η ενίσχυση των σφραγίδων ασφαλείας αποτελούν μια παραδοσιακή αλλά πάντοτε αναγκαία διάσταση στην προσπάθεια μείωσης των μη τεχνικών απωλειών. Η φυσική ασφάλεια των μετρητών είναι εξίσου σημαντική με την ψηφιακή προστασία, καθώς σε πολλές περιπτώσεις οι παρεμβάσεις πραγματοποιούνται απευθείας στη συσκευή ή στις συνδέσεις της. Η χρήση σφραγίδων υψηλής ασφάλειας, οι οποίες είναι κατασκευασμένες από υλικά δύσκολα παραβιάσιμα και με δυνατότητα μοναδικής ταυτοποίησης, μειώνει σημαντικά την πιθανότητα μη εξουσιοδοτημένων επεμβάσεων.

Επιπλέον, η εγκατάσταση καλυμμάτων από ανθεκτικά υλικά που προστατεύουν τον μετρητή από εξωτερικές παρεμβάσεις ενισχύει περαιτέρω την ακεραιότητα της συσκευής. Προηγμένες λύσεις περιλαμβάνουν τη χρήση μηχανισμών καταγραφής παραβίασης (tamper detection systems), οι οποίοι ενεργοποιούνται και καταγράφουν κάθε

προσπάθεια ανοίγματος ή αλλοίωσης του μετρητή. Αυτά τα συστήματα μπορούν να συνδυάζονται με την τηλεμέτρηση, αποστέλλοντας σε πραγματικό χρόνο ειδοποιήσεις στον πάροχο σε περίπτωση παραβίασης, γεγονός που επιτρέπει άμεση αντίδραση και επιτόπιο έλεγχο.

Η ενίσχυση της φυσικής ασφάλειας δεν περιορίζεται μόνο στην αποτροπή της παράνομης πρόσβασης, αλλά λειτουργεί και ως ψυχολογικός αποτρεπτικός παράγοντας, καθώς η ύπαρξη ορατών σφραγίδων και προστατευτικών μηχανισμών καθιστά πιο εμφανείς τις πιθανές συνέπειες μιας παραβίασης. Σε συνδυασμό με τις νομικές κυρώσεις, τα μέτρα αυτά συμβάλλουν στην καλλιέργεια κουλτούρας συμμόρφωσης και στην ενίσχυση της εμπιστοσύνης των καταναλωτών ότι το σύστημα λειτουργεί με διαφάνεια και αξιοπιστία.

Συνολικά, η προστασία φυσικής πρόσβασης και η ενίσχυση σφραγίδων ασφαλείας, αν και συχνά θεωρούνται «παραδοσιακές» μέθοδοι, παραμένουν κρίσιμες για την ολοκληρωμένη στρατηγική αντιμετώπισης των μη τεχνικών απωλειών, καθώς δημιουργούν ένα πρώτο επίπεδο άμυνας που λειτουργεί συμπληρωματικά με τις πιο σύγχρονες τεχνολογικές λύσεις, όπως οι έξυπνοι μετρητές και τα συστήματα τηλεμέτρησης.

στ. Διασύνδεση με GIS και χαρτογράφηση συμβάντων

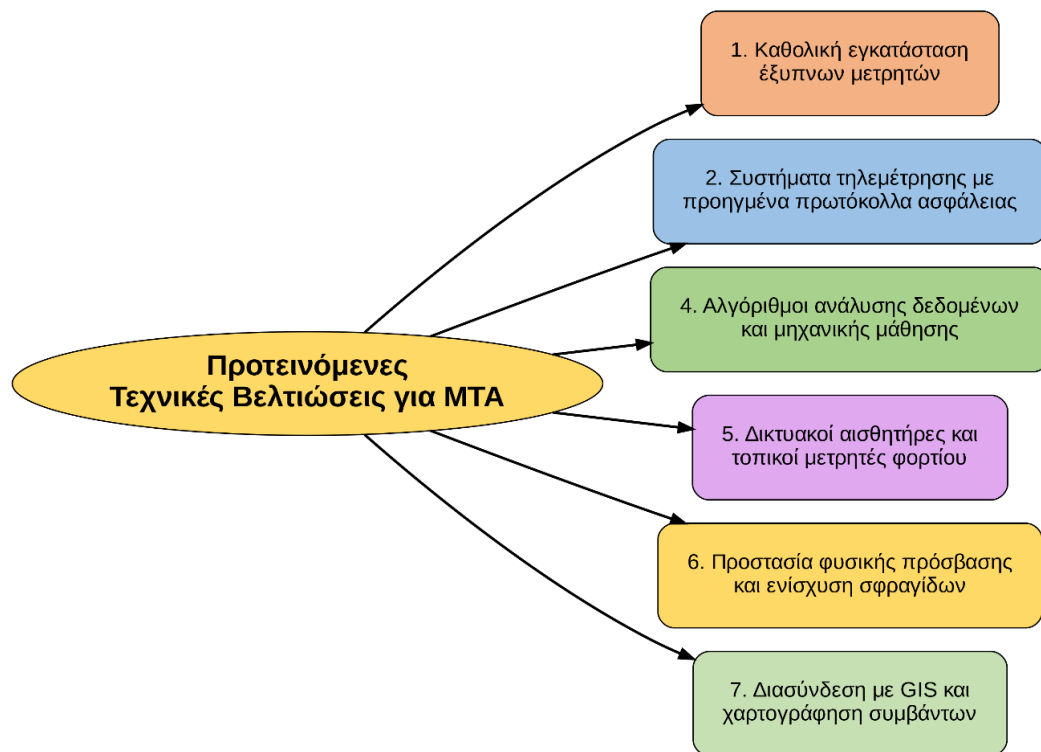
Η διασύνδεση με συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών (GIS) και η χαρτογράφηση συμβάντων ρευματοκλοπής αποτελεί μια προηγμένη μεθοδολογική προσέγγιση που ενισχύει την ικανότητα των παρόχων και των διαχειριστών να κατανοούν και να αντιμετωπίζουν τις μη τεχνικές απώλειες. Μέσω της ενσωμάτωσης των δεδομένων που προέρχονται από μετρητές, δικτυακούς αισθητήρες και επιτόπιους ελέγχους σε πλατφόρμες GIS, καθίσταται εφικτή η οπτικοποίηση των χωρικών κατανομών του φαινομένου. Η απεικόνιση των περιοχών με αυξημένα περιστατικά ρευματοκλοπής παρέχει μια άμεση και εύληπτη εικόνα των εστιών παραβατικότητας, διευκολύνοντας τον εντοπισμό «θερμών σημείων» (hotspots) μέσα στο δίκτυο διανομής.

Η δυνατότητα αυτή ενισχύει ουσιαστικά τον προγραμματισμό των επιτόπιων ελέγχων, καθώς επιτρέπει τη στοχευμένη κατανομή των συνεργειών σε περιοχές υψηλού κινδύνου, μειώνοντας το επιχειρησιακό κόστος και αυξάνοντας την αποτελεσματικότητα των παρεμβάσεων. Παράλληλα, η χαρτογράφηση συμβάντων επιτρέπει την ανάπτυξη προγνωστικών εργαλείων, καθώς ο συνδυασμός των δεδομένων με κοινωνικοοικονομικούς δείκτες, στοιχεία υποδομών και ιστορικά πρότυπα κατανάλωσης μπορεί να αποκαλύψει συσχετίσεις και αιτιώδεις σχέσεις που διαφορετικά θα παρέμεναν αδιόρατες.

Επιπλέον, τα συστήματα GIS παρέχουν τη δυνατότητα χρονικής ανάλυσης, επιτρέποντας την παρακολούθηση της εξέλιξης του φαινομένου σε βάθος χρόνου. Μέσα από τη σύγκριση δεδομένων πολλαπλών ετών, είναι δυνατή η εκτίμηση της αποτελεσματικότητας των μέτρων που λαμβάνονται και η αναπροσαρμογή των στρατηγικών καταστολής και πρόληψης. Τέλος, η οπτικοποίηση των δεδομένων σε διαδραστικούς χάρτες ενισχύει και

τη διαφάνεια προς τις ρυθμιστικές αρχές, προσφέροντας ένα αντικειμενικό εργαλείο αξιολόγησης της προόδου και ενδυναμώνοντας τον θεσμικό έλεγχο.

Συνολικά, η διασύνδεση με GIS και η χαρτογράφηση των περιστατικών ρευματοκλοπής δεν αποτελούν μόνο τεχνικό εργαλείο ανάλυσης, αλλά και στρατηγικό μέσο υποστήριξης της λήψης αποφάσεων, καθώς συμβάλλουν στη στοχευμένη και αποδοτική κατανομή πόρων, στη βελτίωση της κατανόησης του φαινομένου και, τελικά, στη συστηματική μείωση των μη τεχνικών απωλειών.



Εικόνα 7.3 Προτεινόμενες Τεχνικές Βελτιώσεις [13], [15]

7.2.3. Διαχειριστικές Βελτιώσεις

α. Βελτιστοποίηση προγραμματισμού επιτόπιων ελέγχων

Η βελτιστοποίηση του προγραμματισμού επιτόπιων ελέγχων αποτελεί ένα από τα πλέον ουσιαστικά εργαλεία για την αποτελεσματική μείωση των μη τεχνικών απωλειών και ειδικότερα της ρευματοκλοπής. Παραδοσιακά, οι έλεγχοι πραγματοποιούνται είτε σε τυχαία βάση είτε με βάση αυστηρά γεωγραφικά κριτήρια, γεγονός που οδηγεί σε σπατάλη πόρων και περιορισμένη αποδοτικότητα, καθώς συχνά δεν στοχεύουν τις περιοχές ή τις παροχές με τη μεγαλύτερη πιθανότητα παραβατικότητας.

Η ανάπτυξη δυναμικών πλάνων ελέγχου που αξιοποιούν την ανάλυση κινδύνου και τα στατιστικά δεδομένα κατανάλωσης επιτρέπει την ιεράρχηση των περιοχών και των

παροχών σύμφωνα με την εκτιμώμενη πιθανότητα παραβίασης. Μέσω της χρήσης αναλυτικών μοντέλων και αλγορίθμων πρόβλεψης, είναι δυνατός ο προσδιορισμός «θερμών σημείων» (hotspots) και καταναλωτών υψηλού ρίσκου, όπου η πιθανότητα εντοπισμού παραβάσεων είναι σημαντικά μεγαλύτερη.

Με τον τρόπο αυτό, οι διαθέσιμοι πόροι –τεχνικά συνεργεία, χρόνος, εξοπλισμός– κατανέμονται με πιο αποδοτικό και στοχευμένο τρόπο, επιτυγχάνοντας το μέγιστο προσδοκώμενο όφελος από κάθε έλεγχο. Παράλληλα, η δυναμική φύση του πλαισίου σημαίνει ότι τα πλάνα μπορούν να αναπροσαρμόζονται σε πραγματικό χρόνο, ενσωματώνοντας νέα δεδομένα που προκύπτουν από ελέγχους, καταγγελίες ή ανάλυση κατανάλωσης. Έτσι, το σύστημα γίνεται αυτο-βελτιούμενο, αυξάνοντας συνεχώς την αποτελεσματικότητά του.

Η στρατηγική αυτή συμβάλλει όχι μόνο στη μείωση των μη τεχνικών απωλειών, αλλά και στη μείωση του επιχειρησιακού κόστους, καθώς αποφεύγονται άσκοπες ή μη παραγωγικές επιτόπιες επισκέψεις. Επιπλέον, ενισχύει την αξιοπιστία του συστήματος επιβολής, καθώς οι έλεγχοι εμφανίζονται περισσότερο στοχευμένοι και τεκμηριωμένοι, στοιχείο που λειτουργεί και αποτρεπτικά για τους επίδοξους παραβάτες.

β. Δημιουργία εξειδικευμένων ομάδων αντιμετώπισης ΜΤΑ

Η δημιουργία εξειδικευμένων ομάδων αντιμετώπισης μη τεχνικών απωλειών (ΜΤΑ) αποτελεί μια στοχευμένη οργανωτική στρατηγική που μπορεί να ενισχύσει καθοριστικά την ικανότητα του ΔΕΔΔΗΕ και των παρόχων ενέργειας να εντοπίζουν και να διαχειρίζονται αποτελεσματικά περιστατικά ρευματοκλοπής. Σε αντίθεση με τους γενικούς μηχανισμούς ελέγχου, οι οποίοι συχνά λειτουργούν με περιορισμένη εξειδίκευση, οι ομάδες αυτές θα συγκροτούνται από τεχνικούς με εμπειρία στο δίκτυο διανομής, μηχανικούς μέτρησης, αλλά και νομικούς συμβούλους, δημιουργώντας ένα διεπιστημονικό σχήμα που συνδυάζει τεχνική και νομική γνώση.

Η εξειδικευμένη κατάρτιση των συνεργείων θα επιτρέπει την ταχύτερη και πιο αξιόπιστη ανίχνευση παραβατικών παρεμβάσεων, ακόμη και σε περιπτώσεις που απαιτούν υψηλό επίπεδο τεχνικής κατανόησης ή νομικής τεκμηρίωσης. Η δυνατότητα άμεσης σύνδεσης της επιτόπιας διαπίστωσης με νομικά έγκυρα στοιχεία συμβάλλει στη μείωση του κινδύνου αμφισβητήσεων ενώπιον των δικαστικών αρχών, αυξάνοντας την αποτελεσματικότητα της διαδικασίας επιβολής κυρώσεων.

Επιπλέον, οι ομάδες αυτές μπορούν να λειτουργούν ευέλικτα και ταχύτερα σε σύγκριση με τις κλασικές διοικητικές διαδικασίες, καθώς θα είναι σε θέση να αναλαμβάνουν δράση στοχευμένα σε περιοχές ή κατηγορίες καταναλωτών όπου η πιθανότητα ρευματοκλοπής είναι υψηλή. Αυτό σημαίνει καλύτερη αξιοποίηση των διαθέσιμων πόρων, μείωση του κόστους και αυξημένη αποτρεπτική ισχύ απέναντι στους παραβάτες.

Τέλος, η ύπαρξη τέτοιων συνεργείων ενισχύει τη συνολική θεσμική αξιοπιστία του συστήματος, καθώς οι καταναλωτές διαπιστώνουν ότι οι έλεγχοι διεξάγονται από εξειδικευμένα και επαρκώς καταρτισμένα όργανα, γεγονός που ενισχύει την εμπιστοσύνη

στη δικαιοσύνη και στη διαφάνεια των ενεργειακών διαδικασιών. Συνεπώς, η δημιουργία εξειδικευμένων ομάδων αντιμετώπισης ΜΤΑ δεν αποτελεί απλώς τεχνικό μέτρο, αλλά μία πολυεπίπεδη θεσμική παρέμβαση με άμεσες και μακροπρόθεσμες επιπτώσεις στη μείωση των μη τεχνικών απωλειών.

γ. Αναβάθμιση διαδικασιών καταγραφής και τεκμηρίωσης

Η αναβάθμιση των διαδικασιών καταγραφής και τεκμηρίωσης περιστατικών ρευματοκλοπής αποτελεί κρίσιμο βήμα για τη διασφάλιση της αξιοπιστίας και της νομικής ισχύος των ευρημάτων. Ήδη ο ΔΕΔΔΗΕ αξιοποιεί σύγχρονα μέσα, όπως φορητές συσκευές (τάμπλετ) για την άμεση εισαγωγή δεδομένων στο πεδίο, καθώς και λήψη φωτογραφιών και βίντεο για την οπτική τεκμηρίωση των παραβάσεων. Η χρήση αυτών των μεθόδων συμβάλλει στην αμεσότητα, στη διαφάνεια και στη μείωση των σφαλμάτων που θα μπορούσαν να προκύψουν από χειρόγραφες διαδικασίες. Ωστόσο, η εξέλιξη της τεχνολογίας προσφέρει πρόσθετες δυνατότητες βελτιστοποίησης μέσω της αξιοποίησης της τεχνητής νοημοσύνης.

δ. Συνεργασία μεταξύ φορέων και ανταλλαγή δεδομένων

Η συνεργασία μεταξύ φορέων και η ανταλλαγή δεδομένων αποτελεί κρίσιμη προϋπόθεση για την αποτελεσματική αντιμετώπιση των μη τεχνικών απωλειών και ειδικότερα της ρευματοκλοπής. Το φαινόμενο αυτό χαρακτηρίζεται από πολυπλοκότητα, καθώς εμπλέκει τεχνικά, νομικά και κοινωνικά ζητήματα, τα οποία δεν είναι δυνατόν να αντιμετωπιστούν μονομερώς από έναν μόνο οργανισμό. Η θέσπιση θεσμοθετημένων μηχανισμών συνεργασίας ανάμεσα στον ΔΕΔΔΗΕ, τους παρόχους ηλεκτρικής ενέργειας, τις αστυνομικές αρχές και τις δικαστικές υπηρεσίες μπορεί να ενισχύσει τον συντονισμό και να επιταχύνει τη διαδικασία εντοπισμού και καταστολής παραβάσεων.

Η ανταλλαγή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, με βάση διαλειτουργικά πληροφοριακά συστήματα, επιτρέπει την αποφυγή κενών πληροφόρησης και την άμεση διασταύρωση στοιχείων. Με τον τρόπο αυτό, κάθε περιστατικό ρευματοκλοπής μπορεί να τεκμηριώνεται πληρέστερα, διευκολύνοντας τόσο την τεχνική διερεύνηση όσο και τη νομική διαχείρισή του. Παράλληλα, η θέσπιση κοινών πρωτοκόλλων δράσης ενισχύει την ομοιομορφία στον χειρισμό των υποθέσεων, μειώνει την πιθανότητα ασυνεπειών και αυξάνει την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων.

Η συνεργασία αυτή δεν περιορίζεται μόνο στον άμεσο εντοπισμό και την καταστολή περιστατικών, αλλά συμβάλλει και στη μακροπρόθεσμη πρόληψη. Μέσω της συστηματικής ανάλυσης και της από κοινού αξιοποίησης των δεδομένων, είναι εφικτή η αναγνώριση τάσεων και προτύπων παραβατικότητας, τα οποία μπορούν να τροφοδοτήσουν στρατηγικές πρόληψης και εκπαιδευτικές δράσεις. Επιπλέον, η στενή συνεργασία με τις δικαστικές αρχές διασφαλίζει την ταχύτερη απονομή δικαιοσύνης και την αποφυγή πολύχρονων καθυστερήσεων που μειώνουν την αποτρεπτική ισχύ των κυρώσεων.

Συνολικά, η συνεργασία μεταξύ φορέων και η θεσμοθετημένη ανταλλαγή δεδομένων συμβάλλουν στη δημιουργία ενός ολοκληρωμένου συστήματος πρόληψης και καταστολής των μη τεχνικών απωλειών, όπου η συνέργεια των εμπλεκόμενων μερών οδηγεί σε μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα, μειωμένο κόστος και αυξημένη εμπιστοσύνη των πολιτών προς το ενεργειακό σύστημα.

ε. Εκπαίδευση προσωπικού και συνεχή επιμόρφωση

Η εκπαίδευση προσωπικού και η συνεχής επιμόρφωση αποτελούν θεμελιώδη στοιχεία μιας ολοκληρωμένης στρατηγικής αντιμετώπισης των μη τεχνικών απωλειών. Η ρευματοκλοπή εξελίσσεται διαρκώς, καθώς οι παραβάτες αναπτύσσουν νέες και πιο σύνθετες τεχνικές παρέμβασης στους μετρητές ή στο δίκτυο, γεγονός που απαιτεί από το προσωπικό των φορέων να είναι σε θέση να αναγνωρίζει άμεσα και να αντιμετωπίζει τέτοιου είδους πρακτικές. Η οργάνωση προγραμμάτων εκπαίδευσης, τόσο για τους τεχνικούς όσο και για τους διοικητικούς υπαλλήλους που εμπλέκονται στις διαδικασίες ελέγχου και διαχείρισης περιστατικών, ενισχύει σημαντικά την αποτελεσματικότητα των παρεμβάσεων.

Η εκπαίδευση αυτή πρέπει να είναι επαναλαμβανόμενη και διαρκώς επικαιροποιημένη, ώστε να ανταποκρίνεται στις τεχνολογικές εξελίξεις και στις νέες μορφές παραβατικότητας. Τα προγράμματα μπορούν να περιλαμβάνουν τεχνικές ενότητες σχετικά με τα συστήματα μέτρησης και τηλεμέτρησης, τις μεθόδους εντοπισμού ανωμαλιών, αλλά και πρακτικές ασκήσεις πεδίου για την εξοικείωση με πραγματικά περιστατικά. Παράλληλα, η ενσωμάτωση βέλτιστων πρακτικών από διεθνείς εμπειρίες παρέχει στους εργαζόμενους την απαραίτητη γνώση ώστε να αξιοποιούν τις πιο σύγχρονες μεθόδους και τεχνολογίες.

Εξίσου σημαντική είναι η ανάπτυξη εκπαιδευτικών δράσεων που θα εστιάζουν στη νομική διάσταση των υποθέσεων, ώστε οι υπάλληλοι να είναι σε θέση να τεκμηριώνουν τα περιστατικά με τρόπο που να αντέχει σε ενδεχόμενες δικαστικές αμφισβητήσεις. Η διεπιστημονική κατάρτιση ενισχύει την ακρίβεια και τη διαφάνεια των διαδικασιών, μειώνοντας τον κίνδυνο σφαλμάτων και καθυστερήσεων.

Συνολικά, η συνεχής εκπαίδευση και επιμόρφωση του προσωπικού αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για την ανθεκτικότητα του συστήματος απέναντι στις μη τεχνικές απώλειες. Ενισχύει την επιχειρησιακή ετοιμότητα, μειώνει τον χρόνο αντίδρασης, αυξάνει την αποτελεσματικότητα των ελέγχων και, τελικά, συμβάλλει στη διαμόρφωση μιας κουλτούρας πρόληψης και διαφάνειας που είναι αναγκαία για τη βιώσιμη λειτουργία του ενεργειακού συστήματος.

στ. Αξιοποίηση εργαλείων διαχείρισης έργων και ροής εργασιών

Η αξιοποίηση εργαλείων διαχείρισης έργων και ροής εργασιών (project and workflow management tools) αποτελεί σημαντικό οργανωτικό μέτρο για τη βελτίωση της αποδοτικότητας στη διαχείριση περιστατικών ρευματοκλοπής και γενικότερα μη τεχνικών απωλειών. Τα περιστατικά αυτά συχνά απαιτούν τον συντονισμό πολλών εμπλεκόμενων φορέων — τεχνικών συνεργείων, διοικητικών υπηρεσιών, νομικών τμημάτων και

δικαστικών αρχών — γεγονός που αυξάνει τον κίνδυνο καθυστερήσεων ή απώλειας κρίσιμων πληροφοριών.

Η χρήση λογισμικού διαχείρισης έργων επιτρέπει την παρακολούθηση της πορείας κάθε υπόθεσης σε όλα τα στάδια: από τον αρχικό εντοπισμό, την καταγραφή και την τεχνική διερεύνηση, μέχρι τη νομική τεκμηρίωση και την τελική επίλυση. Με τον τρόπο αυτό, αποφεύγονται καθυστερήσεις που οφείλονται σε ελλιπή συντονισμό, ενώ εξασφαλίζεται πλήρης εικόνα του φορτίου εργασίας σε πραγματικό χρόνο.

Επιπρόσθετα, τα εργαλεία αυτά μπορούν να ενσωματωθούν με βάσεις δεδομένων και συστήματα τηλεμέτρησης, επιτρέποντας τη δημιουργία ενιαίων πληροφοριακών οικοσυστημάτων που συνδυάζουν τεχνικά, διοικητικά και νομικά δεδομένα. Ένα τέτοιο ολοκληρωμένο περιβάλλον εργασίας ενισχύει τη διαφάνεια, επιτρέπει την ακριβή παρακολούθηση δεικτών απόδοσης (KPIs) και διευκολύνει την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των στρατηγικών μείωσης ΜΤΑ.

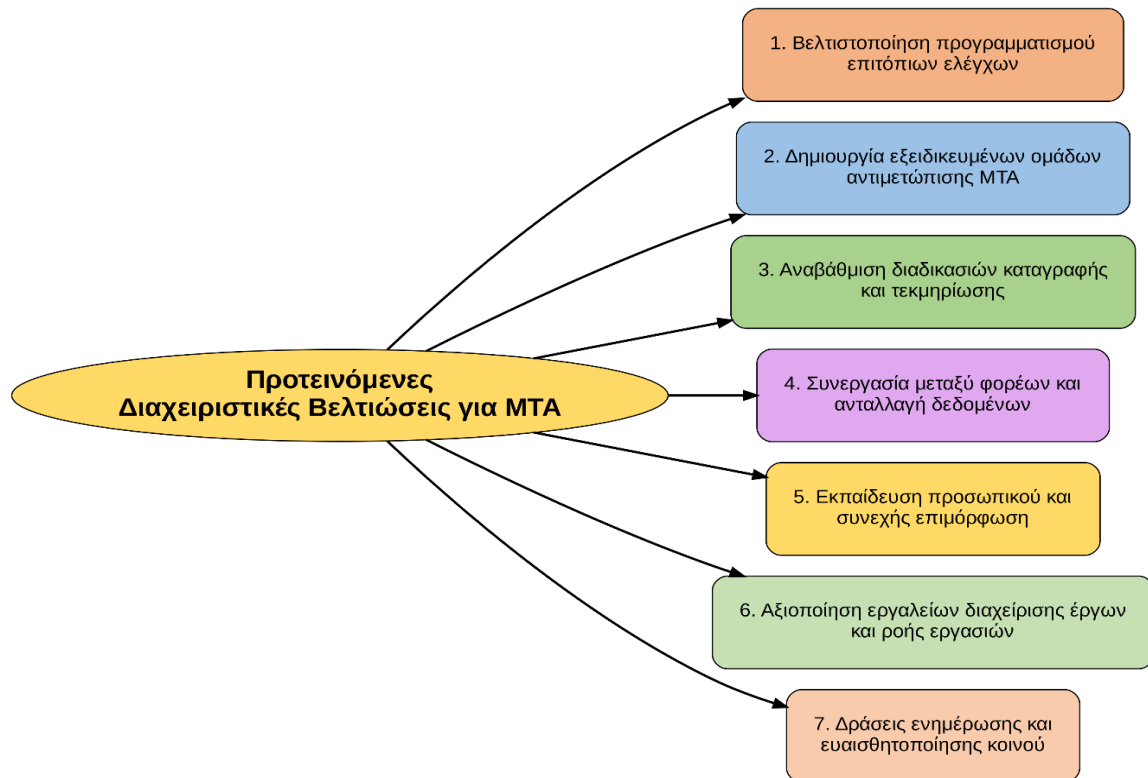
ζ. Δράσεις ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης κοινού

Η υιοθέτηση δράσεων ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης του κοινού αποτελεί κρίσιμο συμπλήρωμα των τεχνικών και νομικών μέτρων για την αντιμετώπιση των μη τεχνικών απωλειών. Σε πολλές περιπτώσεις, η ρευματοκλοπή δεν συνδέεται αποκλειστικά με οργανωμένες μορφές παραβατικότητας, αλλά με ελλιπή κατανόηση των συνεπειών που επιφέρει η συγκεκριμένη πρακτική τόσο στο ενεργειακό σύστημα όσο και στην κοινωνία συνολικά. Μέσα από στοχευμένες εκστρατείες ενημέρωσης, είναι δυνατό να αναδειχθούν οι τεχνικές επιπτώσεις (υποβάθμιση της ποιότητας ισχύος, αστάθεια δικτύου), οι οικονομικές συνέπειες (αύξηση τιμολογίων για τους συνεπείς καταναλωτές, απώλειες εσόδων για τους παρόχους) αλλά και οι κοινωνικές διαστάσεις (αθέμιτη ανισότητα, διάβρωση εμπιστοσύνης στους θεσμούς).

Η ευαισθητοποίηση των πολιτών συμβάλλει στην καλλιέργεια μιας κουλτούρας ενεργειακής υπευθυνότητας, όπου η συμμόρφωση δεν προκύπτει μόνο από τον φόβο των κυρώσεων, αλλά και από την επίγνωση ότι η ρευματοκλοπή ζημιώνει το σύνολο της κοινωνίας. Μέσα από τη διοργάνωση ενημερωτικών εκδηλώσεων, τη χρήση μαζικών μέσων επικοινωνίας, την ανάπτυξη εκπαιδευτικών προγραμμάτων σε σχολεία και την αξιοποίηση ψηφιακών καναλιών (social media, ιστοσελίδες παρόχων, διαδραστικές εφαρμογές), είναι δυνατό να ενισχυθεί η κατανόηση των πολιτών και να περιοριστεί το κοινωνικό κίνητρο για παραβατική συμπεριφορά.

Επιπλέον, οι δράσεις ενημέρωσης μπορούν να λειτουργήσουν ως εργαλείο ενίσχυσης της κοινωνικής νομιμοποίησης των μέτρων που λαμβάνουν οι πάροχοι και οι ρυθμιστικές αρχές. Όταν οι καταναλωτές κατανοούν τον λόγο για τον οποίο εφαρμόζονται αυστηρότερα μέτρα παρακολούθησης ή κυρώσεις, είναι πιθανότερο να τα αποδεχθούν ως αναγκαία για τη διασφάλιση της δίκαιης λειτουργίας του συστήματος. Με τον τρόπο αυτό, η επικοινωνία δεν περιορίζεται σε μια παθητική ενημέρωση, αλλά εξελίσσεται σε διαδραστική διαδικασία που ενισχύει τη συνεργασία και την εμπιστοσύνη μεταξύ πολιτών και φορέων.

Συνολικά, οι δράσεις ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης αποτελούν αναπόσπαστο στοιχείο μιας ολιστικής στρατηγικής αντιμετώπισης των μη τεχνικών απωλειών, καθώς ενδυναμώνουν την κοινωνική συμμόρφωση, μειώνουν την ανοχή προς τη ρευματοκλοπή και δημιουργούν τις προϋποθέσεις για μια πιο βιώσιμη και δίκαιη ενεργειακή αγορά.



Εικόνα 7.4 Προτεινόμενες Διαχειριστικές Βελτιώσεις [3]

7.3. Μελλοντικές τάσεις και τεχνολογίες για την αντιμετώπιση του προβλήματος

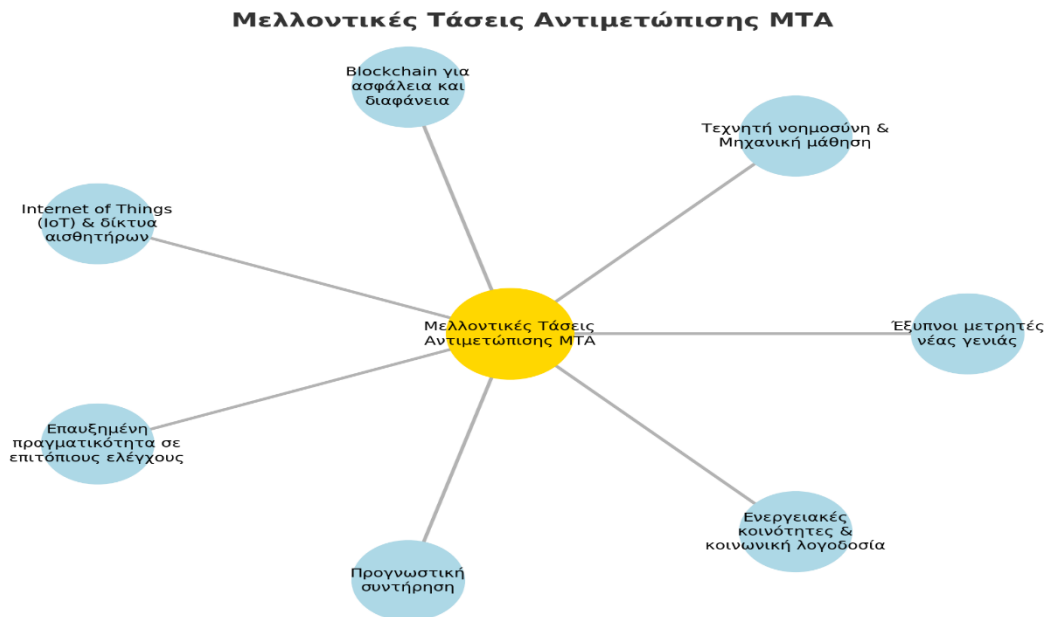
Η μελλοντική αντιμετώπιση του φαινομένου της ρευματοκλοπής και, γενικότερα, των μη τεχνικών απωλειών (ΜΤΑ), αναμένεται να βασιστεί σε μια ολοκληρωμένη στρατηγική που θα συνδυάζει τεχνολογικές καινοτομίες, προηγμένες μεθοδολογίες ανάλυσης δεδομένων και θεσμικές παρεμβάσεις. Οι ΜΤΑ δεν αποτελούν απλώς μια τεχνική δυσλειτουργία του συστήματος, αλλά μια πολυδιάστατη πρόκληση με οικονομικές, κοινωνικές και θεσμικές προεκτάσεις. Επομένως, η προσέγγισή τους απαιτεί ολιστική θεώρηση και συνεργασία όλων των εμπλεκόμενων φορέων, από τους διαχειριστές δικτύων και τους παρόχους ενέργειας έως τους καταναλωτές και τις ρυθμιστικές αρχές.

Στο επίκεντρο αυτής της μετάβασης βρίσκονται οι έξυπνοι μετρητές νέας γενιάς. Οι συσκευές αυτές θα διαθέτουν ενισχυμένα πρωτόκολλα ασφάλειας, πολλαπλούς αισθητήρες προσφέροντας σε πραγματικό χρόνο εικόνα της κατανάλωσης και του τρόπου λειτουργίας των παροχών. Η απομακρυσμένη παρακολούθηση και η αυτόματη ειδοποίηση σε περιπτώσεις ανωμαλιών αναμένεται να περιορίσουν σημαντικά το χρονικό διάστημα εντοπισμού των παρεμβάσεων, μειώνοντας την οικονομική ζημία και ενισχύοντας την αξιοπιστία του δικτύου.

Η τεχνητή νοημοσύνη και η μηχανική μάθηση αναδεικνύονται σε καθοριστικά εργαλεία, καθώς επιτρέπουν την ενοποίηση και αξιοποίηση ετερογενών δεδομένων. Μέσα από την ανάλυση ιστορικών προφίλ κατανάλωσης, κλιματικών δεδομένων, κοινωνικοοικονομικών χαρακτηριστικών και τεχνικών παραμέτρων, τα μοντέλα αυτά θα μπορούν να εντοπίζουν με υψηλή ακρίβεια μοτίβα κατανάλωσης που υποδηλώνουν παραβατικές συμπεριφορές. Σε συνδυασμό με δίκτυα αισθητήρων χαμηλού κόστους και τεχνολογίες Internet of Things (IoT), οι διαχειριστές θα έχουν μια δυναμική, συνεχή και λεπτομερή εικόνα κρίσιμων σημείων του δικτύου, γεγονός που θα ενισχύσει δραστικά την προληπτική και αποτρεπτική διάσταση της διαχείρισης [23].

Παράλληλα, η εφαρμογή τεχνολογιών όπως το blockchain υπόσχεται να προσφέρει ένα νέο επίπεδο ασφάλειας και διαφάνειας. Μέσα από τη δημιουργία ενός αμετάβλητου ψηφιακού μητρώου καταγραφών, θα εξασφαλίζεται η ακεραιότητα των δεδομένων μέτρησης και θα μειώνεται δραστικά η πιθανότητα αμφισβήτησης των στοιχείων. Η επαυξημένη πραγματικότητα, από την άλλη, μπορεί να αναδιαμορφώσει ριζικά τον τρόπο διενέργειας των επιτόπιων ελέγχων, παρέχοντας στους τεχνικούς άμεση πρόσβαση σε ιστορικά δεδομένα, οδηγίες και διαγνωστικά εργαλεία απευθείας στο πεδίο. Η προγνωστική συντήρηση θα λειτουργεί συμπληρωματικά, εντοπίζοντας έγκαιρα τεχνικά σήματα που υποδηλώνουν επικείμενες παραβάσεις ή βλάβες και ενεργοποιώντας διαδικασίες προληπτικής παρέμβασης ή αυτόματης απομόνωσης παροχών.

Σε κοινωνικό και θεσμικό επίπεδο, η ανάπτυξη ενεργειακών κοινοτήτων και η αξιοποίηση διαφανών ψηφιακών πλατφορμών κατανάλωσης ενέργειας ενισχύουν την κοινωνική λογοδοσία, καλλιεργώντας συλλογική ευθύνη και μειώνοντας την ανοχή προς τη ρευματοκλοπή. Η ενεργή συμμετοχή των πολιτών, σε συνδυασμό με σαφές και αποτελεσματικό ρυθμιστικό πλαίσιο, αποτελεί καταλύτη για την οικοδόμηση εμπιστοσύνης και την ενίσχυση της συμμόρφωσης.



Εικόνα 7.5 Μελλοντικές Τάσεις Αντιμετώπισης ΜΤΑ [38]

Συνολικά, οι μελλοντικές τάσεις συγκλίνουν προς τη δημιουργία ενός πολυεπίπεδου πλαισίου πρόληψης και ελέγχου, όπου η τεχνολογία, η ανάλυση δεδομένων και η κοινωνική συμμετοχή θα συνδυάζονται για να εξασφαλίσουν υψηλότερη διαφάνεια, ασφάλεια και αποδοτικότητα στο ενεργειακό σύστημα. Η μείωση των μη τεχνικών απωλειών δεν αποτελεί μόνο τεχνικό ή οικονομικό ζητούμενο, αλλά θεμελιώδη προϋπόθεση για τη βιώσιμη ανάπτυξη, την ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας και την ομαλή ενεργειακή μετάβαση.

Πιο συγκεκριμένα ο ΔΕΔΔΗΕ, στο νέο Σχέδιο Ανάπτυξης Δικτύου (ΣΑΔ) 2026–2030, εντάσσει για πρώτη φορά ειδικό έργο για την υποστήριξη υλοποίησης νέου λειτουργικού μοντέλου διαχείρισης ρευματοκλοπών, με στόχο να μειώσει δραστικά τις απώλειες και να ενισχύσει την αποδοτικότητα του δικτύου.

Το έργο έχει προϋπολογισμό 2,89 εκατ. ευρώ και προβλέπεται να ολοκληρωθεί έως το 2028, με σταδιακή υλοποίηση σε τρία χρόνια (2026–2028). Εντάσσεται στα «νέα έργα» του ΣΑΔ και έρχεται να απαντήσει σε ένα φαινόμενο που δεν πλήττει μόνο τα οικονομικά του ΔΕΔΔΗΕ, αλλά μετακυλίζει στο σύνολο των καταναλωτών, επιβαρύνοντας το ενεργειακό κόστος.



Εικόνα 7.6 Περιγραφή έργου [18]

Όπως σημειώνεται στο Σχέδιο Ανάπτυξης Δικτύου για την περίοδο 2026-2030 που έχει αναρτηθεί από τον Διαχειριστή σε διαβούλευση έως την 1^η Σεπτεμβρίου, ο ΔΕΔΔΗΕ τα τελευταία έτη έχει αναλάβει σειρά πρωτοβουλιών για την αντιμετώπιση των ρευματοκλοπών, υπό εξαιρετικά δυσμενείς συνθήκες (πανδημία, ενεργειακή κρίση, πόλεμος στην Ουκρανία). Μεταξύ αυτών έχει πραγματοποιηθεί σημαντική αύξηση των ελέγχων, τόσο στο πεδίο όσο και στα εργαστήρια του ΔΕΔΔΗΕ. Επίσης έχει τροποποιηθεί το κανονιστικό πλαίσιο (Απόφαση ΡΑΑΕΥ Ε-223/2024), που δίνει πλέον τη δυνατότητα για μηνιαία καταμέτρηση όλων των κατηγοριών καταναλωτών – αντί για την προηγούμενη τετραμηνιαία. Ήδη σήμερα περισσότερο από το 80% των μη τηλεμετρούμενων παροχών καταμετρώνται μηνιαίως, γεγονός που αυξάνει την πιθανότητα εντοπισμού ύποπτων περιστατικών. Επίσης έχει επιταχυνθεί η εγκατάσταση έξυπνων μετρητών σε όλη την Επικράτεια, ώστε να καταστεί πιο αποτελεσματική η συλλογή και ανάλυση δεδομένων.

Την ίδια ώρα, το ΣΑΔ περιλαμβάνει και νέα έργα ψηφιακού μετασχηματισμού. Το ATLAS, με προϋπολογισμό 11,75 εκατ. ευρώ, θα αποτελέσει την κεντρική ψηφιακή πλατφόρμα ενοποίησης και ανάλυσης δεδομένων της αγοράς ενέργειας, με στόχο τον εντοπισμό απάτης (π.χ. ρευματοκλοπές, τιμολογιακές στρεβλώσεις). Παράλληλα, οι βελτιώσεις στις εφαρμογές εξυπηρέτησης πελατών (11,9 εκατ. ευρώ) θα φέρουν νέες δυνατότητες, όπως web portals, self-service πλατφόρμες, πολυγλωσσική υποστήριξη και ενσωμάτωση με έξυπνους μετρητές.

Ο ΔΕΔΔΗΕ επίσης σχετικά με τις ενέργειες για την αντιμετώπιση των ρευματοκλοπών σημειώνει ότι έχουν αποδώσει καθώς, οι τεχνικοί έλεγχοι σχεδόν διπλασιάστηκαν, από περίπου 21.000 την περίοδο 2019-2022 σε πάνω από 42.000 το 2024. Τα πρόστιμα για ρευματοκλοπές ανήλθαν σε περισσότερα από 62 εκατ. ευρώ το 2023, από περίπου 30 εκατ. την προηγούμενη τριετία. Οι εισπράξεις οφειλών αυξήθηκαν θεαματικά, από περίπου 16,4 εκατ. την περίοδο 2019-2022 σε πάνω από 27 εκατ. ευρώ το 2024 [18].

Πηγές:

- [1] Antmann, P. (2009) *Reducing technical and non-technical losses in the power sector*. Washington, DC: World Bank. Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/20786>
- [2] CEER (2020) *Benchmarking Report on Quality of Electricity and Gas Supply*. Brussels: Council of European Energy Regulators. Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://www.ceer.eu>
- [3] Depuru, S.S.S.R., Wang, L. and Devabhaktuni, V. (2011) 'Electricity theft: Overview, issues, prevention and a smart meter based approach to control theft', *Energy Policy*, 39(2), pp. 1007–1015.
- [4] ΔΕΔΔΗΕ (2022) *Ετήσια Έκθεση Δραστηριοτήτων*. Αθήνα: ΔΕΔΔΗΕ. Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://www.deddie.gr>
- [5] ENEL (2015) *Smart Metering Report: Deployment and Results in Italy*. Rome: ENEL. Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://www.enel.com>
- [6] European Commission (2021) *Energy Consumer Policy Report*. Brussels: European Commission. Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://energy.ec.europa.eu>
- [7] IEA (2018) *World Energy Outlook*. Paris: International Energy Agency. Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://www.iea.org>
- [8] Jamil, F. and Ahmad, E. (2010) 'The relationship between electricity theft and electricity prices: Evidence from a panel of South Asian countries', *Energy Policy*, 38(7), pp. 4019–4027.
- [9] Υλικό διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://www.lawspot.gr/nomika-nea>
- [10] Υλικό διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://www.raaey.gr/energeia>
- [11] Smith, T.B. (2004) 'Electricity theft: a comparative analysis', *Energy Policy*.
- [12] Swedish Energy Markets Inspectorate (2014) *Evaluation of Smart Metering Roll-out in Sweden*. Stockholm: Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://www.ei.se>
- [13] UK Department for Business, Energy & Industrial Strategy (BEIS) (2020) *Smart Meter Statistics in Great Britain*. London: BEIS. Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://www.gov.uk/beis>
- [14] ΕΛΣΤΑΤ (Hellenic Statistical Authority) *Στατιστικά Ενέργειας*. Αθήνα: ΕΛΣΤΑΤ. Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://www.statistics.gr>
- [15] International Electrotechnical Commission (IEC) (2019) *Smart metering standards (IEC 62056 series)*. Geneva: IEC. Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://www.iec.ch>

- [16] World Bank (2022). Electric power transmission and distribution losses (% of output). World Development Indicators. Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://data.worldbank.org/indicator/EG.ELC.LOSS.ZS>
- [17] ΔΕΔΔΗΕ (2017). Εγχειρίδιο Διαχείρισης Ρευματοκλοπών, Απόφαση ΠΑΕ 236/2017 (ΦΕΚ Β' 1871/30.05.2017). Διαθέσιμο στο: <https://deddie.gr/el>
- [18] ΔΕΔΔΗΕ (2025). Παρουσίαση έργων. Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://deddie.gr/media>
- [19] ΔΕΔΔΗΕ (2023). Στοιχεία για τις απώλειες ηλεκτρικής ενέργειας στο Δίκτυο Διανομής. Ετήσια Έκθεση Δραστηριοτήτων. Διαθέσιμο στο: <https://deddie.gr/el>
- [20] European Commission (2020). Study on electricity theft as a major source of non-technical losses in the EU. Brussels.
- [21] Υλικό διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://www.deddie.gr/el/themata-diktuou/revmatoklopi>
- [22] Depuru, S. S. S. R., Wang, L., Devabhaktuni, V., & Gudi, N. (2011). Smart meters for power grid: Challenges, issues, advantages and status. Renewable and Sustainable Energy Reviews.
- [23] Zhou, K., Yang, S., & Shao, Z. (2017). Household energy consumption research: A review of smart meter data analytics. Renewable and Sustainable Energy Reviews.
- [24] Jokar, P., Arianpoo, N., & Leung, V. C. M. (2016). Electricity theft detection in AMI using customers' consumption patterns. IEEE Transactions on Smart Grid.
- [25] International Energy Agency (IEA) (2021). World Energy Outlook. Paris: IEA.
- [26] ScienceDirect (2023). Non-technical losses in power systems: causes, economic impact and prevention strategies. Energy Reports.
- [27] Υλικό διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://nevada.public.law/statutes>
- [28] Υλικό διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://mybroadband.co.za/news/energy>
- [29] Υλικό διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://www.legislation.gov.uk/ukpga/1968/60/section/13>
- [30] Υλικό διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://www.buzer.de/>
- [31] Υλικό διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://www.nomoskopio.gr>
- [32] Υλικό διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://www.rae.gr>
- [33] Ν. Τζένης, 'Μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας', εργαστήριο μετρητών και οργάνων ΔΕΗ.
- [34] Υλικό διαθέσιμο από συνεργεία και εργαστήρια ΔΕΔΔΗΕ.

[35] Υλικό διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://www.raaey.gr/energeia/wp>

[36] Υλικό διαθέσιμο στη διεύθυνση:
[https://yangxiao.cs.ua.edu/Detection Methods in Smart Meters for Electricity Thefts
A Survey.pdf](https://yangxiao.cs.ua.edu/Detection%20Methods%20in%20Smart%20Meters%20for%20Electricity%20Thefts%20A%20Survey.pdf)

[37] Υλικό διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://electric.hxgroup.com/en/>

[38] Υλικό διαθέσιμο στη διεύθυνση:
<https://www.worldenergynews.gr/energeia/articles/573220>