



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Έλεγχος λειτουργίας μονάδων αποθήκευσης
ηλεκτρικής ενέργειας για την αντιμετώπιση
θεμάτων συμφόρησης στα Δίκτυα Διανομής
Ηλεκτρικής Ενέργειας

Παρίσης Αλέξανδρος

A.M.: HN07994

Επιβλέπων: Επικ. Καθηγητής Άγγελος Σ. Μπουκουράς

(Υπογραφή)

.....

Παρίσης Αλέξανδρος

Ηλεκτρολόγος Μηχανικός Τ.Ε., ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

© 2023 – Allrightsreserved

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα δίκτυα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας είναι απαραίτητα για την παράδοση ηλεκτρικής ενέργειας από τους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής στους τελικούς χρήστες. Ωστόσο, καθώς αυξάνεται η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας, στα δίκτυα διανομής εμφανίζεται συμφόρηση, με αποτέλεσμα τη μείωση της αξιοπιστίας και της ποιότητας του εφοδιασμού. Η παρούσα πτυχιακή εργασία διερευνά τα αίτια και τις επιπτώσεις της συμφόρησης στα δίκτυα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Αρχικά, η διατριβή παρουσιάζει μια επισκόπηση της τρέχουσας κατάστασης των δικτύων διανομής ηλεκτρικής ενέργειας και των προκλήσεων που αντιμετωπίζουν. Στη συνέχεια εξετάζει την υπάρχουσα βιβλιογραφία σχετικά με τη συμφόρηση στα δίκτυα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας και εντοπίζει τις κύριες αιτίες συμφόρησης, όπως η υψηλή ζήτηση, η ανεπαρκής χωρητικότητα του δικτύου και οι βλάβες του εξοπλισμού. Στη συνέχεια, η διατριβή προτείνει διάφορες λύσεις καταλήγοντας σε μία για την αντιμετώπιση της συμφόρησης στα δίκτυα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, συμπεριλαμβανομένης της αύξησης της χωρητικότητας του δικτύου, της εφαρμογής στρατηγικών διαχείρισης από την πλευρά της ζήτησης και της βελτίωσης της λειτουργίας και συντήρησης του δικτύου. Η αποτελεσματικότητα αυτών των λύσεων αξιολογείται χρησιμοποιώντας ένα μοντέλο προσομοίωσης ενός δικτύου διανομής, το οποίο λαμβάνει υπόψη διάφορα σενάρια και διαμορφώσεις δικτύου. Τέλος, η διατριβή αναφέρεται και στις οικονομικές επιπτώσεις της συμφόρησης στα δίκτυα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, όπως το αυξημένο κόστος για τους διαχειριστές δικτύων και τους τελικούς χρήστες, τη μειωμένη ενεργειακή απόδοση και τις περιβαλλοντικές συνέπειες. Διερευνά επίσης τα ρυθμιστικά πλαίσια και τις πολιτικές που μπορούν να συμβάλουν στον μετριασμό της συμφόρησης και να διασφαλίσουν έναν αξιόπιστο και βιώσιμο εφοδιασμό με ηλεκτρική ενέργεια. Συνολικά, αυτή η διατριβή παρέχει μια ολοκληρωμένη ανάλυση της συμφόρησης στα δίκτυα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας και προσφέρει πληροφορίες για τις λύσεις και τις πολιτικές που μπορούν να εφαρμοστούν για τον μετριασμό των επιπτώσεών της.

Η εργασία εκπονήθηκε στην ερευνητική έκδοση του DigsilentPowerfactory2022c έκδοση 15.1 που διαθέτει το τμήμα Η.Μ.Μ.Υ του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας.

Λέξεις Κλειδιά:Digsilent Powerfactory, Συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας, Παραγωγή μεταφορά και διανομή ηλεκτρικής ενέργειας,συμφόρηση στα δίκτυα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.

ABSTRACT

Electricity distribution networks are essential for delivering electricity from power plants to end-users. However, as the demand for electricity increases, the distribution networks become congested, resulting in reduced reliability and quality of supply. This thesis investigates the causes and impacts of congestion in electricity distribution networks. Firstly, the thesis presents an overview of the current state of electricity distribution networks and the challenges they face. It then reviews the existing literature on congestion in electricity distribution networks and identifies the main causes of congestion, such as high demand, insufficient network capacity, and equipment failures. The thesis then proposes several solutions to address congestion in electricity distribution networks, including increasing network capacity, implementing demand-side management strategies, and improving network operations and maintenance. The effectiveness of these solutions is evaluated using a simulation model of a distribution network, which takes into account various scenarios and network configurations. Finally, the thesis examines the economic impacts of congestion in electricity distribution networks, such as increased costs for network operators and end-users, reduced energy efficiency, and environmental consequences. It also explores the regulatory frameworks and policies that can help mitigate congestion and ensure a reliable and sustainable supply of electricity. Overall, this thesis provides a comprehensive analysis of congestion in electricity distribution networks and offers insights into the solutions and policies that can be implemented to mitigate its impacts.

The paper was prepared in the research version of DigsilentPowerfactory2022c version 15.1 available from the H.M.M.Y department of the University of Western Macedonia.

Keywords:Digsilent Powerfactory, electrical power systems, Electricity generation, transmission and distribution, laboratory exercises, congestion in electricity distribution networks.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	i
Abstract.....	iv
Πίνακας Περιεχομενων.....	vii
Καταλογος Σχηματων.....	x
Καταλογος Πινακων.....	xi
Εισαγωγή.....	1
Introduction.....	3
Κεφαλαιο 1: ΣΥΜΦΟΡΗΣΗ ΣΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	4
1.1 Τι είναι η συμφόρηση και πως προκαλείται στα δίκτυα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.....	4
1.2 Κατανεμημένη παραγωγή σε τι αναφέρεται, θετικά-αρνητικά.....	6
1.2.1 Θετικά και αρνητικά.....	6
1.3 Επίδραση των Φ/Β συστημάτων στις μέρες μας.....	7
1.3.1. θετικά και αρνητικά των Φ/Β.....	9
.....	10
1.4 Ανεμογεννήτριες, η χρήση τους και το πόσο επιρραάζουν την συμφόρηση που παρουσιάζεται στο δίκτυο διανομής.....	10
1.4.1 Θετικά και αρνητικά των ανεμογεννητριών σε σχέση με το δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.....	11
1.5 Ηλεκτρογεννήτριες εφαρμογές και σε ποιες κατηγορίες διαχωρίζονται.....	12
1.6 Εφαρμογές ηλεκτρογεννητριών.....	12
1.7 Ο ρόλος των ηλεκτρογεννητριών στο δίκτυο.....	13
1.8 Η σύγκριση των (ΑΠΕ) σε σχέση με τις ηλεκτρογεννήτριες.....	13
1.9 Αντλίες θερμότητες τι είναι και ποιος ο ρόλος τους.....	14
1.9.1 Θετικά και αρνητικά αντλιών θερμότητας ως προς το δίκτυο διανομής.....	15
1.10 Ηλεκτρικά οχήματα η επιρροή τους ως προς το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας.....	16
1.10.1 Θετικά ηλεκτρικών οχημάτων όσον αφορά το δίκτυο.....	18
1.10.2 Αρνητικά ηλεκτρικών οχημάτων όσον αφορά το δίκτυο.....	18
Κεφαλαιο 2 :ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΔΙΚΤΥΩΝ ΣΥΜΦΟΡΗΣΗΣ, ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	20
2.1 Εισαγωγή.....	20
Σχήμα:1 Δίκτυο 33 ζυγών χωρίς συμφόρηση.....	20
Πίνακας 1: Ονομαστικές τιμές δικτύου 33 ζυγών.....	21
Πίνακας:2 Ονομαστικές τιμές φορτίων δικτύου 33 ζυγών.....	22
Πίνακας:3 Ονομαστικές τιμές δικτύου 33 ζυγών R-X' (LINE).....	23
Πίνακας:4 Αποτελέσματα τιμών τάσεων δικτύου 33 ζυγών.....	24
Πίνακας:5 Αποτελέσματα τιμών των φορτίων του δικτύου 33 ζυγών.....	26
Πίνακας:6 Αποτελέσματα φόρτισης των γραμμών(%) δικτύου 33 ζυγών.....	27
2.2 Παρατηρήσεις κυκλώματος.....	28

Σχήμα: 2 Με προσθήκη Φ/Β και η επιρροή τους όσον αφορά την συμμόρφωση του δικτύου 33 ζυγών.....	28
Πίνακας:7 Αποτελέσματα τιμών τάσεων δικτύου 33 ζυγών με προσθήκη Φ/Β.....	29
Πίνακας:8 αποτελεσμάτων φόρτισης των γραμμών του δικτύου 33 ζυγών με προσθήκη Φ/Β δικτύου.....	30
2.3 Παρατηρήσεις κυκλώματος.....	31
Σχήμα:3 Με προσθήκη Φ/Β και γεννητριών και ποια είναι η επιρροή τους όσον αφορά την συμμόρφωση του δικτύου των 33 ζυγών.....	31
2.4 Παρατηρήσεις κυκλώματος.....	32
Πίνακας:9 Αποτελέσματα τιμών τάσεων του δικτύου 33 ζυγών με προσθήκη Φ/Β και γεννητριών.....	32
Πίνακας:10 Αποτελεσμάτων φόρτισης των γραμμών δικτύου 33 ζυγών με προσθήκη Φ/Β και γεννητριών.....	33
Κεφαλαίο 3 : ANTIMETΩΠΙΣH ΣYMFOPHΣHΣ TOY ΔIKTYOY ΔIANOMHΣ.....	35
3.1 Εισαγωγή κεφαλαίου.....	35
3.2 Μετριασμός συμμόρφωσης στα Δίκτυα Διανομής.....	35
3.2.1 Τρόποι αντιμετώπισης.....	35
3.3 Επαναποστολή σε δίκτυα διανομής για διαχείριση συμμόρφωσης.....	37
3.4 Μπαταρίες ποια η χρήση τους, σε ποιες κατηγορίες χωρίζονται και με ποιον τρόπο μπορούν να συμβάλλουν στην αντιμετώπιση συμμόρφωσης του δικτύου διανομής.....	38
3.4.1 Τρόπος αντιμετώπισης της συμμόρφωσης.....	39
3.5 Επιλογή τρόπου λειτουργίας του δικτύου διανομής.....	39
3.5.1 1) calculated load flow(απλή ανάλυση ροής φορτίου).....	40
3.5.2 2) Optimal power flow(βέλτιστη ανάλυση ροής φορτίου).....	41
Σχήμα:4 Αντιμετώπιση συμμόρφωσης με χρήση μπαταριών στο δίκτυο 33 ζυγών.....	42
Πίνακας:11 Τιμές φόρτισης γραμμών δικτύου 33 ζυγών αποτελέσματα:1)Αποτελέσματα απλής ανάλυσης ροής φορτίου(calculated load flow).....	42
Πίνακας:12 Αποτελέσματα τάσης δικτύου 33 ζυγών:1)Αποτελέσματα απλής ανάλυσης ροής φορτίου(calculated load flow).....	43
Πίνακας:13 Τιμές φόρτισης γραμμών δικτύου 33 ζυγών:2)Αποτελέσματα βέλτιστης ανάλυσης ροής φορτίου(optimal power flow).....	45
Πίνακας:14 Αποτελέσματα τάσεων του δικτύου 33 ζυγών :2)Αποτελέσματα βέλτιστης ανάλυσης ροής φορτίου(optimal power flow).....	46
3.6 Επιλογή καλύτερης δυνατής λειτουργίας αποτέλεσμα χρήσης των μπαταριών, και λύση του προβλήματος της συμμόρφωσης του δικτύου διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.....	47
3.7 Παρατηρήσεις αποτελεσμάτων.....	48
Αναφορες.....	50
Βιβλιογραφία.....	52

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα:1 Δίκτυο 33 ζυγών χωρίς συμφόρηση.....	20
Σχήμα: 2 με προσθήκη Φ/Β και η επιρροή τους όσον αφορά την συμφόρηση του δικτύου 33 ζυγών.....	29
Σχήμα:3 Με προσθήκη Φ/Β και γεννητριών και ποια είναι η επιρροή τους όσον αφορά την συμφόρηση του δικτύου των 33 ζυγών.....	32
Σχήμα:4 Αντιμετώπιση συμφόρησης με χρήση μπαταριών στο δίκτυο 33 ζυγών.....	43

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Σχήμα:1 Δίκτυο 33 ζυγών χωρίς συμφόρηση.....	20
Πίνακας 1: Ονομαστικές τιμές δικτύου 33 ζυγών.....	21
Πίνακας:2 Ονομαστικές τιμές φορτίων δικτύου 33 ζυγών.....	22
Πίνακας:3 Ονομαστικές τιμές δικτύου 33 ζυγών R-X'(LINE).....	23
Πίνακας:4 Αποτελέσματα τιμών τάσεων δικτύου 33 ζυγών.....	24
Πίνακας:5 Αποτελέσματα τιμών των φορτίων του δικτύου 33 ζυγών.....	26
Πίνακας:6 Αποτελέσματα φόρτισης των γραμμών(%) δικτύου 33 ζυγών.....	27
Σχήμα: 2 με προσθήκη Φ/B και η επιρροή τους όσον αφορά την συμφόρηση του δικτύου 33 ζυγών.....	29
Πίνακας:7 Αποτελέσματα τιμών τάσεων δικτύου 33 ζυγών με προσθήκη Φ/B.....	29
Πίνακας:8 αποτελεσμάτων φόρτισης των γραμμών του δικτύου 33 ζυγών με προσθήκη Φ/B δικτύου.....	31
Σχήμα:3 Με προσθήκη Φ/B και γεννητριών και ποια είναι η επιρροή τους όσον αφορά την συμφόρηση του δικτύου των 33 ζυγών.....	32
Πίνακας:9 αποτελέσματα τιμών τάσεων του δικτύου 33 ζυγών με προσθήκη Φ/B και γεννητριών.....	33
Πίνακας:10 αποτελεσμάτων φόρτισης των γραμμών δικτύου 33 ζυγών με προσθήκη Φ/B και γεννητριών.....	34
Σχήμα:4 Αντιμετώπιση συμφόρησης με χρήση μπαταριών στο δίκτυο 33 ζυγών.....	43
Πίνακας:11 τιμές φόρτισης γραμμών δικτύου 33 ζυγών αποτελέσματα:1)Αποτελέσματα απλής ανάλυσης ροής φορτίου(calculated load flow).....	43
Πίνακας:12 αποτελέσματα τάσης δικτύου 33 ζυγών:1)Αποτελέσματα απλής ανάλυσης ροής φορτίου(calculated load flow).....	45
Πίνακας:13 τιμές φόρτισης γραμμών δικτύου 33 ζυγών:2)Αποτελέσματα βέλτιστης ανάλυσης ροής φορτίου(optimal power flow).....	46
Πίνακας:14 αποτελέσματα τάσεων του δικτύου 33 ζυγών :2)Αποτελέσματα βέλτιστης ανάλυσης ροής φορτίου(optimal power flow).....	47

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η έννοια της συμφόρησης είναι γνωστή σε σχέση με την κυκλοφορία. Η συμφόρηση στα δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας είναι γενικά γνωστή ως ανεπιθύμητος περιορισμός στην ελεύθερη ροή της προσφοράς και ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας λόγω των περιορισμών χωρητικότητας. Γενικά, η συμφόρηση στα δίκτυα εμφανίζεται επειδή με την πάροδο του χρόνου, οι απαιτήσεις των δικτύων εξελίσσονται λόγω της αύξησης του πληθυσμού ή της οικονομικής δραστηριότητας. Τέλος, υπερβαίνει την αρχικά σχεδιασμένη και υλοποιημένη δυναμικότητα του δικτύου. Ιστορικά, η εξέλιξη έλαβε χώρα μάλλον σταδιακά και η πρόσθετη χωρητικότητα του δικτύου συμβαδίζει με τις απαιτήσεις.

Τα πρώτα σημάδια εμφανίστηκαν πριν από περίπου 10 χρόνια με τη ραγδαία μείωση του κόστους των ηλιακών φωτοβολταϊκών. Αυτό, μαζί με τη μείωση των επιδοτήσεων για τη βιομάζα το 2016 προκάλεσε την εμφάνιση ηλιακών πάρκων μεγάλης κλίμακας. Αυτές οι εγκαταστάσεις ήταν στην πρώτη γραμμή ενός πολύ πιο διαδεδομένου φαινομένου, ξεκινώντας από περιοχές με παραδοσιακά ασθενέστερο πλέγμα, όπως περιοχές με μεγάλη γεωργική δραστηριότητα. Στην τρέχουσα εποχή σημειώνονται σημαντικές αλλαγές στο ενεργειακό μας σύστημα. Αυτές οι αλλαγές περιλαμβάνουν, για παράδειγμα, μεταφορά στην ηλεκτρική κινητικότητα, ταχεία εισαγωγή ηλεκτρικών αντλιών θερμότητας και ανάπτυξη (τοπικής) παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας.

INTRODUCTION

The concept of congestion is familiar in relation to traffic. Congestion in electricity grids is generally known as an unwanted restriction on the free flow of electricity supply and demand due to capacity constraints. Generally, network congestion occurs because over time, network demands evolve due to population growth or economic activity. Finally, it exceeds the originally designed and implemented capacity of the network. Historically, development has been rather gradual and additional network capacity has kept pace with demand.

The first signs appeared about 10 years ago with the rapidly decreasing cost of solar PV. This, together with the reduction of biomass subsidies in 2016, caused the emergence of large-scale solar parks. These facilities were at the forefront of a much more widespread phenomenon, starting in areas with a traditionally weaker grid, such as areas with heavy agricultural activity. In the current era, significant changes are taking place in our energy system. These changes include, for example, transfer to electric mobility, rapid introduction of electric heat pumps and development of (local) renewable energy production.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΣΥΜΦΟΡΗΣΗ ΣΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

1.1 Τι είναι η συμφόρηση και πως προκαλείται στα δίκτυα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας

Συμφόρηση στα δίκτυα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, παρατηρούμε ότι παρά τη θετική συμβολή των ελεγχόμενων ηλεκτρικών φορτίων όπως τα ηλεκτρικά οχήματα, τα Φ/Β οι αντλίες θερμότητας, τα (ΑΠΕ), οι γεννήτριες και καταναεμημένη παραγωγή στην παροχή ευελιξίας από την πλευρά της ζήτησης, η ασυντόνιστη λειτουργία αυτών των φορτίων μπορεί να οδηγήσει σε συμφόρηση στα δίκτυα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Τα σύγχρονα συστήματα ισχύος κινούνται προς έξυπνα δίκτυα με υψηλό επίπεδο διείσδυσης μονάδων καταναεμημένης παραγωγής. Ο αριθμός των ελεγχόμενων φορτίων, όπως τα ηλεκτρικά οχήματα οι γεννήτριες και τα Φ/Β, αυξάνονται επίσης συνεχώς στο δίκτυο. Η αυξημένη χρήση αυτών των δυναμικά ευέλικτων φορτίων αλλάζει το ημερήσιο προφίλ ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας των καταναλωτών. Εκτός από αυτές τις τεχνολογικές αλλαγές στα δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας, υπήρξε μια τάση προς την απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας σε επίπεδο χονδρικής και λιανικής. Η μεταρρύθμιση της απελευθέρωσης, ιδίως σε επίπεδο λιανικής, ενθαρρύνει τους λιανικούς παρόχους ηλεκτρικής ενέργειας να προσφέρουν στους πελάτες τους χρεώσεις μεταβλητών χρόνου. Αυτή η σταδιακή μετάβαση στα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας δημιουργεί σοβαρές λειτουργικές προκλήσεις για τα συστήματα διανομής. Αν και οι μονάδες (ΓΔ) βοηθούν στην παράκαμψη της συμφόρησης στα υπάρχοντα δίκτυα μεταφοράς, η υπερβολική παραγωγή ενέργειας από τις (ΓΔ) μπορεί να προκαλέσει συμφόρηση στα συστήματα διανομής. Η υψηλή ζήτηση λόγω και άλλων συστημάτων, μπορεί επίσης να προκαλέσει υπερφόρτωση των γραμμών ηλεκτρικής ενέργειας. Ο διαχειριστής συστήματος διανομής αντιμετωπίζει προβλήματα συμφόρησης όταν ένας μεγάλος αριθμός από αυτά τα φορτία αντλεί ηλεκτρική ενέργεια από το δίκτυο ταυτόχρονα ή προσθέτει(παράγει). Η ασυντόνιστη λειτουργία αυτών των εύκαμπτων φορτίων μπορεί να προκαλέσει απροσδόκητες συμφορήσεις στο σύστημα διανομής.

Η επίλυση της συμφόρησης του δικτύου διανομής ηλεκτρικής ενέργειας θεωρείται ως ένα από τα κύρια καθήκοντα των Διαχειριστών Συστημάτων Διανομής (ΔΣΔ). Στο μακροπρόθεσμο σχεδιασμό, ο (ΔΣΔ) μπορεί να ενισχύσει το δίκτυο διανομής σύμφωνα με τις προσδιορισμένες ανάγκες του δικτύου προκειμένου να αποφευχθούν πιθανές συμφορήσεις στο μέλλον . Μπορεί να αυξήσει τη χωρητικότητα του δικτύου μέσω της ενίσχυσης στην υποδομή του δικτύου . Υπάρχουν συνήθως τρεις κατηγορίες διαχείρισης συμφόρησης , οι οποίες είναι η αναδιαμόρφωση του συστήματος διανομής (δηλαδή, η λειτουργία διακόπτη), ο άμεσος έλεγχος φορτίου κάθε στιγμή και οι μηχανισμοί που βασίζονται στην αγορά. Συνήθως οι μηχανισμοί που βασίζονται στην αγορά σε σύγκριση με άλλες δύο μεθόδους είναι πιο αποτελεσματικοί στο περιβάλλον της αναδιαρθρωμένης αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, μεγιστοποιούν την κοινωνική ευημερία, ενώ προκαλούν μία πολύ μικρή ενόχληση στους πελάτες και μπορούν επίσης να τους επιτρέψουν, όπως και στις Κατανεμημένες Γεννήτριες (ΓΔ) να συμμετάσχουν στη διαδικασία σχεδιασμού ενέργειας του δικτύου διανομής. Μέσω μηχανισμών που βασίζονται στην αγορά, μπορούμε να αξιοποιήσουμε τα οφέλη της ευελιξίας από την πλευρά της ζήτησης για να αντιμετωπίσουμε τις προκλήσεις των εξελισσόμενων δικτύων ηλεκτρικής ενέργειας .

Οι πελάτες επίσης μπορούν να απορροφήσουν κάποια άεργο ισχύ (π.χ. κινητήρας επαγωγής) στην επιτρεπόμενη περιοχή (σύμφωνα με το δίκτυο στο οποίο βρίσκονται). Η παροχή ενεργού και άεργου ισχύος μέσω ενός τροφοδότη ύπαρχει μεγάλη πιθανότητα να οδηγήσει σε προβλήματα πτώσης τάσης. Ομοίως, στην περίπτωση λήψης παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας, το (Pd) μπορεί να είναι αρνητικό και μπορεί να οδηγήσει σε προβλήματα υπέρτασης. Και στις δύο περιπτώσεις, εάν η ροή ισχύος υπερβαίνει τη θερμική. Η επιταχυνόμενη χρήση των Κατανεμημένων Πόρων Ενέργειας και των νέων μορφών φορτίων που συνδέονται στα δίκτυα Μέσης Τάσης (MV) και Χαμηλής Τάσης (LV) αποτελούν μεγάλη πρόκληση για τους Διαχειριστές Συστημάτων Διανομής στο εγγύς μέλλον. Η αμφίδρομη και αβέβαιη ροή ισχύος μπορεί να οδηγήσει σε μεγάλες συμφορήσεις σε ορισμένα σημεία του δικτύου διανομής. Κατά συνέπεια, όλα τα υπάρχοντα στοιχεία είναι υπερφορτωμένα, μπορεί να προκύψουν μεγάλες αποκλίσεις τάσης και μπορεί να συμβούν διαδοχικές αστοχίες. Ως εκ τούτου, οι Διαχειριστές Συστημάτων Διανομής έχουν την υποχρέωση να διερευνήσουν και να βελτιστοποιήσουν το κόστος επένδυσης σε περιουσιακά τους στοιχεία εισάγοντας λειτουργίες έξυπνου δικτύου προκειμένου να μετριάσουν τις αποκλίσεις. Τέλος μπορούμε να αντιληφθούμε πέραν των εναλλακτικών λύσεων ότι η διαχείριση συμφόρησης είναι μια από τις πιο ελπιδοφόρες στρατηγικές για την αντιμετώπιση

των προβλημάτων του δικτύου. Τα συστήματα διαχείρισης συμφόρησης αντιμετωπίζονται παραδοσιακά σε επίπεδο συστήματος μεταφοράς. Τέλος, με την ευρεία χρήση των Κατανεμημένων Γεννητριών (ΓΔ) και τις αναμενόμενες σοβαρές συνθήκες φόρτωσης, η διαδικασία διαχείρισης θα πρέπει να εφαρμοστεί και στο δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.

1.2 Κατανεμημένη παραγωγή σε τι αναφέρεται, θετικά-αρνητικά

Η κατανεμημένη παραγωγή αναφέρεται στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής οι οποίοι είναι μικρής κλίμακας που βρίσκονται κοντά στους τελικούς χρήστες και όχι από κεντρικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής που βρίσκονται μακριά. Η επίδραση της κατανεμημένης παραγωγής στα δίκτυα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να είναι θετική και αρνητική.

1.2.1 Θετικά και αρνητικά.

Θετικά

- Αυξημένη αξιοπιστία και σταθερότητα του δικτύου: Με την χρήση πολλαπλών πηγών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, το δίκτυο γίνεται λιγότερο ευάλωτο σε διακοπές του ρεύματος που προκαλούνται από διάφορες βλάβες στο κεντρικό σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας.
- Βελτιωμένη ενεργειακή απόδοση: Με τη μειωμένη ανάγκη για μεταφορά και διανομή ηλεκτρικής ενέργειας για μεγάλες αποστάσεις, έχουμε μειωμένες απώλειες ενέργειας που σχετίζονται αποκλειστικά με αυτές τις διαδικασίες.
- Αυξημένη υιοθέτηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας: Τα συστήματα κατανεμημένης παραγωγής έχουν την ικανότητα να χρησιμοποιηθούν για την αξιοποίηση των τοπικών (ΑΠΕ), όπως η αιολική και η ηλιακή ενέργεια, συμβάλλοντας στην προώθηση της βιώσιμης χρήσης ενέργειας.

Αρνητικά

- **Τεχνικές προκλήσεις:** Η ενσωμάτωση της κατανεμημένης παραγωγής σε υπάρχοντα δίκτυα διανομής μπορεί να είναι πολύπλοκη, έχοντας την απαίτηση για αλλαγές στο σχεδιασμό και τη διαχείριση του δικτύου.
- **Αυξημένη πολυπλοκότητα του δικτύου:** Με την χρήση περισσότερων πηγών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, η διαχείριση και η παρακολούθηση του δικτύου γίνεται πιο περίπλοκη, απαιτώντας να υπάρξουν προηγμένα συστήματα ελέγχου και παρακολούθησης.
- **Οικονομικές προκλήσεις:** Η ανάπτυξη και η εγκατάσταση συστημάτων κατανεμημένης παραγωγής θα παρατηρήσουμε ότι μπορεί να είναι πιο δαπανηρή από την κεντρική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, οδηγώντας στο σημείο να υπάρξει αυξημένο κόστος ηλεκτρικής ενέργειας για τους καταναλωτές.

Τέλος αντιλαμβανόμαστε ότι ο αντίκτυπος της κατανεμημένης παραγωγής στα δίκτυα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας θα εξαρτηθεί από διάφορους παράγοντες, συμπεριλαμβανομένης της κλίμακας και του τύπου παραγωγής, της υπάρχουσας υποδομής δικτύου και των τοπικών ενεργειακών κανονισμών.

1.3 Επίδραση των Φ/Β συστημάτων στις μέρες μας

Αυτές τις μέρες η ζήτηση για ηλεκτρική ενέργεια αυξάνεται για να καλύψει την επέκταση του φορτίου στο σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας. Η άνοδος της παγκόσμιας θερμοκρασίας του καιρού και η εξάντληση των ορυκτών καυσίμων αλλά και η τιμή του καυσίμου είχαν παρακινήσει περισσότερες έρευνες και ανάπτυξη στο σύστημα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ). Αυτό γίνεται για τη μείωση των εκπομπών (CO₂). Πολλές χώρες έχουν εμπλακεί σε ανανεώσιμες πηγές ηλεκτρικής ενέργειας και έχουν θέσει φιλόδοξο στόχο για την παραγωγή ενέργειας από πράσινες πηγές για την κάλυψη της αναμενόμενης ζήτησης τα επόμενα χρόνια. Τα Φ/Β (PV) δηλαδή η ηλιακή ενέργεια είναι μια από τις σημαντικές πηγές ανανεώσιμης ενέργειας, έχει αυξηθεί σε πολλές χώρες σταθερά τα τελευταία χρόνια. Στην Ευρώπη, η συνδυασμένη στοχευμένη απόδοση συνολικής αναμενόμενης δυναμικότητας παραγωγής Φ/Β ενέργειας ήταν (84,6 GW έως το 2020). Οι εισαγωγές Φ/Β προϊόντων από τις ΗΠΑ έχουν στόχο να καταλάβουν το 10% της παγκόσμιας αγοράς φωτοβολταϊκών έως το 2023. Η παραγωγή φωτοβολταϊκών συστημάτων δεν διαφέρει από άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η ηλιακή ενέργεια είναι συγκριτικά καθαρή επειδή έχει μικρότερη επίδραση στο περιβάλλον, καθώς και εξοικονομεί την εξάντληση των ορυκτών καυσίμων και του άνθρακα. Τα Φ/Β πάνελ είναι μια φυσική συμπεριφορά αυτών των πόρων και είναι ένα σημαντικό

ζήτημα. Η ανατολή και η δύση του ηλίου οδηγεί σε μια τακτική μεταβολή της παραγωγής του φωτοβολταϊκού πίνακα κατά την ημερήσια χρονική περίοδο. Επιπλέον, η έξοδος μπορεί να μειωθεί στο 50%-80% όταν τα σύννεφα περνούν πάνω από Φ/Β εγκαταστάσεις. Σε αυτή την περίπτωση θα απαιτείται εφεδρική ισχύς για την κάλυψη της διακύμανσης εξόδου για να διατηρηθεί η τάση λειτουργίας κάτω από το όριο. Εάν η απόκριση των εφεδρικών στοιχείων είναι πολύ αργή για να καλύψει το πρόβλημα, η ποιότητα ισχύος μπορεί να επηρεάσει αρνητικά. Παρά τις δυσκολίες αυτές, οι ηλιακές Φ/Β μονάδες εξακολουθούν να έχουν την ταχύτερη ανάπτυξη τεχνολογίας ανανεώσιμων πηγών ενέργειας από το 2012. Η ισχύς ήταν σχεδόν 150% και έχει αυξηθεί της εγκατεστημένης ισχύος του 2010 φέρνοντας στη συνολική παραγωγή περίπου (100 GW) . Καθώς η ταχεία αύξηση των φωτοβολταϊκών θα μπορούσε δυνητικά να δημιουργήσει προβλήματα όσον αφορά τη λειτουργία του συστήματος, όπου μια αντίστροφη ισχύς μπορεί να εισαχθεί από υψηλότερα επίπεδα διείσδυσης με αποτέλεσμα την αύξηση των τάσεων και των απωλειών του τροφοδότη. Η εγχυόμενη ισχύς από τις μονάδες φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων στους διαύλους της πλευράς φορτίου θα μειώσει τη ζήτηση του τοπικού φορτίου που οδηγεί σε μείωση των απωλειών και βελτίωση του προφίλ τάσης . Προφανώς, αυτή η περίπτωση ισχύει εφόσον η πραγματική ισχύς ρέει από τον υποσταθμό προς την πλευρά του πελάτη (όταν το φορτίο είναι μικρότερο από την ισχύ Φ/Β). Εάν η παραγωγή Φ/Β είναι μεγαλύτερη από το φορτίο της θέσης του Φ/Β, η ροή ισχύος μπορεί να αντιστραφεί προς τον υποσταθμό. Κατά συνέπεια, μπορεί να αναμένεται αύξηση τάσης κατά μήκος του τροφοδότη του συστήματος διανομής ως αποτέλεσμα της αντίστροφης ροής ισχύος. Η άνοδος της τάσης στον τελικό χρήστη περιορίζει την ποσότητα του επιπέδου διείσδυσης που ήθελε να εγκατασταθεί στο δίκτυο διανομής. Η φυσική συμπεριφορά της ηλιακής πηγής κάνει την παραγωγή των συστημάτων φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων σε κυμαινόμενο προφίλ. Η ταχεία μεταβολή της ισχύος των φωτοβολταϊκών εισάγει μια διακύμανση τάσης κατά μήκος του χρόνου λειτουργίας των Φ/Β και ως εκ τούτου τις επιπτώσεις της στη ρύθμιση της τάσης . Επίσης θα πρέπει να γνωρίζουμε ότι παρόλο που τα Φ/Β μας προσφέρουν μεγάλο ποσοστό ενέργειας στο δίκτυο θα πρέπει να αποθηκεύσουμε την επιπλέον ενέργεια που υπερφορτώνει το δίκτυο

1° :για να μειώσουμε την συμφόρηση του δικτύου και

2° : ώστε να χρησιμοποιηθεί σε περιόδους μεγάλης ζήτησης όπου το δίκτυο δεν μπορεί να υποστηρίξει.

Τέλος θα αναφέρουμε σε δύο κατηγορίες κάποια αρνητικά και κάποια θετικά των Φ/Β συστημάτων όσον αφορά την χρήση τους ως προς το δίκτυο:

1.3.1. Θετικά και αρνητικά των Φ/Β

Θετικά των Φ/Β

- Μειωμένες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου: Με την χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων παρατηρούμε την συμβολή στη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου και συμβάλλει σε ένα καθαρότερο περιβάλλον.
- Αυξημένη ενεργειακή ανεξαρτησία: Με τη χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων, τα άτομα οι οικισμοί και οι κοινότητες μπορούν να εξαρτώνται σε μικρότερο βαθμό από τις παραδοσιακές πηγές ενέργειας, βελτιώνοντας κατά πολύ την ενεργειακή τους ανεξαρτησία.
- Εξοικονόμηση κόστους: Το κόστος των φωτοβολταϊκών συστημάτων έχει μειωθεί με τα χρόνια εξαιτίας της χρήσης από μεγάλο μέρος του πληθυσμού, καθιστώντας τα πιο προσιτά και προσβάσιμα σε άτομα και κοινότητες. Μακροπρόθεσμα, η χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική εξοικονόμηση κόστους και σπατάλης χρημάτων στους λογαριασμούς ηλεκτρικής ενέργειας.

Αρνητικά των Φ/Β

- Αρχικό υψηλό κόστος: Αν και το κόστος έχει μειωθεί, τα φωτοβολταϊκά συστήματα εξακολουθούν να απαιτούν σημαντικά μεγάλη αρχική επένδυση, όπου υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να αποτελεί εμπόδιο για ορισμένα άτομα και κοινότητες.
- Περιορισμένη παραγωγή ενέργειας: Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκά συστήματα εξαρτάται αποκλειστικά από τις καιρικές συνθήκες και περιορίζεται στις ώρες της ημέρας, πράγμα που σημαίνει ότι ενδέχεται να απαιτούνται πρόσθετες πηγές ενέργειας οι οποίες θα χρησιμοποιούνται για την κάλυψη της ζήτησης σε περιόδους χαμηλού ηλιακού φωτός ή υψηλής ζήτησης.
- Απαιτήσεις συντήρησης: Τα φωτοβολταϊκά συστήματα απαιτούν τακτική συντήρηση, συμπεριλαμβανομένου του καθαρισμού των πάνελ για την διασφάλιση της σωστής λειτουργίας τους, γεγονός που μπορεί να αυξήσει το κόστος που σχετίζεται με την τεχνολογία αυτών.
- Περιορισμένη χωρητικότητα αποθήκευσης: Επί του παρόντος, υπάρχουν περιορισμένες επιλογές για συστήματα αποθήκευσης ενέργειας μεγάλης κλίμακας για την

αποθήκευση της περίσσειας ενέργειας που παράγεται από τα φωτοβολταϊκά συστήματα, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε σπατάλη πλεονάζουσας ενέργειας.

1.4 Ανεμογεννήτριες, η χρήση τους και το πόσο επιρρεάζουν την συμφώρηση που παρουσιάζεται στο δίκτυο διανομής

Οι ανεμογεννήτριες μπορούν να βοηθήσουν στη μείωση της συμφώρησης της διανομής ηλεκτρικής ενέργειας παρέχοντας μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας (ΑΠΕ). Η αιολική ενέργεια είναι ένας αποκεντρωμένος και κατανεμημένος ενεργειακός πόρος, που σημαίνει ότι μπορεί να παραχθεί κοντά στο σημείο κατανάλωσης, μειώνοντας την ανάγκη για μετάδοση σε μεγάλες αποστάσεις. Αυτό μπορεί να βοηθήσει στην άμβλυση της συμφώρησης στο δίκτυο μειώνοντας την ποσότητα ενέργειας που χρειάζεται να μεταδοθεί στις ίδιες γραμμές, με αποτέλεσμα ένα πιο σταθερό και αποδοτικό σύστημα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Ωστόσο, η αιολική ενέργεια εξαρτάται αποκλειστικά από τις καιρικές συνθήκες και η απόδοση της ανεμογεννήτριας μπορεί να παρουσιάζει διακυμάνσεις. Αυτό σημαίνει ότι πρέπει να υπάρχουν άλλες πηγές ηλεκτρικής ενέργειας για να διασφαλιστεί ότι το δίκτυο μπορεί να καλύψει τη ζήτηση όταν δεν φυσάει άνεμος. Για την αντιμετώπιση αυτής της πρόκλησης, οι φορείς εκμετάλλευσης του δικτύου και οι επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας χρησιμοποιούν συχνά έναν συνδυασμό ανεμογεννητριών και άλλων πηγών ενέργειας, όπως ηλιακή, υδροηλεκτρική και θερμική, για να εξισορροπήσουν το δίκτυο και να εξασφαλίσουν μια σταθερή παροχή ηλεκτρικής ενέργειας. Συμπερασματικά, οι ανεμογεννήτριες μπορούν να συμβάλουν στη μείωση της συμφώρησης της διανομής ηλεκτρικής ενέργειας παρέχοντας μια κατανεμημένη πηγή ανανεώσιμης ενέργειας. Ωστόσο, για να εξασφαλιστεί μια σταθερή και αξιόπιστη παροχή ηλεκτρικής ενέργειας, πρέπει να χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με άλλες πηγές ενέργειας και να ενσωματώνονται στο συνολικό ενεργειακό μείγμα.

1.4.1 Θετικά και αρνητικά των ανεμογεννητριών σε σχέση με το δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας

Θετικά

- Μειωμένες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου: Οι ανεμογεννήτριες παράγουν ηλεκτρική ενέργεια χωρίς να παράγουν αέρια θερμοκηπίου, γεγονός που μειώνει κατά πολύ τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται και συμβάλλει αποκλειστικά στον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής.
- Αυξημένη ενεργειακή ασφάλεια: Η αιολική ενέργεια λεχει την δυνατότητα να συμβάλει στη βελτίωση της ενεργειακής ασφάλειας, καταφέροντας να μειώσει την εξάρτηση από τα διάφορα ορυκτά καύσιμα και διαφοροποιώντας το ενεργειακό μείγμα.
- Οικονομική: Η αιολική ενέργεια είναι σε πολύ μεγάλο βαθμό οικονομικά αποδοτική και το κόστος των ανεμογεννητριών πλέον μειώνεται κατά πολύ λόγω των τεχνολογικών εξελίξεων, καθιστώντας την ελκυστική επιλογή για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Αρνητικά

- Ενδιάμεση περίοδος: Οι ανεμογεννήτριες εξαρτώνται αποκλειστικά από την ταχύτητα του ανέμου, η οποία μπορεί να είναι μεταβλητή, με αποτέλεσμα να έχει μεγάλες διακυμάνσεις στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτό μπορεί να αποτελέσει πρόκληση για τον διαχειριστή του δικτύου διανομής, ο οποίος πρέπει να εξισορροπήσει την προσφορά και τη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας.
- Περιορισμοί μετάδοσης: Οι ανεμογεννήτριες βρίσκονται τις περισσότερες φορές σε απομακρυσμένες περιοχές με περιορισμένη πρόσβαση στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας, με αποτέλεσμα να υπάρξουν περιορισμοί μετάδοσης και αυξημένο κόστος.
- Θόρυβος και οπτικές επιπτώσεις: Οι ανεμογεννήτριες μπορούν να δημιουργήσουν μεγάλους θορύβους και οπτικές επιπτώσεις που μπορεί να προκαλέσουν αναστάτωση σε κοντινές κοινότητες.

1.5 Ηλεκτρογεννήτριες εφαρμογές και σε ποιες κατηγορίες διαχωρίζονται

Ηλεκτρικές γεννήτριες με μεγάλο εύρος ισχύος εξόδου είναι άμεσα διαθέσιμες. Οι απαιτήσεις χαμηλής αλλά και υψηλής ισχύος μπορούν να καλυφθούν εύκολα επιλέγοντας την κατάλληλη ηλεκτρική γεννήτρια με αντίστοιχη ισχύ εξόδου.

- **Καύσιμο:** Για ηλεκτρικές γεννήτριες διατίθενται διάφορες επιλογές καυσίμου όπως ντίζελ, βενζίνη, φυσικό αέριο, υγραέριο.
- **Φορητότητα:** Υπάρχουν αρκετές διαθέσιμες γεννήτριες στην αγορά που έχουν τροχούς ή λαβές προσαρμοσμένες σε αυτές ώστε να μπορούν να μετακινούνται όσο πιο εύκολα γίνεται από το ένα μέρος στο άλλο.
- **Θόρυβος:** Ορισμένα μοντέλα γεννητριών διαθέτουν τεχνολογία που συμβάλλει στην μείωση του θορύβου, η οποία τους επιτρέπει να διατηρούνται σε πολύ κοντινές αποστάσεις χωρίς να παρουσιάζονται προβλήματα ηχορύπανσης.

1.6 Εφαρμογές ηλεκτρογεννητριών

- Οι ηλεκτρικές γεννήτριες είναι χρήσιμες για σπίτια, καταστήματα, γραφεία κ.λπ. που αντιμετωπίζουν συχνές διακοπές ρεύματος. Λειτουργούν ως εφεδρικές πηγές ρεύματος για να διασφαλίσουν ότι οι συσκευές λαμβάνουν την ηλεκτρική ενέργεια που χρειάζονται.
- Σε διάφορες απομακρυσμένες περιοχές, όπου η ηλεκτρική ενέργεια δεν είναι προσβάσιμη από την κύρια γραμμή, οι ηλεκτρικές γεννήτριες λειτουργούν ως η κύρια πηγή τροφοδοσίας.
- Όταν εργαζόμαστε σε απομακρυσμένες τοποθεσίες όπου δεν είναι δυνατή η πρόσβαση στην ηλεκτρική ενέργεια από το δίκτυο, οι ηλεκτρικές γεννήτριες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να παράξουν την τροφοδοσία μηχανημάτων ή εργαλείων.

1.7 Ο ρόλος των ηλεκτρογεννητριών στο δίκτυο

Η συγχρονισμένη λειτουργία των γεννητριών ηλεκτρικής ενέργειας είναι το βασικό θεμέλιο της σταθερότητας του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας και το κλειδί για την πρόληψη ανεπιθύμητων διακοπών ρεύματος και διακοπής ρεύματος. Εδώ, εξάγουμε τις συνθήκες που εγγυώνται συγχρονισμό στα διάφορα δίκτυα ισχύος με εγγενή ετερογένεια γεννήτριας όταν υποβάλλονται σε μικρές διαταραχές και εκτελούμε μια παραμετρική ανάλυση ευαισθησίας για να κατανοήσουμε το συγχρονισμό με διάφορους τύπους γεννητριών. Καθώς οι πόροι που βασίζονται σε μετατροπείς, οι οποίοι είναι η κύρια τεχνολογία διασύνδεσης για πολλές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ), έχουν αντικαταστήσει τις σύγχρονες γεννήτριες σε συνεχώς αυξανόμενους αριθμούς, το επίκεντρο της προσοχής στις σχετικές προκλήσεις ολοκλήρωσης έχει πέσει κυρίως στον ρόλο της φθίνουσας αδράνειας του συστήματος. Αντίθετα, τα αποτελέσματά μας υπογραμμίζουν τον κρίσιμο ρόλο της απόσβεσης της γεννήτριας στην επίτευξη μιας σταθερής κατάστασης συγχρονισμού. Επιπλέον, αναφέρουμε τη σκοπιμότητα λειτουργίας διασυνδεδεμένων ηλεκτρικών δικτύων με έως και 100% συνεισφορά ισχύος από τεχνολογίες παραγωγής ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που βασίζονται σε μετατροπείς. Η μελέτη αυτή έχει σημαντικές επιπτώσεις καθώς θέτει τη βάση για την ανάπτυξη προηγμένων αρχιτεκτονικών ελέγχου και μεθόδων βελτιστοποίησης δικτύου που διασφαλίζουν τον συγχρονισμό και ανοίγουν περαιτέρω το δρόμο προς την ανεξάρτηση από τον άνθρακα του τομέα ηλεκτρικής ενέργειας.

1.8 Η σύγκριση των (ΑΠΕ) σε σχέση με τις ηλεκτρογεννήτριες

Η απαλλαγή των δικτύων ηλεκτρικής ενέργειας από τις ανθρακούχες εκπομπές είναι μια συνεχής παγκόσμια προσπάθεια που επιταχύνεται ταχέως με την αυξανόμενη αναγνώριση ότι αποτελεί βασικό θεμέλιο λίθο για την επίτευξη ενός βιώσιμου ενεργειακού μέλλοντος. Η απαλλαγή των δικτύων ηλεκτρικής ενέργειας από τον άνθρακα θα απαιτήσει τη μεγάλη κλίμακα ανάπτυξη τεχνολογιών χωρίς άνθρακα, με τη μεταβλητή παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές να αναμένεται να αυξηθεί σημαντικά. Μεταξύ των μεταβλητών τεχνολογιών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, τα ηλιακά Φ/Β (PV) και οι αιολικές μονάδες είναι πλέον ανταγωνιστικά σε σχέση με τη συμβατική παραγωγή στις περισσότερες τοποθεσίες και το κόστος παραγωγής ενέργειας με χρήση σταθμών

ανανεώσιμων πηγών ενέργειας(ΑΠΕ) όπου συνεχίζει να μειώνεται. Αντίστοιχες, γενικά ότι οι τεχνολογίες μεταβλητής παραγωγής ανανεώσιμων πηγών θα συνεχίσουν να κυριαρχούν στη νέα εγκατεστημένη δυναμικότητα παραγωγής τις επόμενες δύο δεκαετίες, ωθώντας τη μετάβαση σε δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας που βασίζονται σε (100%) ανανεώσιμες πηγές ενέργειας με ουσιαστικά αλλαγμένο τοπίο για τον σχετικό σχεδιασμό και διαχείριση της σταθερότητας.

1.9 Αντλίες θερμότητας τι είναι και ποιος ο ρόλος τους

Λοιπόν, τι είναι μια αντλία θερμότητας; Μια αντλία θερμότητας είναι το μέρος ενός συστήματος θέρμανσης και ψύξης το οποίο εγκαθίσταται έξω από το σπίτι σας, όπως ένα κλιματιστικό, ή όπως ο κεντρικός αέρας μπορεί να δροσίσει το σπίτι σας, αλλά είναι επίσης ικανό να παρέχει θερμότητα τους πιο ψυχρούς μήνες, μια αντλία θερμότητας απορροφά τη θερμότητα από τον κρύο εξωτερικό αέρα και τη μεταφέρει σε εσωτερικούς χώρους, και τους θερμότερους μήνες, απορροφά θερμότητα από τον εσωτερικό αέρα για να δροσίσει το σπίτι σας. Η βασική τροφοδοσία γίνεται με ηλεκτρισμό και μεταφέρουν θερμότητα χρησιμοποιώντας ψυκτικό για να παρέχουν άνεση όλο το χρόνο. Επειδή χειρίζονται τόσο την ψύξη όσο και τη θέρμανση, οι ιδιοκτήτες σπιτιού μπορεί να μην χρειάζεται να εγκαταστήσουν ξεχωριστά συστήματα για τη θέρμανση των σπιτιών τους. Σε ψυχρότερα κλίματα, μια ηλεκτρική ταινία θερμότητας μπορεί να προστεθεί στο εσωτερικό (fancoil) για πρόσθετες δυνατότητες. Οι αντλίες θερμότητας δεν καίνε ορυκτά καύσιμα όπως οι φούρνοι, καθιστώντας τις πιο φιλικές προς το περιβάλλον. Ο πιο κοινός τύπος αντλίας θερμότητας είναι η αντλία θερμότητας με πηγή αέρα, η οποία μεταφέρει θερμότητα μεταξύ του σπιτιού σας και του εξωτερικού αέρα. Η σημερινή αντλία θερμότητας μπορεί να μειώσει τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση κατά περίπου 50% σε σύγκριση με τη θέρμανση με ηλεκτρική αντίσταση, όπως φούρνους και θερμαντήρες βάσης. Οι αντλίες θερμότητας υψηλής απόδοσης αφυγραίνουν καλύτερα από τα τυπικά κεντρικά κλιματιστικά, με αποτέλεσμα λιγότερη κατανάλωση ενέργειας και περισσότερη άνεση ψύξης τους καλοκαιρινούς μήνες. Οι αντλίες θερμότητας με πηγή αέρα χρησιμοποιούνται εδώ και πολλά χρόνια σχεδόν σε όλα τα μέρη των Ηνωμένων Πολιτειών, αλλά μέχρι πρόσφατα δεν είχαν χρησιμοποιηθεί σε περιοχές που αντιμετώπισαν παρατεταμένες περιόδους θερμοκρασιών

υπόψηξη. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια, η τεχνολογία αντλιών θερμότητας με πηγή αέρα έχει προχωρήσει έτσι ώστε να προσφέρει πλέον μια νόμιμη εναλλακτική θέρμανσης χώρου σε ψυχρότερες περιοχές.

1.9.1 Θετικά και αρνητικά αντλιών θερμότητας ως προς το δίκτυο διανομής

Θετικά αντλιών θερμότητας

- **Ενεργειακά αποδοτικές:** Οι αντλίες θερμότητας έχουν σαν κύρια πηγή ενέργειας την ηλεκτρική για να μεταφέρουν τη θερμότητα από το ένα μέρος στο άλλο, καθιστώντας τες μια ενεργειακά αποδοτική εναλλακτική λύση στα παραδοσιακά συστήματα θέρμανσης και ψύξης.
- **Οικονομικά:** Αν και οι αντλίες θερμότητας έχουν υψηλό αρχικό κόστος σε σχέση με τα παραδοσιακά συστήματα, μπορούν να εξοικονομήσουν περισσότερα χρήματα μακροπρόθεσμα μέσω της εξοικονόμησης ενέργειας.
- **Ευέλικτο:** Οι αντλίες θερμότητας έχουν την δυνατότητα να θερμάνουν και να δροσίουν έναν συγκεκριμένο χώρο, καθιστώντας τες μια πολύ καλή λύση για όλη την διάρκεια του χρόνου.

Αρνητικά αντλιών θερμότητας

- **αρχικό κόστος:** Οι αντλίες θερμότητας μπορεί να έχουν υψηλότερο αρχικό κόστος σε σχέση με τα περισσότερα παραδοσιακά συστήματα θέρμανσης και ψύξης, καθιστώντας τις λιγότερο προσβάσιμες για ορισμένους ιδιοκτήτες σπιτιού.
- **Πολυπλοκότητα εγκατάστασης:** Οι αντλίες θερμότητας είναι πολύ πιθανό να είναι πιο περίπλοκες στην εγκατάσταση σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα θέρμανσης και ψύξης και μπορεί να απαιτούν επαγγελματική εγκατάσταση.

- Κλιματική εξάρτηση: Οι αντλίες θερμότητας είναι λιγότερο αποτελεσματικές σε πολύ ψυχρά κλίματα, καθώς βασίζονται αποκλειστικά από τον εξωτερικό αέρα ώστε να παράξουν θερμότητα.

Τέλος καταλλήγουμε στο συμπέρασμα ότι οι αντλίες θερμότητας μπορούν να είναι μια εξαιρετική λύση θέρμανσης και ψύξης για πολλούς ιδιοκτήτες σπιτιού και επιχειρήσεις, ιδιαίτερα σε μέτρια κλίματα. Ωστόσο, μπορεί να μην είναι η καλύτερη επιλογή για όλους, ιδιαίτερα σε εξαιρετικά κρύα ή θορυβώδη περιβάλλοντα, ή για όσους δεν μπορούν να ανταπεξέλθουν το αρχικό κόστος κατασκευής ή εγκατάστασης.

1.10 Ηλεκτρικά οχήματα η επιρροή τους ως προς το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας

Η μαζική παρουσία ηλεκτρικών οχημάτων μπορεί να θέσει σε κίνδυνο τη λειτουργία των συστημάτων διανομής . Εάν ένας μεγάλος αριθμός ηλεκτρικών οχημάτων φορτιστεί με μη συντονισμένο τρόπο, μπορεί να συμβούν φαινόμενα υπότασης, θέτοντας σε μεγάλο κίνδυνο τη σταθερότητα των δικτύων διανομής, . Για να αποφευχθεί η κατάσταση αυτή, μπορούν να εφαρμοστούν διάφορες ενέργειες. Ο ευκολότερος, αλλά πιο επιθετικός τρόπος προστασίας της λειτουργίας του δικτύου διανομής, είναι ο περιορισμός ζήτησης της ενεργού ισχύος που καταναλώνεται από τους τελικούς χρήστες ηλεκτρικής ενέργειας όταν η κανονική λειτουργία των δικτύων διανομής βρίσκεται σε κίνδυνο. Για να αποφευχθεί αυτό το δραστικό μέτρο, έχει προταθεί τα τελευταία χρόνια ένας μεγάλος αριθμός διαδικασιών έξυπνης φόρτισης ικανών να μειώσουν την ταυτόχρονη φόρτιση των ηλεκτρικών οχημάτων. Συνήθως, αυτοί οι τύποι διαδικασιών απαιτούν την παρουσία ενός κεντρικού χειριστή που είναι υπεύθυνος για να αποφασίσει σε ποια χρονική στιγμή κάθε ηλεκτρικό όχημα μπορεί να φορτιστεί ή όχι. Αυτές οι διαδικασίες μειώνουν τον έλεγχο των χρηστών ηλεκτρικών οχημάτων σχετικά με την έναρξη, τη διάρκεια και την ολοκλήρωση των διαδικασιών φόρτισης των οχημάτων τους. Μια εναλλακτική διαδικασία για την αποφυγή επεισοδίων παρουσίας υπότασης συνίσταται στην εφαρμογή μηχανισμών ελέγχου της άεργου ισχύος στα σημεία φόρτισης των ηλεκτρικών οχημάτων. Παρατηρείται ότι η υψηλή αναλογία αντίστασης-αντίδρασης σε δίκτυα διανομής χαμηλής τάσης καθιστά την υποστήριξη άεργου ισχύος είναι ένα αρκετά

αποτελεσματικό εργαλείο για τη διαχείριση της τάσης . Παραδοσιακά, ο έλεγχος τάσης εκτελείται τοπικά με έγχυση άεργου ισχύος σε αυτούς τους διαύλους με αποκλίσεις τάσης. Υπό αυτή την έννοια, οι ανορθωτές ισχύος που χρησιμοποιούνται στα σημεία φόρτισης των ηλεκτρικών οχημάτων είναι κατάλληλοι για αναβάθμιση ώστε να παρέχουν μια τέτοια υπηρεσία. Στη συνέχεια, οι φορτιστές ηλεκτρικών οχημάτων μπορούν να παρακολουθούν τοπικά την τάση στο σημείο φόρτισης και να παρέχουν την κατάλληλη τιμή άεργου ισχύος βάσει ενός προκαθορισμένου νόμου ελέγχου. Παρατηρείται ότι αυτός ο μηχανισμός ελέγχου τάσης είναι πλήρως αποκεντρωμένος και δεν απαιτείται αλλαγή των προτιμήσεων φόρτισης των χρηστών ηλεκτρικών οχημάτων. Η ενεργός συμμετοχή των ηλεκτρικών οχημάτων στη λειτουργία συστημάτων ισχύος έχει μελετηθεί εκτενώς τα τελευταία χρόνια. Οι συντάκτες του προτείνουν έναν αριθμό αλγορίθμων φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων λαμβάνοντας υπόψη ρητά τις πιθανές αρνητικές επιπτώσεις στα δίκτυα μεταφοράς και διανομής. Μια συντονισμένη στρατηγική αποστολής για ηλεκτρικά οχήματα και μονάδες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε επίπεδο διανομής που παρέχονται στο δίκτυο. Η αναφορά αναπτύσσει μια πιθανολογική προσέγγιση για την αξιολόγηση του αντίκτυπου των ηλεκτρικών οχημάτων στα δίκτυα διανομής λαμβάνοντας υπόψη μια λεπτομερή μοντελοποίηση των μπαταριών. Στην αναφορά, αναλύεται λεπτομερώς η παροχή βοηθητικών υπηρεσιών από ηλεκτρικά οχήματα σε μια ρεαλιστική μελέτη περίπτωσης. Οι αναφορές μελετούν τη συμβολή των ηλεκτρικών οχημάτων στην κύρια απόκριση συχνότητας. Ο βέλτιστος σχεδιασμός των υποδομών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων ήταν ένα σημαντικό μέλημα των ερευνητών. Η μεγιστοποίηση της διείσδυσης των ηλεκτρικών οχημάτων έχει μελετηθεί , λαμβάνοντας υπόψη ότι η απαιτούμενη ισχύς από τα σημεία φόρτισης των ηλεκτρικών οχημάτων είναι αρκετά υψηλή σε σύγκριση με τα τυπικά προφίλ κατανάλωσης των νοικοκυριών, ο τρόπος με τον οποίο αποφασίζεται η τοποθέτηση σταθμών φόρτισης στα δίκτυα διανομής είναι ένα σχετικό πρόβλημα που πρέπει να λύσουν οι διαχειριστές του δικτύου διανομής. Έχουν προταθεί διαφορετικές προσεγγίσεις για να αποφασιστεί η βέλτιστη θέση των σταθμών φόρτισης σύμφωνα με τις ανάγκες που δημιουργούνται εξαιτίας των χρηστών ηλεκτρικών οχημάτων και τον ιδιαίτερο σχεδιασμό των δικτύων διανομής. Για παράδειγμα, η αναφορά αναλαμβάνει το ρόλο ενός σχεδιαστή δικτύου διανομής που στοχεύει στη βέλτιστη επέκταση του δικτύου διανομής λαμβάνοντας υπόψη την παρουσία σταθμών φόρτισης. . Επίσης θα πρέπει να αντιληφθούμε ότι η επέκταση του δικτύου διανομής έχει μεγάλο όσον αφορά την φόρτιση των (PV) κόστος και ότι η καλύτερη λύση είναι η χρήση των Φ/Β τα οποία θα παράγουν ενέργεια, ώστε να υποστηρίξουν το δίκτυο σε κάποιες ώρες αιχμής που

παρουσιάζεται συμφόρηση στο δίκτυο αξιαιτίας όλων των ηλεκτρικών φορτίων όπου τα οποία έχουν συνδεθεί σε αυτό μέχρι και σήμερα και αυτό θα γίνει με μία μορφή αποθήκευσης περρίσειας ενέργειας η οποία θα δίνεται στο δίκτυο όταν υπάρχει πραγματική ανάγκη.

1.10.1 **Θετικά ηλεκτρικών οχημάτων όσον αφορά το δίκτυο**

- **Εξισορρόπηση φορτίου:** Τα ηλεκτρικά οχήματα μπορούν έχουν την δυνατότητα φορτιστούν σε ώρες εκτός αιχμής, κάτι που μπορεί να βοηθήσει στην εξισορρόπηση του φορτίου στο δίκτυο και να βοηθήσει στη μείωση της ανάγκης για ακριβές εγκαταστάσεις με υψηλότερη τιμή.
- **Σταθερότητα δικτύου:** Τα ηλεκτρικά οχήματα έχουν την δυνατότητα να λειτουργήσουν ως πηγή αποθήκευσης ενέργειας, η οποία μπορεί να βοηθήσει στη σταθεροποίηση του δικτύου σε περιόδους υψηλής ζήτησης ή όταν άλλες πηγές ενέργειας αποτυγχάνουν.

1.10.2 **Αρνητικά ηλεκτρικών οχημάτων όσον αφορά το δίκτυο**

- **Πίεση δικτύου:** Η ασυντόνιστη υιοθέτηση ηλεκτρικών οχημάτων θα μπορούσε να καταπονήσει την υπάρχουσα υποδομή του δικτύου, οδηγώντας σε διακοπές ρεύματος.
- **Αυξημένη ζήτηση κατά τις ώρες αιχμής:** Εάν πολλά ηλεκτρικά οχήματα (EV) φορτίζονται κατά τις ώρες μεγάλης ζήτησης, θα μπορούσε να οδηγήσει σε αυξημένη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας και να ασκήσει πίεση στο δίκτυο, άρα προκαλείται συμφόρηση.
- **Υποδομή φόρτισης:** Η ανάπτυξη της απαραίτητης υποδομής φόρτισης για τα ηλεκτρικά οχήματα (EV) μπορεί να είναι δαπανηρή και χρονοβόρα.

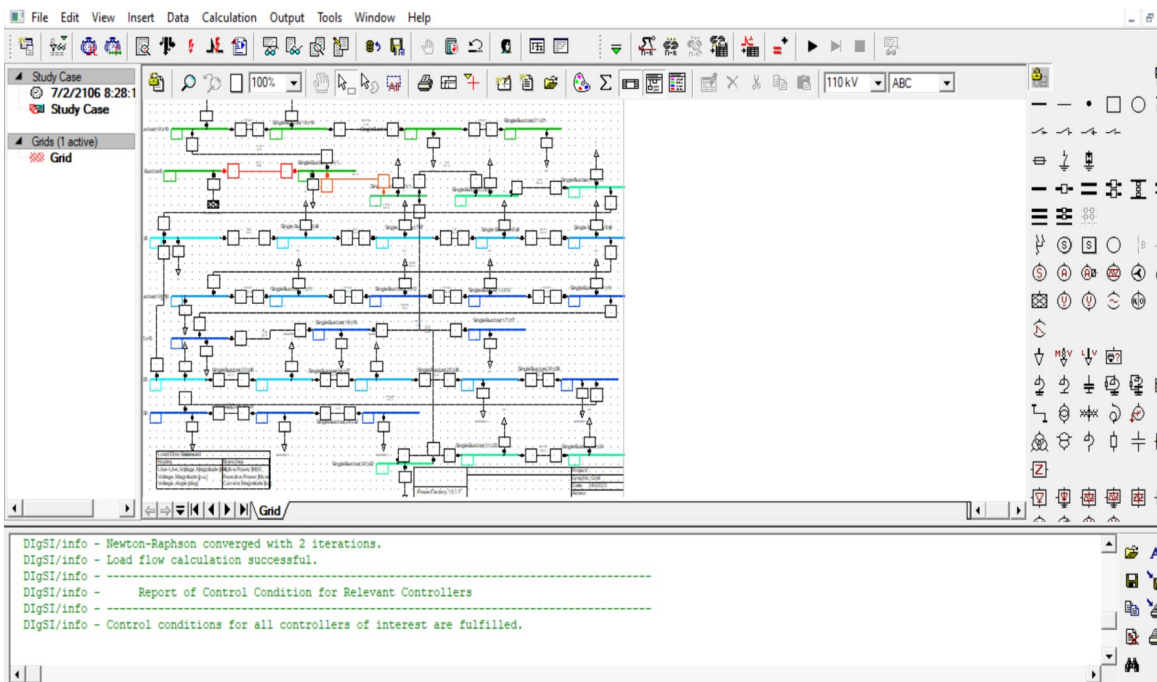
Τέλος μπορούμε να αντιληφθούμε ότι ο αντίκτυπος των ηλεκτρικών οχημάτων στο δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως το ποσοστό υιοθέτησης, η διαθεσιμότητα υποδομής φόρτισης και η ικανότητα εξισορρόπησης της ζήτησης μέσω έξυπνων στρατηγικών φόρτισης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 :ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΔΙΚΤΥΩΝ ΣΥΜΦΟΡΗΣΗΣ, ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

2.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό θα μελετήσουμε κάποιες εναλλακτικές δικτύων ώστε να κατανοήσουμε την επιρροή της συμμόρφωσης στα δίκτυα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, θα πάρουμε αποτελέσματα θα συγκρίνουμε και στο τέλος θα επιλέξουμε την καλύτερη δυνατή λύση για να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα που έχει δημιουργηθεί.

Εισαγωγικό κύκλωμα



Σχήμα:1 Δίκτυο 33 ζυγών χωρίς συμμόρφωση

Πίνακας 1: Ονομαστικές τιμές δικτύου 33 ζυγών

BUS	IN SERVICE	MAX_VM_PU	MIN_V M_PU	NAME	TYPE	VN_KV
0	TRUE	1	1	0	B	12.66
1	TRUE	1,1	0.9	1	B	12.66
2	TRUE	1,1	0.9	2	B	12.66
3	TRUE	1,1	0.9	3	B	12.66
4	TRUE	1,1	0.9	4	B	12.66
5	TRUE	1,1	0.9	5	B	12.66
6	TRUE	1,1	0.9	6	B	12.66
7	TRUE	1,1	0.9	7	B	12.66
8	TRUE	1,1	0.9	8	B	12.66
9	TRUE	1,1	0.9	9	B	12.66
10	TRUE	1,1	0.9	10	B	12.66
11	TRUE	1,1	0.9	11	B	12.66
12	TRUE	1,1	0.9	12	B	12.66
13	TRUE	1,1	0.9	13	B	12.66
14	TRUE	1,1	0.9	14	B	12.66
15	TRUE	1,1	0.9	15	B	12.66
16	TRUE	1,1	0.9	16	B	12.66
17	TRUE	1,1	0.9	17	B	12.66
18	TRUE	1,1	0.9	18	B	12.66
19	TRUE	1,1	0.9	19	B	12.66
20	TRUE	1,1	0.9	20	B	12.66
21	TRUE	1,1	0.9	21	B	12.66
22	TRUE	1,1	0.9	22	B	12.66
23	TRUE	1,1	0.9	23	B	12.66
24	TRUE	1,1	0.9	24	B	12.66
25	TRUE	1,1	0.9	25	B	12.66
26	TRUE	1,1	0.9	26	B	12.66
27	TRUE	1,1	0.9	27	B	12.66
28	TRUE	1,1	0.9	28	B	12.66

29	TRUE	1,1	0.9	29	B	12.66
30	TRUE	1,1	0.9	30	B	12.66
31	TRUE	1,1	0.9	31	B	12.66
32	TRUE	1,1	0.9	32	B	12.66

Πίνακας:2 Ονομαστικές τιμές φορτίων δικτύου 33 ζυγών

BUS	P_MW	Q_MVAR
1	0,1	0,06
2	0,09	0,04
3	0,12	0,08
4	0,06	0,03
5	0,06	0,02
6	0,2	0,1
7	0,2	0,1
8	0,06	0,02
9	0,06	0,02
10	0,045	0,03
11	0,06	0,035
12	0,06	0,035
13	0,12	0,08
14	0,06	0,01
15	0,06	0,02
16	0,06	0,02
17	0,09	0,04
18	0,09	0,04
19	0,09	0,04
20	0,09	0,04
21	0,09	0,04
22	0,09	0,05
23	0,42	0,2

24	0,42	0,2
25	0,06	0,025
26	0,06	0,025
27	0,06	0,02
28	0,12	0,07
29	0,2	0,6
30	0,15	0,07
31	0,21	0,1
32	0,06	0,04

Πίνακας:3 Ονομαστικές τιμές δικτύου 33 ζυγών R-X'(LINE)

	FROM_BUS	LENGTH_K M	R_OHM_PER _KM	TO_BUS	X_OHM_PER _KM
0	0	1	0.092	1	0,047
1	1	1	0.493	2	0,2511
2	2	1	0.366	3	0,1864
3	3	1	0.3811	4	0,1941
4	4	1	0.819	5	0,707
5	5	1	0.1872	6	0,6188
6	6	1	0.7114	7	0,2351
7	7	1	1.03	8	0,74
8	8	1	1.044	9	0,74
9	9	1	0.1966	10	0,065
10	10	1	0.3744	11	0,1238
11	11	1	1.468	12	1,155
12	12	1	0.5416	13	0,7129
13	13	1	0,591	14	0,526
14	14	1	0,7463	15	0,545
15	15	1	1,289	16	1,721
16	16	1	0,732	17	0,574
17	1	1	0,164	18	0,1565

18	18	1	1,5042	19	1,3554
19	19	1	0,4095	20	0,4784
20	20	1	0,7089	21	0,9373
21	2	1	0,4512	22	0,3083
22	22	1	0,898	23	0,7091
23	23	1	0,896	24	0,7011
24	5	1	0,203	25	0,1034
25	25	1	0,2842	26	0,1447
26	26	1	1,059	27	0,9337
27	27	1	0,8042	28	0,7006
28	28	1	0,5075	29	0,2585
29	29	1	0,9744	30	0,963
30	30	1	0,3105	31	0,3619
31	31	1	0,341	32	0,5302
32	20	1	2	7	2
33	8	1	2	14	2
34	11	1	2	21	2
35	17	1	0,5	32	0,5
36	24	1	0,5	28	0,5

Πίνακας:4 Αποτελέσματα τιμών τάσεων δικτύου 33 ζυγών

Bus	Uin(kV)
0	12.7
1	12.6
2	12.4
3	12.3
4	12.3
5	12
6	12

7	11.9
8	11.8
9	11.8
10	11.8
11	11.7
12	11.7
13	11.6
14	11.6
15	11.6
16	11.6
17	11.6
18	12.6
19	12.6
20	12.6
21	12.6
22	12.4
23	12.3
24	12.3
25	12
26	12
27	11.8
28	11.7
29	11.7
30	11.6
31	11.6
32	11.6

Πίνακας:5 Αποτελέσματα τιμών των φορτίων του δικτύου 33 ζυγών

GL(φορτίο)	P	Q	I(kA)
1	0.1	0.1	0.005
2	0.1	0.0	0.005
3	0.1	0.1	0.007
4	0.1	0.1	0.003
5	0.1	0.0	0.003
6	0.2	0.1	0.0011
7	0.2	0.1	0.0011
8	0.2	0.1	0.003
9	0.1	0.0	0.003
10	0.0	0.0	0.003
11	0.1	0.0	0.003
12	0.1	0.0	0.003
13	0.1	0.1	0.007
14	0.1	0.0	0.003
15	0.1	0.0	0.003
16	0.1	0.0	0.003
17	0.1	0.0	0.005
18	0.1	0.0	0.005
19	0.1	0.0	0.005
20	0.1	0.0	0.005
21	0.1	0.0	0.005
22	0.1	0.0	0.005
23	0.4	0.2	0.022
24	0.4	0.2	0.022
25	0.1	0.0	0.003
26	0.1	0.0	0.003
27	0.1	0.0	0.003
28	0.1	0.1	0.007
29	0.2	0.6	0.030

30	0.1	0.1	0.008
31	0.2	0.1	0.0011
32	0.1	0.0	0.003

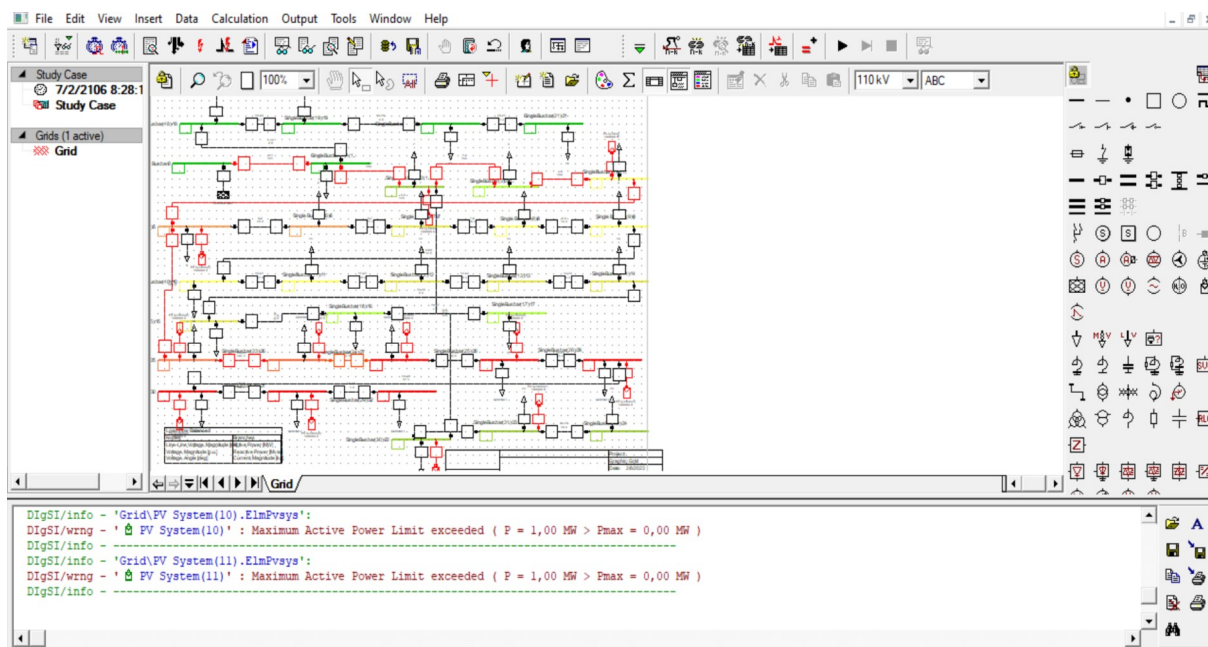
Πίνακας:6 Αποτελέσματα φόρτισης των γραμμών(%) δικτύου 33 ζυγών

LINE	Loading(%)	I(kA)
0-1	105.2	0.210
1-2	93.5	0.187
2-3	67.3	0.135
3-4	63.9	0.128
4-5	62.4	0.125
5-6	29.2	0.058
6-7	23.8	0.048
7-8	18.4	0.037
8-9	16.9	0.034
9-10	15.3	0.031
10-11	14	0.028
11-12	12.3	0.025
12-13	10.6	0.021
13-14	7.1	0.014
14-15	5.6	0.011
15-16	4	0.008
16-17	2.5	0.005
1-18	9	0.018
18-19	6.8	0.014
19-20	4.5	0.009
20-21	2.3	0.005
5-25	32.7	0.065
25-26	31.2	0.062

26-27	29.8	0.060
27-28	28.5	0.057
28-29	25.3	0.051
29-30	11.7	0.023
30-31	7.6	0.015
31-32	1.8	0.004
2-22	24.2	0.048
22-23	21.8	0.044
23-24	10.9	0.022

2.2 Παρατηρήσεις κυκλώματος

Όπως παρατηρούμε από τα αποτελέσματα αλλά και από την λειτουργία του κυκλώματος δεν παρουσιάζεται κάποιο είδος συμφόρησης και αυτό οφείλεται στο ότι δεν παρεμβαίνουν κάποιου είδους επιπρόσθετα φορτία στο δίκτυο όπως Φ/Β , αντλίες θερμότητας, ηλεκτρικά οχήματα, ανεμογεννήτριες άρα καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι όσο το δίκτυο λειτουργεί υπό κανονικές συνθήκες δεν επηρεάζεται από κάποιο είδους συμφόρηση.



Σχήμα: 2 Με προσθήκη Φ/Β και η επιρροή τους όσον αφορά την συμφόρηση του δικτύου 33 ζυγών

Πίνακας:7 Αποτελέσματα τιμών τάσεων δικτύου 33 ζυγών με προσθήκη Φ/Β

BUS	U _{in} (kV)
0	12.6
1	12.7
2	13
3	13.1
4	13.3
5	13.5
6	13.5
7	13.4
8	13.4
9	13.3
10	13.3
11	13.3
12	13.2
13	13.2
14	13.2
15	13.1
16	13.1
17	13.1
18	12.7
19	12.7
20	12.6
21	12.6
22	13
23	13
24	12.9
25	13.6
26	13.7
27	13.9
28	14.1
29	14.1
30	14.2
31	14.2
32	14.2

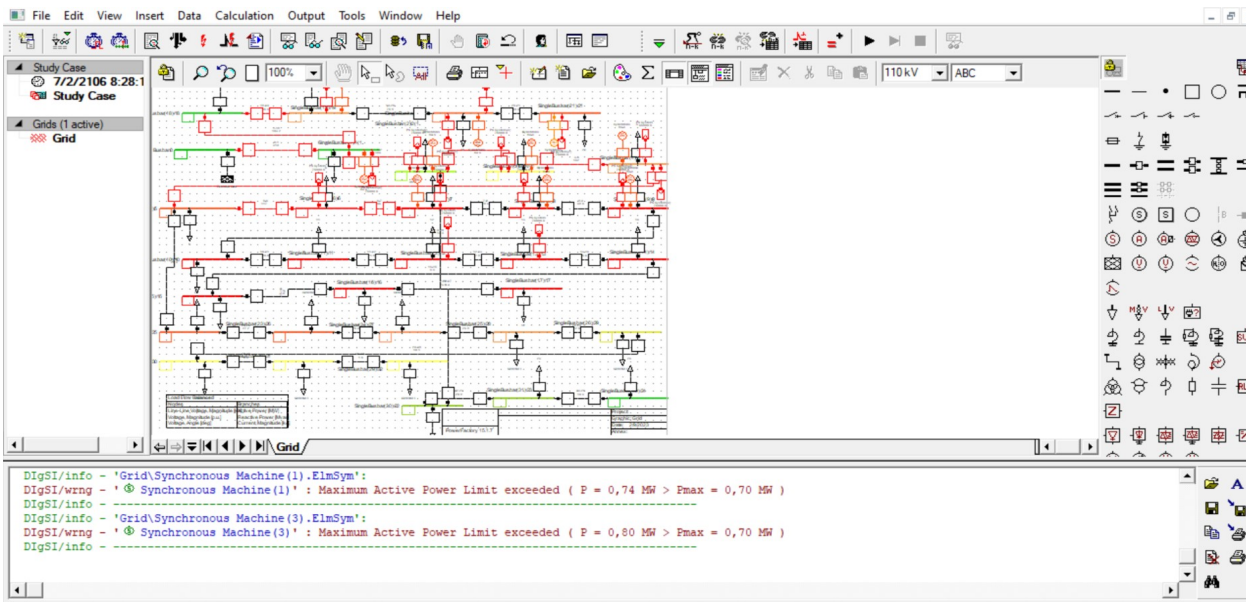
Πίνακας:8 αποτελεσμάτων φόρτισης των γραμμών του δικτύου 33 ζυγών με προσθήκη Φ/B δικτύου

LINE	Loading(%)	I(kA)
0-1	181.3	0.363
1-2	189	0.379

2-3	144.2	0.288
3-4	146.2	0.292
4-5	126.5	0.253
5-6	25.8	0.052
6-7	21.1	0.042
7-8	16.3	0.033
8-9	14.9	0.030
9-10	13.5	0.027
10-11	12.4	0.025
11-12	10.9	0.022
12-13	9.3	0.019
13-14	6.3	0.013
14-15	4.9	0.010
15-16	3.6	0.007
16-17	2.2	0.004
1-18	9	0.018
18-19	6.7	0.013
19-20	4.5	0.009
20-21	2.3	0.005
5-25	126.9	0.254
25-26	107.2	0.214
26-27	87.8	0.176
27-28	68.8	0.138
28-29	51.2	0.102
29-30	32.3	0.065
30-31	15.1	0.030
31-32	1.5	0.003
2-22	25.8	0.052
22-23	9.6	0.019
23-24	10.4	0.021

2.3 Παρατηρήσεις κυκλώματος.

Όπως παρατηρούμε σε αυτήν την λειτουργία κυκλώματος παρουσιάζεται κάποια συμφόρηση και αν κρίνουμε από τα αποτελέσματα όπως και από την λειτουργία του δικτύου αυτό οφείλεται αποκλειστικά στα Φ/Β διότι παράγουν ενέργεια η οποία υπερφορτώνει τις γραμμές και τους ζυγούς και καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι εφόσον θεωρούνται εξωτερικά φορτία το δίκτυο δεν είναι ικανό να αντεπεξέλθει και να υποστηρίξει την επιπλέον ενέργεια που παράγεται.



Σχήμα:3 Με προσθήκη Φ/Β και γεννητριών και ποια είναι η επιρροή τους όσον αφορά την συμφόρηση του δικτύου των 33 ζυγών

2.4 Παρατηρήσεις κυκλώματος.

Όπως παρατηρούμε σε αυτήν την λειτουργία κυκλώματος σε σχέση με την προηγούμενη έχουμε και την προσθήκη γεννητριών εξαιτίας των οποίων παρουσιάζεται ακόμα μεγαλύτερη συμφόρηση και αν κρίνουμε από τα αποτελέσματα όπως και από την λειτουργία του του δι-

κτύου έχει πλέον υπερφορτωθεί άρα θα πρέπει να βρεθεί τρόπος να μειωθεί ή να εξαλειφθεί πλήρως η συμφόρηση διότι η πίεση που ασκείτε πλέον στις γραμμές και στους ζυγούς είναι μεγάλη και έχει σαν αποτέλεσμα το δίκτυο να μην μπορεί να αντεπεξέλθει αλλά και να προκληθούν μεγάλες φθορές.

Πίνακας:9 Αποτελέσματα τιμών τάσεων του δικτύου 33 ζυγών με προσθήκη Φ/Β και γεννητριών

BUS	U _{in} (kV)
0	12.7
1	12.8
2	13.1
3	13.3
4	13.5
5	13.7
6	13.8
7	14.1
8	14.4
9	14.6
10	14.6
11	14.6
12	14.7
13	14.7
14	14.7
15	14.7
16	14.7
17	14.7
18	12.8
19	13.5
20	13.6
21	13.7
22	13
23	13
24	12.9
25	13.7

26	13.7
27	13.6
28	13.5
29	13.4
30	13.4
31	13.4
32	13.4

Πίνακας:10 Αποτελεσμάτων φόρτισης των γραμμών δικτύου 33 ζυγών με προσθήκη Φ/Β και γεννητριών

LINE	Loading(%)	I(kA)
0-1	329.3	0.659
1-2	188.4	0.377
2-3	176.9	0.354
3-4	146	0.292
4-5	96.7	0.193
5-6	117.6	0.235
6-7	106.5	0.213
7-8	78.3	0.157
8-9	48	0.096
9-10	19.3	0.099
10-11	20	0.044
11-12	21	0.042
12-13	7.8	0.016
13-14	5.6	0.011
14-15	4.4	0.009
15-16	3.2	0.006
16-17	1.9	0.004
1-18	108.9	0.218
18-19	111	0.222
19-20	78.9	0.158

20-21	31.6	0.063
5-25	28.4	0.057
25-26	27.1	0.054
26-27	25.9	0.052
27-28	24.7	0.049
28-29	21.9	0.044
29-30	10.1	0.020
30-31	6.6	0.013
31-32	1.6	0.003
2-22	23	0.046
22-23	20.7	0.041
23-24	10.4	0.021

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΣΥΜΦΟΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΔΙΑΝΟΜΗΣ

3.1 Εισαγωγή κεφαλαίου

Σε αυτό το κεφάλαιο θα μελετηθούν διάφοροι τρόποι αντιμετώπισης της συμμόρφωσης, και θα γίνει η επιλογή όπως και θα αναλυθεί η λύση η οποία θα αντιμετωπίσει το πρόβλημα που έχει δημιουργηθεί.

3.2 Μετριασμός συμμόρφωσης στα Δίκτυα Διανομής

Όπως ήδη μάθαμε στα προηγούμενα κεφάλαια συμμόρφωση στα δίκτυα διανομής μπορεί να συμβεί όταν υπάρχει αναντιστοιχία μεταξύ της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας και της ικανότητας του δικτύου να την παραδώσει. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε μεγάλη υπερφόρτωση γραμμών μεταφοράς, που μπορεί να προκαλέσουν διάφορες διακοπές ρεύματος και να μειωθεί η αξιοπιστία της παροχής ηλεκτρικής ενέργειας.

3.2.1 Τρόποι αντιμετώπισης

Διαχείριση από την πλευρά της ζήτησης: Αυτό περιλαμβάνει τη μείωση της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας μέσω της χρήσης ενεργειακά αποδοτικών συσκευών και εξοπλισμού, καθώς και την ενθάρρυνση των πελατών να μετατοπίσουν τη χρήση ενέργειας σε περιόδους εκτός αιχμής, όταν η ζήτηση είναι χαμηλότερη.

Αναβαθμίσεις συστήματος διανομής: Η αναβάθμιση του συστήματος διανομής αποτελείται από την αντικατάσταση ή την προσθήκη νέου εξοπλισμού, όπως μετασχηματιστές και γραμμές μεταφοράς, όπου μπορεί να αυξήσει τη χωρητικότητα του δικτύου και να συμβάλει στην μείωση της συμφόρησης.

Ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας: Η αύξηση της ποσότητας ανανεώσιμων πηγών ενέργειας(ΑΠΕ) στο δίκτυο μπορεί να βοηθήσει σε μεγάλο βαθμό τη μείωση της συμφόρησης παρέχοντας μια πηγή ηλεκτρικής ενέργειας που δεν περιορίζεται από φυσικούς περιορισμούς μετάδοσης.

Δυναμική τιμολόγηση: Η εφαρμογή δυναμικής τιμολόγησης, όπου η τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας ποικίλλει ανάλογα με την ώρα της ημέρας και το επίπεδο ζήτησης, μπορεί να ενθαρρύνει τους καταναλωτές να μετατοπίσουν τη χρήση όσον αφορά την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε περιόδους όπου η ζήτηση είναι χαμηλότερη, συμβάλλοντας στη μείωση της συμφόρησης.

Απόρριψη φορτίου: Ως έσχατη λύση, η μείωση φορτίου, όπου η παροχή ηλεκτρικής ενέργειας σε ορισμένες περιοχές θα διακόπτεται προσωρινά, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μείωση της συμφόρησης όταν η ζήτηση για ηλεκτρική ενέργεια υπερβαίνει τη χωρητικότητα του δικτύου.

Αποθήκευση ενέργειας: Τα συστήματα αποθήκευσης ενέργειας, όπως οι **μπαταρίες** ή οι σφόνδυλοι, μπορούν να αποθηκεύσουν την περίσσεια ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές(ΑΠΕ) και να την απελευθερώσουν στο δίκτυο σε περιόδους αιχμής ζήτησης, συμβάλλοντας στην εξισορρόπηση της προσφοράς και της ζήτησης και στη μείωση της συμφόρησης.

Προηγμένα συστήματα ανάλυσης και ελέγχου: Χρησιμοποιώντας προηγμένα συστήματα ανάλυσης και ελέγχου, οι διαχειριστές δικτύου μπορούν να παρακολουθούν το σύστημα διανομής σε πραγματικό χρόνο και να εφαρμόζουν αυτοματοποιημένες στρατηγικές ελέγχου για τη διαχείριση της συμφόρησης και τη διατήρηση της σταθερότητας του συστήματος διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.

3.3 Επαναποστολή σε δίκτυα διανομής για διαχείριση συμφόρησης

Η επαναποστολή είναι μια τεχνική που χρησιμοποιείται στα δίκτυα διανομής για τη διαχείριση της συμφόρησης προσαρμόζοντας τις ροές ισχύος στο δίκτυο προκειμένου να μειωθεί ή να εξαλειφθεί πλήρως η συμφόρηση. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την αύξηση της παραγωγής σε ορισμένους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής, τη μείωση της ζήτησης σε ορισμένα φορτία ή και τα δύο.

Ένας τρόπος για να πραγματοποιηθεί εκ νέου αποστολή είναι η χρήση ευέλικτων πόρων, όπως η διαχείριση από την πλευρά της ζήτησης, η αποθήκευση ενέργειας ή η ευέλικτη παραγωγή, για τη μετατόπιση των ροών ισχύος στο δίκτυο. Για παράδειγμα, εάν παρατηρήσουμε συμφόρηση σε μια συγκεκριμένη περιοχή του δικτύου, η διαχείριση από την πλευρά της ζήτησης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μείωση της ζήτησης σε αυτήν την περιοχή, ενώ η αποθήκευση ενέργειας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την απορρόφηση της υπερβολικής παραγωγής ηλεκτρικής

ενέργειας και στη συνέχεια να συμμετάσχει στην απελευθέρωσή της σε μεταγενέστερο χρόνο στο δίκτυο.

Η ανακατανομή μπορεί επίσης να πραγματοποιηθεί ρυθμίζοντας τα βασικά σημεία ρύθμισης των μετασχηματιστών ισχύος στο δίκτυο. Αυξάνοντας το σημείο ρύθμισης ενός μετασχηματιστή, παρατηρούμε ότι η ροή ισχύος μέσω αυτού του μετασχηματιστή μπορεί να αυξηθεί, ενώ η μείωση του σημείου ρύθμισης θα μειώσει τη ροή ισχύος.

Το (Redispatch) χρησιμοποιείται συνήθως ως βραχυπρόθεσμη λύση για τη διαχείριση της συμφόρησης και συνήθως εφαρμόζεται από τον διαχειριστή συστήματος ή το διαχειριστή συστήματος μεταφοράς. Είναι ένα από τα εργαλεία που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διατήρηση της σταθερότητας και της αξιοπιστίας του συστήματος ισχύος.

3.4 Μπαταρίες ποια η χρήση τους, σε ποιες κατηγορίες χωρίζονται και με ποιον τρόπο μπορούν να συμβάλλουν στην αντιμετώπιση συμφόρησης του δικτύου διανομής

- **Μπαταρίες κλίμακας δικτύου:** Μεγάλες μπαταρίες μπορούν να εγκατασταθούν στο επίπεδο του δικτύου για την αποθήκευση της περίσσειας ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές (ΑΠΕ) όπως ο άνεμος και η ηλιακή ενέργεια. Σε περιόδους υψηλής ζήτησης, η αποθηκευμένη ενέργεια μπορεί να απελευθερωθεί πίσω στο δίκτυο για να καλύψει τη μεγάλη ζήτηση σε ώρες αιχμής.
- **Οικιακές μπαταρίες:** Οι ιδιοκτήτες σπιτιού μπορούν να εγκαταστήσουν μπαταρίες στα σπίτια τους για να αποθηκεύουν την περίσσεια ενέργεια που παράγεται από τους ηλιακούς συλλέκτες στον τελευταίο όροφο. Αυτή η αποθηκευμένη ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περιόδους υψηλής ζήτησης για τη μείωση της εξάρτησής τους από το δίκτυο.
- **Κοινοτικές μπαταρίες:** Οι κοινοτικές μπαταρίες είναι παρόμοιες με τις οικιακές μπαταρίες, αλλά εγκαθίστανται σε κοινόχρηστο χώρο, όπως ένα κοινοτικό κέντρο, και παρέχουν ενέργεια σε πολλά σπίτια στην ίδια περιοχή.

- **Εικονικοί σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής:** Οι εικονικοί σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής είναι ένα δίκτυο συνδεδεμένων μπαταριών που μπορούν να διαχειρίζονται κεντρικά για την εξισορρόπηση της προσφοράς και της ζήτησης ενέργειας στο δίκτυο.

3.4.1 Τρόπος αντιμετώπισης της συμφόρησης

Χρησιμοποιώντας μπαταρίες για την αποθήκευση της περίσσειας ενέργειας και την απελευθέρωση της πίσω στο δίκτυο σε περιόδους υψηλής ζήτησης, μπορεί να μειωθεί η συμφόρηση στο δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, με αποτέλεσμα ένα πιο σταθερό και αξιόπιστο δίκτυο, επιπλέον οι μπαταρίες μπορούν επίσης να βοηθήσουν στην ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο δίκτυο.

3.5 Επιλογή τρόπου λειτουργίας του δικτύου διανομής

Μετά την δημιουργία διαφόρων κυκλωμάτων και την ανάλυση των αποτελεσμάτων ώστε να δούμε το πως εξελίσσεται η συμφόρηση στα δίκτυα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας ώστε να βρούμε μια πιθανή συμφέρουσα αντιμετώπιση αυτής, καταλήξαμε στο συμπέρασμα της προσθήκης μπαταριών ώστε να καταφέρουμε να μειώσουμε την συμφόρηση αλλά και να βοηθήσουμε το δίκτυο σε στιγμές μεγάλης ζήτησης προσφέροντας του την ενέργεια που αποθηκεύσαμε όπως είδαμε παραπάνω. Τέλος θα συγκρίνουμε τα αποτελέσματα του καινούριου δικτύου με δύο διαφορετικές λειτουργίες αναλυτικά :

3.5.1 1) calculated load flow(απλή ανάλυση ροής φορτίου)

Ο υπολογισμός ροής φορτίου, γνωστός και ως ανάλυση ροής ισχύος, είναι μια υπολογιστική μέθοδος που χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό των συνθηκών λειτουργίας σε σταθερή κατάσταση ενός συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας. Ο υπολογισμός της ροής φορτίου περιλαμβάνει την επίλυση ενός συνόλου ταυτόχρονων εξισώσεων που αντιπροσωπεύουν το ηλεκτρικό δίκτυο και τα φορτία που συνδέονται σε αυτό. Η απλή ανάλυση της ροής φορτίου καθορίζει την τάση, το ρεύμα και τη ροή ισχύος στο δίκτυο, κάτι που βοηθά στην ανάλυση της

σταθερότητας και της αξιοπιστίας του συστήματος ισχύος. Ακολουθούν τα γενικά βήματα για να εκτελέσετε έναν υπολογισμό ροής φορτίου:

- Ορισμός του ηλεκτρικού δικτύου: Το πρώτο βήμα είναι να οριστεί το ηλεκτρικό δίκτυο, το οποίο περιλαμβάνει τις γεννήτριες, τους μετασχηματιστές, τις γραμμές μεταφοράς, τους ζυγούς και τις γραμμές διανομής.
- Καθορίστε τις παραμέτρους του συστήματος: Οι παράμετροι του συστήματος περιλαμβάνουν την σύνθετη αντίσταση των εξαρτημάτων, τα όρια τάσης, τα όρια ισχύος και τα χαρακτηριστικά φορτίου.
- Διατυπώστε τις εξισώσεις ροής φορτίου: Οι εξισώσεις ροής φορτίου είναι ένα σύνολο μη γραμμικών αλγεβρικών εξισώσεων που συσχετίζουν τη ροή τάσης, ρεύματος και ισχύος στο δίκτυο.
- Επίλυση των εξισώσεων ροής φορτίου: Οι εξισώσεις ροής φορτίου συνήθως λύνονται χρησιμοποιώντας μια επαναληπτική αριθμητική μέθοδο, όπως η μέθοδος (Gauss-Seidel) ή η μέθοδος (Newton-Raphson).
- Αναλύστε τα αποτελέσματα: Μόλις ολοκληρωθεί ο υπολογισμός της ροής φορτίου, τα αποτελέσματα μπορούν να αναλυθούν για να προσδιοριστεί το προφίλ τάσης, η ροή ισχύος και η σταθερότητα του συστήματος ισχύος.

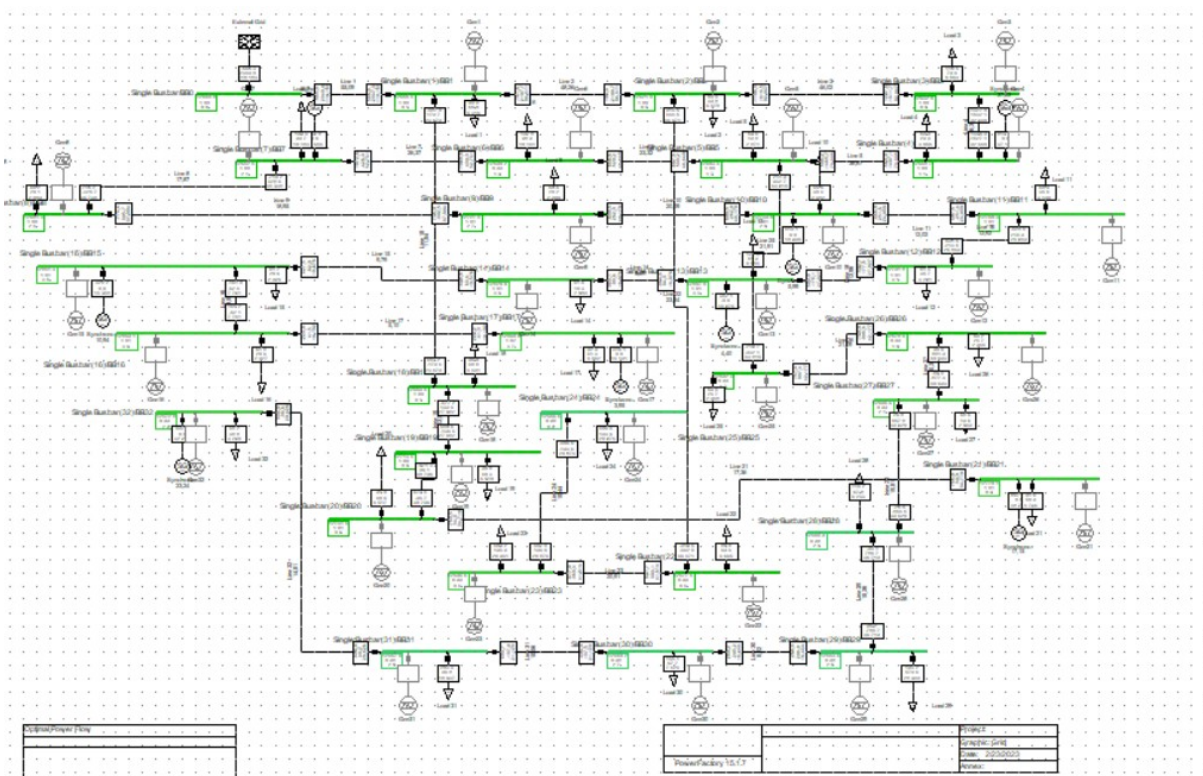
Τέλος ο υπολογισμός της ροής φορτίου είναι ένα ουσιαστικό εργαλείο στο σχεδιασμό, το σχεδιασμό και τη λειτουργία του συστήματος ισχύος. Βοηθά στη βελτιστοποίηση της απόδοσης του συστήματος, στη μείωση των απωλειών και στη βελτίωση της αξιοπιστίας του συστήματος ισχύος.

3.5.2 2) Optimal power flow(βέλτιστη ανάλυση ροής φορτίου)

Η βέλτιστη ροή ισχύος (OPF) είναι ένα πρόβλημα μαθηματικής βελτιστοποίησης που χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της βέλτιστης κατανομής ισχύος σε ένα σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας. Ο στόχος του (OPF) είναι να ελαχιστοποιήσει το συνολικό κόστος παραγωγής

και μετάδοσης ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ πληροί ορισμένους επιχειρησιακούς περιορισμούς, όπως τα όρια στην ικανότητα παραγωγής κάθε σταθμού ηλεκτροπαραγωγής, τη χωρητικότητα μετάδοσης των γραμμών ηλεκτρικής ενέργειας και τα επίπεδα τάσης σε κάθε κόμβο του δικτύου.

Η λύση σε ένα πρόβλημα (OPF) παρέχει τα βέλτιστα σημεία ρύθμισης για τις εξόδους της γεννήτριας, τις ρυθμίσεις του μετασχηματιστή και τα σημεία ρύθμισης τάσης για τις πηγές αέργου ισχύος στο σύστημα ισχύος. Επιλύοντας το πρόβλημα (OPF), οι διαχειριστές συστημάτων ισχύος έχουν την δυνατότητα να ελαχιστοποιήσουν το κόστος παραγωγής και να διασφαλίσουν ότι το σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας λειτουργεί αξιόπιστα και αποτελεσματικά.



Σχήμα:4 Αντιμετώπιση συμφόρησης με χρήση μπαταριών στο δίκτυο 33 ζυγών

Πίνακας:11 Τιμές φόρτισης γραμμών δικτύου 33 ζυγών αποτελέσματα:1)Αποτελέσματα απλής ανάλυσης ροής φορτίου(calculated load flow)

Line	Load(%)
1	100.561
2	91.3283
3	104.259
4	105.921
5	87.0399
6	83.6627
7	87.785
8	70.6024
9	71.9572
10	73.3536
11	57.7058
12	59.0672
13	60.475
14	38.997
15	40.514
16	25.9632
17	27.4949
18	10.605
19	12.2622
20	14.0983
21	16.047
22	23.4522
23	21.1021
24	10.5341
25	22.4689
26	21.69
27	20.9958
28	20.5193

29	19.1915
30	9.50529
31	12.0685
32	16.5163

Πίνακας:12 Αποτελέσματα τάσης δικτύου 33 ζυγών:1)Αποτελέσματα απλής ανάλυσης ροής φορτίου(calculated load flow)

Bus	kV
1	12.66
2	12.65
3	12.62
4	12.63
5	12.64
6	12.60
7	12.59
8	12.64
9	12.68
10	12.72
11	12.73
12	12.75
13	12.79
14	12.80
15	12.82
16	12.84
17	12.65

18	12.71
19	12.65
20	12.71
21	12.73
22	12.77
23	12.57
24	12.49
25	12.45
26	12.59
27	12.57
28	12.50
29	12.45
30	12.44
31	12.45
32	12.45

Πίνακας:13 Τιμές φόρτισης γραμμών δικτύου 33 ζυγών:2)Αποτελέσματα βέλτιστης ανάλυσης ροής φορτίου(optimal power flow)

Line	Load(%)
1	55.0916
2	48.2555
3	46.0233
4	46.3198
5	36.6675
6	23.3246
7	26.3707
8	17.8689
9	18.9518
10	20.0893
11	12.0194
12	12.9243

13	13.9636
14	8.48801
15	9.78888
16	3.88063
17	5.09594
18	11.8396
19	13.5409
20	15.3981
21	17.355
22	23.2356
23	20.9072
24	10.4368
25	21.9074
26	21.0885
27	20.3464
28	19.8099
29	18.3596
30	8.22207
31	10.5617
32	14.814

Πίνακας:14 Αποτελέσματα τάσεων του δικτύου 33 ζυγών :2)Αποτελέσματα βέλτιστης ανάλυσης ροής φορτίου(optimal power flow)

Bus	kV
1	12.66
2	12.65
3	12.62
4	12.63
5	12.64
6	12.60
7	12.59
8	12.64

9	12.68
10	12.72
11	12.73
12	12.75
13	12.79
14	12.80
15	12.82
16	12.84
17	12.65
18	12.71
19	12.65
20	12.71
21	12.73
22	12.77
23	12.57
24	12.49
25	12.45
26	12.59
27	12.57
28	12.50
29	12.45
30	12.44
31	12.45
32	12.45

Απώλειες ισχύος απλής ανάλυσης ροής φορτίου(calculated load flow)= 629.674kW

Απώλειες βέλτιστης ανάλυσης ροής φορτίου(optimal power flow)=104.717kW

3.6 Επιλογή καλύτερης δυνατής λειτουργίας αποτέλεσμα χρήσης των μπαταριών, και λύση του προβλήματος της συμφόρησης του δικτύου διανομής ηλεκτρικής ενέργειας

Όπως παρατηρούμε από την σύγκριση των δύο λειτουργιών η λειτουργία της βέλτιστης ανάλυσης ροής φορτίου (Optimal power flow) μας απάλλαξε πλήρως από την παρουσία της συμφόρησης και γενικότερα των απωλειών ισχύος και αυτό έγινε διότι πραγματοποιήσαμε την χρήση των μπαταριών οι οποίες όπως έχουμε αναφέρει απορρόφησαν την επιπλέον ενέργεια του δικτύου και την αποθήκευσαν με σκοπό την χρήση αυτής σε ώρες μεγάλης ζήτησης, και αυτό μπορούμε να το δούμε με βάση τις τιμές των αποτελεσμάτων από τους πίνακες αλλά και από τις τιμές των γεννητριών όπως:

Synchronous Machine1 : $800\text{kW}-419.107=380.893\text{kW}$

Synchronous Machine2: $800\text{kW}-328.237\text{kW}= 471.763\text{kW}$

Synchronous Machine3: $1200\text{kW}-352.146\text{kW}= 847.854\text{kW}$

Synchronous Machine4: $800\text{kW}-697.126\text{kW}=102.874\text{kW}$

Synchronous Machine5: $800\text{kW}-857.618\text{kW}=-57.618\text{kW}$

Synchronous Machine6: $1000\text{kW}-561.751\text{kW}=438.249\text{kW}$

Synchronous Machine7: $1000\text{kW}-813.738\text{kW}=186.262\text{kW}$

Synchronous Machine8: $1500\text{kW}-316.097\text{kW}=1183.903\text{kW}$

3.7 Παρατηρήσεις αποτελεσμάτων

Όπως μπορούμε να αντιληφθούμε από το αποτέλεσμα των πράξεων που πραγματοποιήσαμε αυτές είναι οι τιμές που θα απορροφηθούν από τις μπαταρίες, ώστε να μπορεί το δίκτυο να αντεπεξέλθει στις ώρες όπου υπάρχει μεγάλη ζήτηση και να αποφύγει την τυχόν συμφόρηση.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

[1] (Green Energy and Technology) Francisco Gonzalez-Longatt, José Luis Rueda Torres (eds.) - Advanced Smart Grid Functionalities Based on PowerFactory-Springer International Publishing (2018)

[2] Γεωργιλάκης, Π. 2015. Συστήματα διανομής με διανεμημένη παραγωγή. [Κεφάλαιο Συγγραμματος]. Στο Γεωργιλάκης, Π. 2015. *Σύγχρονα συστήματα μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας*. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα:Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. κεφ 9. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/2022>

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Εγχειρίδιο χρήσης DIgSILENTPowerFactory 2019, διαθέσιμο από:
http://79.101.33.142/DIgSILENT%20PowerFactory%202019%20User%20Manual/UserManual_2019_en.pdf
- <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352467718300699>
- https://www.researchgate.net/publication/277302062_Congestion_management_in_smart_distribution_network
- <https://economictimes.indiatimes.com/small-biz/productline/power-generation/electric-generator-an-basic-introduction-to-how-generators-work-their-features-and-applications/articleshow/69343338.cms>
- <https://www.nature.com/articles/s41467-022-30164-3>
- <https://www.carrier.com/residential/en/us/products/heat-pumps/what-is-a-heat-pump-how-does-it-work/>
- <https://www.grantuk.com/knowledge-hub/faqs/advantages-and-disadvantages-of-heat-pumps/>
 - <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032118301606>
 - https://www.researchgate.net/publication/361542012_The_Impact_of_Distributed_Energy_Storage_on_Distribution_and_Transmission_Networks%27_Power_Quality
 - <https://www.wind-energy-the-facts.org/impacts-of-wind-power-on-power-systems.html>

