



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
«Παραγωγή και Διαχείριση Ενέργειας»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Τρόποι αξιοποίησης και διαχείρισης του παραμένουτος
βιοντήζελ κίνησης στις δεξαμενές των εφεδρικών
συστημάτων λειτουργίας των τηλεπικοινωνιακών κεραιών

Του Μεταπτυχιακού Φοιτητή

Μητρόπουλος Διονύσιος

Επιβλέπων

Φανούριος Ζαννίκος

Καθηγητής, Τμήμα Χημικών Μηχανικών, ΕΜΠ

Αθήνα Σεπτέμβριος 2017

Αθήνα Σεπτέμβριος 2017

Περιεχόμενα

Εισαγωγή	1
1 Ασύρματες τηλεπικοινωνίες και τρόπος λειτουργίας.....	3
1.1 Τηλεπικοινωνίες και ενέργεια.....	5
1.2 Τροφοδοσία ενέργειας σε σταθμούς βάσης εκτός δικτύου.....	7
1.2.1 Γεννήτριες Diesel.....	7
1.2.2 Υβριδικό σύστημα φωτοβολταϊκού-αιολικού πάρκου.....	9
1.2.3 Υβριδικά συστήματα φωτοβολταϊκών-γεννητριών ντίζελ.....	10
1.2.4 Υβριδικά συστήματα φωτοβολταϊκών-ανεμογεννήτριας-γεννήτριας ντίζελ.....	12
1.2.5 Υβριδικό σύστημα φωτοβολταϊκού-κυψέλες καυσίμου.....	14
2 Το καύσιμο ντίζελ και γεννήτριες ντίζελ.....	17
2.1 Τρόπος λειτουργίας ασύρματων σταθμών βάσης τηλεπικοινωνιών με βάση τις γεννήτριες.....	17
2.2 Τρόπος λειτουργίας γεννητριών ντίζελ και παράγοντες που επηρεάζουν τη λειτουργία ντίζελ.....	21
2.2.1 Περιβαλλοντικοί παράγοντες.....	22
2.3 Χαρακτηριστικά καυσίμου ντίζελ.....	26
2.3.1 Αποθήκευση καυσίμου ντίζελ.....	28
2.3.2 Διατήρησης pH καυσίμου.....	34
2.3.3 Απομάκρυνση νερού.....	35
2.4 Κόστος γεννητριών Diesel.....	38
3 Τρόποι αξιοποίησης του εναπομένοντος βιοντίζελ κίνησης.....	41
3.1 Βιοντίζελ και γλυκερόλη.....	41

3.1.1	Η χημεία του βιοντίζελ	43
3.1.2	Καινοτόμες χρήσεις της γλυκερόλης	45
3.1.3	Παραγωγή ωφέλιμων χημικών προϊόντων από γλυκερόλη	47
3.2	Αξιοποίηση του βιοντίζελ ως καύσιμο	52
4	Νομοθεσία και αξιοποίηση βιοντίζελ.....	56
4.1	Ηλεκτροπαραγωγή από το εναπομένον βιοντίζελ και προμήθεια ηλεκτρικής ενέργειας στη ΔΕΗ.....	56
4.2	Ηλεκτροπαραγωγή ως υβριδικό σύστημα.....	58
4.3	Εμπόριο και μεταπώληση βιοντίζελ.....	60
4.3.1	Εξαγωγή του εναπομένοντος καυσίμου βιοντίζελ.....	73
	Συμπεράσματα.....	78
	Βιβλιογραφία	82

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1.1. Υβριδικό φωτοβολταϊκό σύστημα [22].	10
Εικόνα 1.2. Τυπική διαμόρφωση ενός υβριδικού συστήματος Φ/Β-ντίζελ σε θέση σταθμού βάσης [26].	12
Εικόνα 1.3. Τυπική διαμόρφωση ενός υβριδικού φωτοβολταϊκού συστήματος-ανεμογεννήτριας-γεννήτριας ντίζελ, σε ένα σταθμό βάσης [22].	13
Εικόνα 1.4. Σύστημα φωτοβολταϊκού και κυψελών καυσίμου [36].	15
Εικόνα 2.1. Τυπική ηλεκτρική διάταξη για φορτία σε σταθμό βάσης τηλεπικοινωνιών [40].	18
Εικόνα 2.2. Η λωρίδα μέτρησης pH στα αριστερά δείχνει την παρουσία βακτηρίων στο καύσιμο ντίζελ, ενώ στα δεξιά δείχνει την παρουσία μυκήτων και μούχλας [44].	35
Εικόνα 2.3. Κόστος καυσίμων και ισχύος για σταθμούς βάσης [44].	39
Εικόνα 2.4. Ζήτηση φορτίου και κόστος σε διάφορα φορτία [44].	40
Εικόνα 3.1. Παραγωγή σαπουνιού από γλυκερόλη [49].	42
Εικόνα 3.2. Χημική εξίσωση μετατροπής των σαπουνιών σε ελεύθερα λιπαρά οξέα [49].	42
Εικόνα 3.3. Υβριδικό σύστημα με αποθήκευση ενέργειας [98].	54
Εικόνα 4.2. Η πρώτη παραγωγή βιοντίζελ στην Ελλάδα [104].	62
Εικόνα 4.3. Συμμετέχοντες πιστοποίησης είτε διάθεσης ή εμπορίου βιοντίζελ κίνησης σύμφωνα με την Οδηγία της ΕΕ και την Ελληνική νομοθεσία [109].	72
Εικόνα 4.4. Εμπόριο και διακίνηση βιοντίζελ στην ΕΕ [109].	76

Ευχαριστίες

Η παρούσα Εργασία εκπονήθηκε στο Τμήμα Χημικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου στα πλαίσια φοίτησης στο διατμηματικό μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών Παραγωγή και Διαχείριση Ενέργειας με συντονίζουσα σχολή το τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχ. Υπολογιστών και πραγματοποιήθηκε με τη συμβολή επιστημονικών συνεργατών τους οποίους θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά. Με την ολοκλήρωση της Διπλωματικής Εργασίας επιθυμώ να εκφράσω πρώτα από όλα τις ευχαριστίες μου στον επιβλέπων καθηγητή κ. Φανούριο Ζαννίκο για την ανάθεση του θέματος, την καθοδήγηση και τη συνεχή ενθάρρυνση κατά τη διάρκεια της παρούσας Εργασίας, καθώς και τα μέλη Δ.Ε.Π. της Τριμελούς μου Επιτροπής, κ. Βλυσίδα Απόστολο και κ. Καρώνη Δημήτριο. Τέλος θα ήθελα να εκφράσω την βαθιά μου ευγνωμοσύνη στους γονείς μου για την υποστήριξη που μου παρείχαν.

Αθήνα Σεπτέμβριος 2017

Περίληψη

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση τρόπων διαχείρισης του εναπομένοντος βιοντίζελ στις δεξαμενές αποθήκευσης των σταθμών βάσεων των ασύρματων κεραιών στα πλαίσια των ήδη ισχύοντων κανονισμών και νόμων. Το βιοντίζελ αναμιγνύεται με ντίζελ κίνησης σε κινητήρες εφεδρικής λειτουργίας που παρέχουν αδιάλλειπτη λειτουργία σε περίπτωση ασταθούς μη αξιόπιστου δικτύου της ΔΕΗ ή σε έκτακτη ανάγκη (ακραία καιρικά φαινόμενα κτλπ). Ένα σημαντικό πρόβλημα το οποίο αντιμετωπίζουν πολλές εταιρίες χρήσης ασύρματων σταθμών βάσης είναι η μη ορθή διαχείριση του εναπομένοντος καυσίμου. Πολλές γεννήτριες παραμένουν εκτός λειτουργίας ή το καύσιμο βιοντίζελ παραμένει αποθηκευμένο για μεγάλο χρονικό διάστημα με αποτέλεσμα να χάνει τις ιδιότητές του. Στόχος λοιπόν της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση της επικείμενης νομοθεσίας, με στόχο την ορθή διαχείριση του εναπομένοντος βιοντίζελ, αλλά και η θεωρητική διερεύνηση τρόπων αξιοποίησης του. Το εναπομένον βιοντίζελ εκτός ότι αυξάνει το κόστος συντήρησης των ασύρματων μονάδων βάσεων, μπορεί να προκαλέσει και προβλήματα στη γεννήτρια, καθώς με το χρόνο μετατρέπεται σε μηκυτόλασπη. Αρχικά γίνεται μια εισαγωγή στις ασύρματες τηλεπικοινωνίες και αναφέρονται πρακτικοί και θεωρητικοί τρόποι παροχής ενέργειας σε ασύρματες βάσεις τηλεπικοινωνιών. Με βάση τη διεθνή βιβλιογραφία το ντίζελ αποτελεί σημαντική πηγή γλυκερόλης, η οποία με την κατάλληλη καταλυτική αντίδραση μπορεί να γίνει πηγή παραγωγής σημαντικών βιομηχανικών ωφέλιμων χημικών προϊόντων. Μερικά από τα πολύ ωφέλιμα προϊόντα που μπορούν να παραχθούν είναι ολεφίνες, προπένιο, προπάνιο, προπυλένιο, κ.ά. Ωστόσο για να διατεθεί το εναπομένον βιοντίζελ σε εταιρίες εξευγενισμού καυσίμων, δηλαδή ουσιαστικά διυλιστήρια πρέπει να υιοθετηθεί η νομοθεσία περί εμπορίου καυσίμων. Για αυτό το σκοπό πρέπει να είναι εφικτή και να επιτρέπεται η διάθεση και το εμπόριο του βιοντίζελ. Ένα δεύτερος τρόπος διαχείρισης είναι η χρήση του για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και παροχή αυτής στο κεντρικό δίκτυο. Ωστόσο και οι δυο προαναφερόμενοι τρόποι διαχείρισης περιορίζονται σημαντικά από τη νομοθεσία. Στην πρώτη περίπτωση είναι σημαντικό να τηρούνται πλέον, τα πιστοποιητικά και οι προϋποθέσεις αιεφορίας του

καυσίμου. Επίσης χρειάζεται ειδική άδεια εμπορίας η οποία θέτει απαραίτητη προϋπόθεση τη σταθερή διάθεση και εμπορία του βιοκαυσίμου, μαζί με ειδικούς χώρους αποθήκευσης. Όσον αφορά στη δεύτερη περίπτωση η γεννήτρια πρέπει να χρησιμοποιείται αποκλειστικά και μόνο για την παροχή ισχύος και η παροχή πρέπει να γίνεται με σταθερό ρυθμό, γεγονός που περιορίζει τη χρήση του εναπομένοντος καυσίμου για παραγωγή ισχύος. Η προτεινόμενη λύση της παρούσας εργασίας είναι η δημιουργία υβριδικού συστήματος, με φωτοβολταϊκό, μπαταρίες και γεννήτρια, όπου το εναπομένον βιοντίζελ θα τροφοδοτεί τις μπαταρίες και κατά αυτόν τον τρόπο θα ελέγχεται στο τέλος και η ποσότητα του βιοντίζελ. Το υβριδικό σύστημα φωτοβολταϊκά-γεννήτρια diesel (συνήθως με συστήματα αποθήκευσης ενέργειας, μπαταρίες) είναι ένα ολοκληρωμένο σύστημα παροχής ρεύματος που λειτουργεί με βάση τους συμπληρωματικούς ρόλους των βασικών συνιστωσών του συστήματος.

Abstract

The aim of the current thesis is to investigate the ways in which residual in the warehouses of the stations of the wireless antennas biodiesel can be managed in the most appropriate way. Biodiesel is blended with diesel in emergency engines that provide seamless operation in the event of an unreliable network or an emergency (extreme weather, etc). An important problem faced by many companies using wireless base stations is the incorrect management of the remaining fuel. Many generators are out of service or biodiesel remains stored for a long time, losing their properties. The aim of this paper is to investigate the forthcoming legislation, aiming at the proper management of the remaining biodiesel, as well as the theoretical exploration of its exploitation. Remaining biodiesel, apart from increasing the cost of maintenance of wireless base units, can also cause problems for the generator, as it is transformed over time into mud.

Initially, there is an introduction to wireless telecommunications and there are reported practical and theoretical ways of delivering power to wireless telecommunication bases. Based on the international literature, diesel is an important source of glycerol, which, with the appropriate catalytic reaction, can be a source of production of significant industrial beneficial chemicals. Some of the most beneficial products that can be produced are olefins, propene, propane, propylene, and the like. However, in order to allocate the remaining biodiesel to fuel refiners, that is to say, essentially refineries, legislation on fuel trade should be adopted. To this end, biodiesel should be available and allowed to be marketed and marketed. A second way of managing it is to use it to generate electricity and provide it to the mains. However, both of these management modes are significantly limited by legislation. In the first case, it is important to keep the fuel sustainability certificates and conditions. It also requires a special marketing permit which requires the constant availability and marketing of biofuel, together with special storage facilities. In the second case, the generator must be used only for power supply and the flow must be at a constant rate, which limits the use of residual fuel for power generation. The proposed solution of the present work is

to create a hybrid system, with a photovoltaic, batteries and a generator, where the remaining biodiesel will supply the batteries and in this way the quantity of biodiesel will be checked in the end. The hybrid photovoltaic-diesel generator system (usually with energy storage systems, batteries) is an integrated power supply system that works on the complementary roles of the core components of the system.

Εισαγωγή

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η συζήτηση και η ανάλυση, με βάση την επιτρεπόμενη νομοθεσία, διαχείρισης του εναπομένοντος βιοντίζελ στις αποθήκες των ασύρματων κεραιών τηλεπικοινωνιών. Σήμερα τα ασύρματα και τα κινητά τηλεπικοινωνιακά δίκτυα είναι πολύ δημοφιλή κυρίως λόγω της ικανότητας τους να παρέχουν ραδιοφωνική κάλυψη σε μια ευρεία γεωγραφική περιοχή. Αυτό, ειδικότερα, είναι πρακτικό για τηλεπικοινωνιακές εφαρμογές εξ αποστάσεως όπου, μέσω της εγκατάστασης των Σταθμών Βάσης (BS), μπορεί να επιτευχθεί η ανάπτυξη ασύρματων και κινητών τηλεπικοινωνιακών δικτύων. Το βιοντίζελ αναμιγνύεται με ντίζελ κίνησης σε κινητήρες εφεδρικής λειτουργίας που παρέχουν αδιάλειπτη λειτουργία σε περίπτωση ασταθούς μη αξιόπιστου δικτύου της ΔΕΗ ή σε έκτακτη ανάγκη (ακραία καιρικά φαινόμενα κτλπ). Ένα σημαντικό πρόβλημα το οποίο αντιμετωπίζουν πολλές εταιρίες χρήσης ασύρματων σταθμών βάσης είναι η μη ορθή διαχείριση του εναπομένοντος καυσίμου. Πολλές γεννήτριες παραμένουν εκτός λειτουργίας ή το καύσιμο βιοντίζελ παραμένει αποθηκευμένο για μεγάλο χρονικό διάστημα με αποτέλεσμα να χάνει τις ιδιότητές του. Στόχος λοιπόν της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση της επικείμενης νομοθεσίας, με στόχο την ορθή διαχείριση του εναπομένοντος βιοντίζελ, αλλά και η θεωρητική διερεύνηση τρόπων αξιοποίησης του. Το εναπομένον βιοντίζελ εκτός ότι αυξάνει το κόστος συντήρησης των ασύρματων μονάδων βάσεων, μπορεί να προκαλέσει και προβλήματα στη γεννήτρια, καθώς με το χρόνο μετατρέπεται σε μηκυτόλασπη. Αρχικά γίνεται μια εισαγωγή στις ασύρματες τηλεπικοινωνίες και αναφέρονται πρακτικοί και θεωρητικοί τρόποι παροχής ενέργειας σε ασύρματες βάσεις τηλεπικοινωνιών. Ένας από τους πιο συνηθισμένους τρόπους παροχής ισχύος στις βάσεις, σήμερα, είναι η χρήση γεννήτριας ντίζελ και σε κάποια σημεία η χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων.

Στη συνέχεια αναλύεται το καύσιμο ντίζελ και οι ιδιότητές του, μαζί με τον τρόπο λειτουργίας μιας γεννήτριας ντίζελ. Πιο αναλυτικά αναφέρονται οι παράγοντες από τους οποίους εξαρτώνται οι ιδιότητες του καυσίμου και με ποιόν τρόπο πρέπει να αποθηκεύεται έτσι ώστε να διατηρηθούν τα χαρακτηριστικά του όσο το δυνατόν

περισσότερο χρονικό διάστημα. Σημειώνεται ότι στις γεννήτριες χρησιμοποιείται ανάμειξη βιοντίζελ κίνησης (6%) με ντίζελ κίνησης.

Έπειτα αναλύονται οι τρόποι αξιοποίησης του εναπομένοντος καυσίμου με βάση την έρευνα κυρίως. Τα τελευταία χρόνια εντατικές είναι οι προσπάθειες της ερευνητικής κοινότητας για εκμετάλλευσης της γλυκερόλης που βρίσκεται στο ντίζελ, με στόχο την παραγωγή χημικών βιομηχανικών προϊόντων αξίας, όπως οι ολεφίνες, το προπάνιο, κ.ά.

Εν συνεχεία αναλύονται πιθανοί τρόποι διαχείρισης του εναπομένοντος καυσίμου, αλλά βασιζόμενοι στην τωρινή νομοθεσία. Προτείνονται τρεις διαφορετικοί τρόποι διαχείρισης με την αντίστοιχη νομοθεσία και ένας τελικός, που είναι η δημιουργία υβριδικού συστήματος. Τέλος, εξάγονται τα συμπεράσματα, όπως ότι η σημερινή νομοθεσία περιορίζει κατά πολύ τη διαχείριση του εναπομένοντος καυσίμου. Η Ελληνική νομοθεσία συμβαδίζει με την Ευρωπαϊκή η οποία έχει στόχο τη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου, τη μείωση του λαθρεμπορίου καυσίμων και την αύξηση της αειφορίας.

2 Ασύρματες τηλεπικοινωνίες και τρόπος λειτουργίας

Με την ταχεία επέκταση των ασύρματων συστημάτων επικοινωνίας παγκοσμίως και τα αυξανόμενα κοινωνικοοικονομικά οφέλη της τεχνολογίας των κινητών τηλεφώνων, η ανάγκη για αξιόπιστη και οικονομική εφεδρική ισχύ είναι κρίσιμη. Η ηλεκτρική απώλεια του κεντρικού δικτύου καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, είτε από έντονο καιρό, είτε από φυσικές καταστροφές ή λόγω περιορισμένης χωρητικότητας του δικτύου, είναι μια διαρκής πρόκληση για τους φορείς εκμετάλλευσης δικτύων. Οι παραδοσιακές λύσεις εφεδρικής ισχύος τηλεπικοινωνιών περιλαμβάνουν VRLA μπαταρίες για εφεδρεία μικρής διάρκειας και γεννήτριες ντίζελ και προπανίου για εφεδρεία μεγαλύτερης διάρκειας. Οι μπαταρίες είναι σχετικά φθηνές για 1 έως 2 ώρες εφεδρικής ισχύος[1].

Ωστόσο, οι μπαταρίες δεν είναι ιδανικές για εφεδρική ισχύ για εφαρμογές μεγαλύτερης διάρκειας επειδή μπορεί να είναι δαπανηρές για τη συντήρηση, αναξιόπιστες μετά τη γήρανση, ευαίσθητες στη θερμοκρασία και επικίνδυνες μετά τη διάθεσή τους στο περιβάλλον. Οι γεννήτριες ντίζελ και προπανίου έχουν τη δυνατότητα δημιουργίας εφεδρικής ισχύος μεγαλύτερης διάρκειας. Ωστόσο, οι γεννήτριες μπορεί να είναι αναξιόπιστες και εκπέμπουν υψηλά επίπεδα ρύπανσης και αερίων θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα. Ωστόσο οι γεννήτριες θα συνεχίζουν να χρησιμοποιούνται μέχρι να βρεθεί μια πιο αξιόπιστη και πιο αποδοτική λύση [2].

Γενικότερα η ασύρματη επικοινωνία προέκυψε κυρίως λόγω των καιρικών φαινομένων. Αφορμή ήταν ο τυφώνας στις 29 Οκτωβρίου του 2012 ο τυφώνας Sandy που έφτασε στην ξηρά, στις πιο πυκνοκατοικημένες βορειοανατολικές περιοχές των Ηνωμένων Πολιτειών ο οποίος προκάλεσε τεράστια ζημιά σε ιδιοκτησίες καθώς και σε βασικές υποδομές που σχετίζονται με την ενέργεια, τη μεταφορά και την επικοινωνία[3].

Μεγάλος αριθμός κυψελών επικοινωνίας πάνω σε μια τεράστια περιοχή ήταν εκτός λειτουργίας αμέσως μετά την καταιγίδα λόγω πλημμύρας, υψηλών ανέμων ή λόγω διακοπών ρεύματος του κύριου ηλεκτρικού δικτύου. Η ομοσπονδιακή κυβέρνηση έκανε δηλώσεις καταστροφής σε 12 κράτη και στην περιφέρεια της Κολούμπια με τις διακοπές λειτουργίας των κυψελών να υπολογίζονται σε ποσοστό

έως και 25% σε μια περιοχή δέκα κρατών. Ο τυφώνας Sandy ήταν ο 2ος μεγαλύτερος τυφώνας, πίσω από τον τυφώνα Κατρίνα, στην ιστορία των ΗΠΑ, σε οικονομικές καταστροφές, με αποζημιώσεις που υπολογίζονται σε σχεδόν \$ 66 Δισεκατομμύρια δολάρια[3].

Μετά την καταιγίδα, κάποιες θέσεις κυψελών αναγκάστηκαν να λειτουργούν με εφεδρικές πηγές ενέργειας και γεννήτριες για αρκετές εβδομάδες. Οι γεννήτριες ξεκίνησαν όπως αναμενόταν, αλλά αναγκάστηκαν να ξεπερνούν τη χωρητικότητα αποθήκευσης καυσίμων. Ο ανεφοδιασμός ήταν δύσκολος και αργός, και επειδή το πραγματικό επίπεδο δεξαμενής καυσίμου δεν ήταν γνωστό στους παρόχους κινητής τηλεφωνίας (MNO) και στο κέντρο λειτουργίας δικτύου (NOC), ο ανεφοδιασμός δε γινόταν με τον πιο αποτελεσματικό τρόπο. Ένα φορτηγό καυσίμου μπορεί να έφτανε σε μια περιοχή με άφθονο καύσιμο, ενώ σε κοντινή απόσταση, μπορεί να υπήρχε άλλη περιοχή κυψελών που να μην είχε καθόλου καύσιμα.

Μετά λοιπόν από τα παραπάνω η λύση δόθηκε δημιουργώντας σταθερές βάσεις κεραιών με γεννήτριες. Καθώς άρχισε λοιπόν να εξετάζεται το πρόβλημα του τρόπου διαχείρισης των επιπέδων των καυσίμων για μια μόνο βάση ασύρματης τηλεπικοινωνίας κατέστη σαφές ότι υπήρχαν διάφορες προκλήσεις που απαιτούσαν προσοχή[3]:

1. Σχετικά με τα καύσιμα και τις τεχνολογίες που θα χρησιμοποιηθούν, ανάμεσα σε diesel, υγρό προπάνιο και κυψέλες καυσίμου υδρογόνου, οι μονάδες είχαν επτά διαφορετικούς πιθανούς μετρητές στις τοποθεσίες τους. Κάθε τύπος μετρητή είχε διαφορές ως προς το πώς χρειαζόταν να αντικατασταθεί ή να ενσωματωθεί με το βασικό σταθμό. Επίσης η δυσκολία ήταν στο να επιλεγθούν οι κατάλληλες μέθοδοι χειρισμού σε καθεμία από αυτές τις καταστάσεις, είτε με τη δημιουργία ενός νέου μετρητή ή ενός νέου αισθητήρα καυσίμου, ή ενσωματώνοντας ένα καινούργιο σύστημα ελέγχου στο υπάρχον μετρητή. Σε ορισμένες περιπτώσεις, ήταν δυνατή η άμεση διασύνδεση με μια έξυπνη γεννήτρια χρησιμοποιώντας μια ειδική διεπαφή.
2. Η ποικιλία μεγεθών δεξαμενών ήταν επίσης πρόκληση όπου υπήρχαν τρεις γενικές κατηγορίες: Μια "γραμμική" ή ορθογώνια δεξαμενή, κάθετη Οβάλ" ή "οριζόντια κυλινδρική".
3. Το καύσιμο που απομένει εάν έχει τις αρχικές του ιδιότητες και πώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί.

2.1 Τηλεπικοινωνίες και ενέργεια

Ο τομέας των τηλεπικοινωνιών διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση της παγκόσμιας οικονομίας και του τρόπου που οι άνθρωποι μοιράζονται πληροφορίες και γνώσεις. Με την πάροδο των ετών, η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στα δίκτυα τηλεπικοινωνιών μεταβλήθηκε χρησιμοποιώντας για την επικοινωνία οπτικές ίνες, με τον αυξανόμενο αριθμό των παγκόσμιων χρηστών κινητής τηλεφωνίας και των έξυπνων συσκευών που απαιτούν πρόσβαση μέσω κινητού διαδικτύου [4].

Συχνά σε διάφορα έγγραφα [5-7] αναφέρεται πώς η παγκόσμια ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στον τομέα των τηλεπικοινωνιών έχει αυξηθεί από 219 TWh το 2007 σε 354 TWh το 2012, πράγμα που αντιστοιχεί σε ετήσιο ρυθμό ανάπτυξης 10%. Αυτή η αύξηση της παγκόσμιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας αναμένεται να κλιμακωθεί σε ετήσιο πρόσθετο ποσοστό 10% μεταξύ 2013 και 2018, όπως αναφέρει ο δείκτης Cisco Visual Networking Index: Προβλέψεις και Έκθεση μεθοδολογίας [8].

Συνεπώς, αυτό καθιστά τα δίκτυα τηλεπικοινωνιών, πιο ενεργούς ηλεκτρικά καταναλωτές, με αυτά να είναι υπεύθυνα για αρκετό ποσοστό των αερίων εκπομπών του θερμοκηπίου (Greenhouse gases, GHG). Σε μια συνολική έκθεση σχετικά με τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου που αναφέρθηκαν από το γνωστό SMART (Standards, Monitoring, Accounting, Rethink, Transform- παρακολούθηση, λογιστική, επανεξέταση, μετασχηματισμός) 2020, οι εκπομπές των αερίων εκπομπών του θερμοκηπίου που θα παράγονται από τα τηλεπικοινωνιακά δίκτυα το 2020, θα αυξηθεί κατά τρεις φορές σε σύγκριση με αυτές του 2007. Πιο αναλυτικά, το 2007 οι εκπομπές ήταν 86 Mt CO₂e και μέχρι το 2020 θα αυξηθούν σε 235 Mt CO₂e.

Παρομοίως, παράλληλα με τη γρήγορη ανάπτυξη της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας των τηλεπικοινωνιακών δικτύων, μεταξύ του 2013 του 2018 τα παγκόσμια δεδομένα κινητής τηλεφωνίας δείχνουν ότι αναμένεται επίσης να αυξηθεί ο αριθμός τηλεφώνων τρεις φορές ταχύτερα από ό,τι το σταθερό Internet (IP). Αυτό συμβαίνει διότι η κινητή διακίνηση δεδομένων αυξάνεται ταχύτερα από το μέσο όρο στις αναπτυσσόμενες περιοχές όπως η Μέση Ανατολή και η Αφρική, ακολουθούμενη από την Ασία και τον Ειρηνικό [8].

Σήμερα τα ασύρματα και τα κινητά τηλεπικοινωνιακά δίκτυα είναι πολύ δημοφιλή κυρίως λόγω της ικανότητά τους να παρέχουν ραδιοφωνική κάλυψη σε μια ευρεία γεωγραφική περιοχή [9]. Αυτό, ειδικότερα, είναι πρακτικό για τηλεπικοινωνιακές εφαρμογές εξ αποστάσεως όπου, μέσω της εγκατάστασης των Σταθμών Βάσης (BS), μπορεί να επιτευχθεί η ανάπτυξη ασύρματων και κινητών τηλεπικοινωνιακών δικτύων[10].

Επί πλέον, μέσω ασύρματων και κινητών τηλεπικοινωνιακών δικτύων μπορεί να διατεθεί στους χρήστεςαπεριόριστη επικοινωνία[10]. Επί του παρόντος, υπάρχουν διάφοροι τύποι BS που μπορούν να βρεθούν. Στην περίπτωση που η σύνδεση με το ηλεκτρικό δίκτυο δεν είναι διαθέσιμη ή είναι πολύ δαπανηρή η επέκταση του ηλεκτρικού δικτύου με εγκατάσταση μακροστοιχείων BSείναι προτιμότερα από τους φορείς εκμετάλλευσης τηλεπικοινωνιών, σε σύγκριση με τα μικροστοιχεία των BS που είναι πολύ χαμηλότερα στην ικανότητα κάλυψης και την κατανάλωση ενέργειας [10-12].

Ο τύπος αυτός των macro BS είναι επίσης γνωστός ως off-grid BS, όπου η εφαρμογή του είναι κατάλληλη σε εφαρμογές τηλεπικοινωνιών για απομακρυσμένη χρήση[10].Προς το παρόν, υπάρχουν περίπου τέσσερα εκατομμύρια τοποθεσίες macro BS εγκατεστημένες σε όλο τον κόσμο και κάθε μία από τις οποίες καταναλώνουν κατά μέσο όρο 25 MWh ηλεκτρικής ενέργειας ετησίως[10].

Με βάση την έκθεση της GroupeSpeciale Mobile Association (GSMA), η ανάπτυξη μακροοικονομικών μεγεθών μεταξύ 2007 και 2012 αναφέρει διπλάσιο αριθμό το 2012 σε σύγκριση με το 2007, ειδικά στην περίπτωση των BS εκτός δικτύου που βρίσκονται στην υποσαχάρια Αφρική και Νότια Ασία[13]. Ο πληθυσμός αυτών άρχισε επίσης να αυξάνεται από το 2013 και μετά με ένα ποσοστό 25% ετησίως (και η τάση αναμένεται να συνεχιστεί), παράλληλα με τις αυξανόμενες απαιτήσεις κυκλοφορίας, ιδίως στις αναπτυσσόμενες περιφέρειες [6].

Παρά την ευρεία δυνατότητα κάλυψης που προσφέρουν τα BS-off-gridείναι το πιο ενεργειακό μέρος των δικτύων κινητής τηλεφωνίας που οδηγούν σε υψηλά επίπεδα τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου και έχουν υψηλό λειτουργικό κόστος [9]. Επιπλέον, η υψηλή κατανάλωση ενέργειας από τα BS μπορεί επίσης να επιβαρύνει τα μακροστοιχεία και συνεπώς να μειώσει την ποιότητα της υπηρεσίας (QoS) κάλυψης των BS. Ως εκ τούτου, η ανάγκη για τους φορείς εκμετάλλευσης τηλεπικοινωνιών να εφαρμόσουν ενεργειακά αποδοτικές λύσεις είναι κρίσιμες για να

μειώσουν τόσο το κόστος τους όσο και να μειώσουν τις σχετικές εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου[14,15].

2.2 Τροφοδοσία ενέργειας σε σταθμούς βάσης εκτός δικτύου

Μια αξιόπιστη και συνεχής διάταξη παροχής ηλεκτρικού ρεύματος αποτελεί βασική προϋπόθεση που πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά την τροφοδοσία ενέργειας σε σταθμό βάσης εκτός δικτύου για να διασφαλιστεί ότι οι χρήστες κινητών τηλεφώνων και οι τηλεπικοινωνιακοί φορείς δεν θα βιώσουν τυχόν διακοπές της υπηρεσίας[10].

Με την πάροδο των ετών, η τροφοδότηση των δικτυακών τόπων σταθμών βάσης εκτός δικτύου έχει γίνει χρησιμοποιώντας τυπική τροφοδοσία ρεύματος, όπως πετρελαιοκινητήρες και γεννήτριες βενζίνης. Τα τελευταία χρόνια εμφανίζεται και η εναλλακτική της τροφοδοσίας του ρεύματος από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας(π.χ. υβριδικά συστήματα τροφοδοσίας ισχύος φωτοβολταϊκά-ντίζελ με ή χωρίς αποθήκευση ενέργειας)[10].

Η παροχή ρεύματος από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι ιδιαίτερος ευνοϊκή σε περιοχές όπου είτε επεκτείνεται η σύνδεση του δικτύου σε ισχύ βάσης ή όταν ο τόπος δεν είναι οικονομικά ελκυστικός ή η υπάρχουσα ηλεκτρική ενέργεια δικτύου δεν παρέχεται συνεχώς [10].

Μέχρι σήμερα έχουν γίνει διάφορες μελέτες και εξελίξεις προκειμένου να βοηθηθούν οι τηλεπικοινωνιακοί φορείς να απομακρυνθούν από τη χρήση γεννητριών ντίζελ ως κύρια λύση παροχής ηλεκτρικού ρεύματος ή τη χρήση βιοντίζελ.Στις ακόλουθες υποενότητες αναφέρονται οι τρόποι ενεργειακής τροφοδοσίας των κεραιών.

2.2.1 Γεννήτριες Diesel

Οι γεννήτριες ντίζελ ήταν από τις πρώτες τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν ως εφεδρική ή πρωτογενής τροφοδοσίαγια BS σε περιοχές με ανεπαρκή ή καθόλου πρόσβαση στο κύριο δίκτυο [16]. Για μια εφαρμογή γεννήτριας diesel εκτός δικτύου BS, είναι πολύ σημαντικό το μέγεθος της γεννήτριας ντίζελ να διαμορφώνεταισυνήθως με βάση την εκτιμώμενη τελική χωρητικότητα της γεννήτριας ντίζελ. Ως εκ τούτου, όλα τα είδη των φορτίων όπως γραμμικά,

αντιστατικά, χωρητικά, επαγωγικά, μη γραμμικά και γραμμικά φορτία λαμβάνονται υπόψη κατά τον προσδιορισμό του μεγέθους μιας γεννήτριας ντίζελ[17].

Το βασικό πλεονέκτημα της ανάπτυξης συστημάτων diesel είναι ότι το σύστημα μπορεί να προσαρμοστεί ανάλογα με τη ζήτηση του φορτίου. Ωστόσο, το ζήτημα της αξιοπιστίας ήταν πάντοτε αμφισβητήσιμο και ο πιο προφανής παράγοντας είναι ότι η γεννήτρια ντίζελ έχει πιθανότητες αποτυχίας κατά την εκκίνηση, ιδιαίτερα σε ψυχρά περιβάλλοντα[17].

Το ποσοστό αποτυχίας που αναφέρεται συχνά είναι 0,5%, ή αλλιώς 5 από τις 1000 προσπάθειες εκκίνησης αποτυγχάνουν [17]. Για να αυξηθεί η αξιοπιστία επομένως αυξάνεται ο αριθμός των γεννητριών ντίζελ ειδικά για εφαρμογές όπου απαιτείται 100% αξιοπιστία.

Παρόλο που η αξιοπιστία αυξάνεται περίπου 200 φορές με την προσθήκη αριθμών γεννήτριας σε κατάσταση αναμονής, το πρόσθετο κόστος που σχετίζεται με αυτήν την προσέγγιση μπορεί ακόμα να καταστήσει αυτήν τη διαμόρφωση από οικονομική άποψη δυσμενή για τους τηλεπικοινωνιακούς φορείς [17].

Επιπλέον, η ανάπτυξη σταθμών βάσης, που χρησιμοποιούν γεννήτριες ντίζελ μπορούν να προσθέσουν ένα σημαντικό ποσό εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στο περιβάλλον. Όπως αναφέρθηκε από τον Webb [5]: αναμένεται αύξηση κατά περίπου 150 Mt CO₂e από το 2002 σε 350 Mt CO₂e το 2020. Από τις τηλεπικοινωνίες το κινητό δίκτυο κυριαρχεί στο υψηλότερο ποσοστό εκπομπών αερίων θερμοκηπίου και εκτιμάται ότι θα απελευθερωθούν στο περιβάλλον το 2020 103 Mt CO₂e, εάν δε ληφθούν υποχρεωτικά μέτρα για να επιτευχθεί επίτευξη πράσινων τηλεπικοινωνιακών δικτύων.

Ένα άλλο σημαντικό ζήτημα που συνδέεται με την ανάπτυξη των γεννητριών ντίζελ για την τροφοδοσία των δικτυακών τόπων BS εκτός δικτύου είναι ότι η ικανότητα απόδοσης των γεννητριών ντίζελ είναι πολύ χαμηλή και συχνά ανεπαρκής, περίπου στο 30% ή λιγότερο, ενώ η υπόλοιπη ενέργεια χάνεται ως θερμότητα [18]. Οι μεγάλες απώλειες συμβάλλουν σημαντικά στο λειτουργικό κόστος και στο κόστος συντήρησης των σταθμών βάσης.

Για παράδειγμα, σε μια συγκεκριμένη περίπτωση σταθμών βάσης σε απομακρυσμένη περιοχή στην Κένυα, χρειάζονται περισσότερα από 100 φορτηγά για να προμηθεύσουν αρκετά καύσιμα στις εγκαταστάσεις BS και απαιτούνται πολλοί τεχνικοί πλήρους απασχόλησης για να ξεπεραστούν οι διακοπές λειτουργίας,

οδηγώντας σε διάφορα οικονομικά μειονεκτήματα (π.χ. πρόσθετες περιττές εργασίες, καύσιμα και έξοδα μεταφοράς) [18].

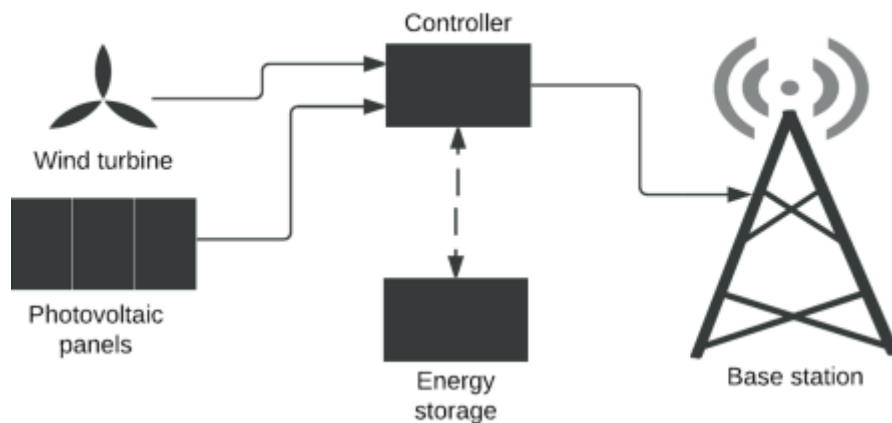
Ένα άλλο παράδειγμα δείχνει ότι ένας φορέας τηλεπικοινωνιών όπως η Vodacom πρέπει να ξοδέψει περισσότερα από 5 εκατομμύρια δολάρια ετησίως για όλους τους 157 πετρελαιοκίνητους σταθμούς BS (περίπου 32.000 δολάρια ανά έτος ανά BS) που βρίσκονται στη Λαϊκή Δημοκρατία του Κονγκό (ΛΔΚ), κυρίως για σκοπούς συντήρησης και λειτουργίας[19].

Επιπλέον, αξίζει να σημειωθεί ότι υπάρχουν και άλλα κοινά θέματα που σχετίζονται με την εφαρμογή γεννητριών ντίζελ, όπως εκπομπή θορύβου, διαρροή πετρελαίου, κίνδυνος κλοπής και περιορισμένη διάρκεια ζωής. Ωστόσο οι εκπομπές μπορούν να μειωθούν χρησιμοποιώντας βιοντίζελ. Η παρούσα εργασία πραγματεύεται την εκμετάλλευση του εναπομένου καυσίμου ντίζελ στις δεξαμενές, αλλά ωστόσο αξίζει να γίνει και μια σύντομη αναφορά για τους ήδη υπάρχοντες αλλά όχι πολύ διαδεδομένους τρόπους παροχής ενέργειας σε ασύρματες τηλεπικοινωνίες, όπως αναλύεται στις επόμενες υποενότητες.

2.2.2 Υβριδικό σύστημα φωτοβολταϊκού-αιολικού πάρκου

Ένα υβριδικό φωτοβολταϊκό σύστημα παράγει ενέργεια για να καλύψει τις απαιτήσεις φορτίου μέσω της επίδρασης της ταχύτητας του ανέμου και της ηλιακής ακτινοβολίας [20]. Ωστόσο, λόγω της στοχαστικής φύσης της ενέργειας προερχόμενη από ηλιακή ακτινοβολία και τον άνεμο, το υβριδικό φωτοβολταϊκό σύστημα (όπως φαίνεται στην Εικ.1.1) μπορεί να χρειαστεί κάποια μορφή αποθήκευσης ενέργειας(π.χ. συσσωρευτές) που συμβάλλουν στη γεφύρωση του διαλείμματος των πηγών αιολικής και ηλιακής ενέργειας και έτσι μπορεί να παρέχεται ενέργεια όταν οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας δεν είναι σε θέση να καλύψουν τη ζήτηση φορτίου.

Στη βιβλιογραφία υπάρχουν αρκετά άρθρα που έχουν συζητήσει για την εφαρμογή ενός υβριδικού φωτοβολταϊκού συστήματος για τις εκτός δικτύου πύλες. Οι Hashimoto *et al.* [21] διεξήγαγαν μια ερευνητική μελέτη σχετικά με μια τοποθεσία σταθμού βάσης στο Yonaguni Island της Ιαπωνίας. Αυτοί πρότειναν τη βέλτιστη διαστασιολόγηση ενός υβριδικού συστήματος φωτοβολταϊκών συστημάτων και μελέτησαν τη δυνατότητα διακοπής της υπηρεσίας για τρία σενάρια χωρητικότητας της μπαταρίας. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το σύστημα απαιτούσε backup τριών ημερών για να διατηρήσει μηδενικές διακοπές λειτουργίας.



Εικόνα 2.1. Υβριδικό φωτοβολταϊκό σύστημα [22].

Επιπλέον, σε μια μελέτη που διενεργήθηκε από τον Yu και τον Qian [23], προτάθηκε η βέλτιστη στρατηγική διαστασιολόγησης και ελέγχου ενός υβριδικού φωτοβολταϊκού συστήματος όπου η μέθοδος ελέγχου διπλού κλειστού βρόχου χρησιμοποιήθηκε για την παρακολούθηση των αλλαγών της αιολικής ενέργειας προκειμένου να εξαλειφθούν οι μεταβολές του ανέμου και οι επιπτώσεις τους στο υβριδικό φωτοβολταϊκό σύστημα. Σήμερα στο εμπόριο τα υβριδικά αυτά συστήματα δεν είναι διαδεδομένα πολύ ωστόσο υπάρχει μια περιορισμένη αγορά.

2.2.3 Υβριδικά συστήματα φωτοβολταϊκών-γεννητριών ντίζελ

Το υβριδικό σύστημα φωτοβολταϊκά-γεννήτρια diesel (συνήθως με συστήματα αποθήκευσης ενέργειας, μπαταρίες) είναι ένα ολοκληρωμένο σύστημα παροχής ρεύματος που λειτουργεί με βάση τους συμπληρωματικούς ρόλους των βασικών συνιστωσών του συστήματος.

Για παράδειγμα, το σχετικά υψηλό κόστος κεφαλαίου εγκατάστασης των Φ/Β αντισταθμίζεται από το χαμηλό κόστος κεφαλαίου της γεννήτριας ντίζελ. Τα υψηλά κόστη λειτουργίας και συντήρησης του ντίζελ αντισταθμίζονται από τα χαμηλά κόστη λειτουργίας και συντήρησης των Φ/Β. Στις περισσότερες περιπτώσεις, η ενέργεια που παράγεται από τις γεννήτριες ντίζελ είναι αρκετά διαθέσιμη κατά τη διάρκεια της απουσίας ή της έλλειψης ισχύος των Φ/Β [24]. Επιπλέον, ενώ η ύπαρξη ντίζελ ως εφεδρική τροφοδοσία αυξάνει την αξιοπιστία των υβριδικών φωτοβολταϊκών συστημάτων, το συνολικό κόστος κεφαλαίου και το κόστος λειτουργίας και

συντήρησης μπορούν να μειωθούν περαιτέρω χρησιμοποιώντας ένα πολύ μικρότερο μέγεθος Φ/Β και μπαταριών.

Με βάση μια μελέτη που διεξήχθη για ένα υβριδικό σύστημα Φ/Β-ντίζελ που χρησιμοποιείται σε έναν υποσταθμό στο Νεπάλ διαπιστώθηκε ότι η χρήση ενός βελτιστοποιημένου υβριδικού συστήματος Φ/Β-ντίζελ είχε κόστος ηλεκτρικής ενέργειας 0,50 \$/kWh. Σε σύγκριση με ένα σύστημα μόνο ντίζελ, το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας που παρέχεται από το σύστημα βρέθηκε να είναι \$ 0,70/kWh [25].

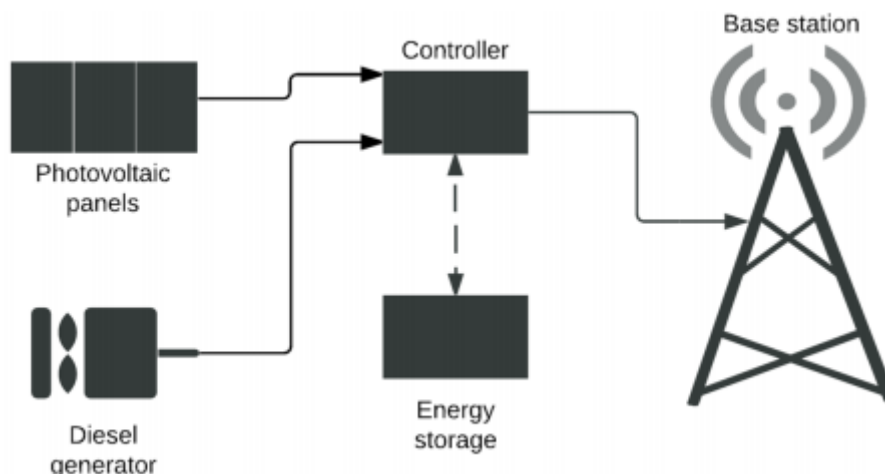
Επιπλέον, με την προσθήκη ενός μετατροπέα στο υβριδικό σύστημα Φ/Β-ντίζελ, υπήρξε μια βελτίωση στην παροχή ενέργειας από το Φ/Β χωρίς την ανάγκη εκφόρτισης της μπαταρίας όσο υπήρχε αρκετή ηλιακή ακτινοβολία στο χώρο [25]. Αυτό μπορεί να βοηθήσει στην παράταση της διάρκειας ζωής της μπαταρίας και στην αποτροπή της διακοπής της γεννήτριας ντίζελ, καθιστώντας εφικτό το συνδυασμό του υβριδικού Φ/Β-ντίζελ και πρακτικό σε σύγκριση με μόνη της τη γεννήτρια ντίζελ.

Σε μια άλλη μελέτη από τους Moghannemi *et al.* [26], προτάθηκε βελτιστοποιημένο υβριδικό σύστημα φωτοβολταϊκών για την τροφοδοσία ενός εκτός δικτύου πομπού διαύλου FM (διαμόρφωση συχνότητας) που βρίσκεται στο Kuantan της Μαλαισίας. Το σύστημα απέδωσε το χαμηλότερο κόστος ηλεκτρικής ενέργειας, στα \$ 0,26/kWh, σε σύγκριση με ένα σύστημα μόνο ντίζελ και ένα μόνο Φ/Β σύστημα, που είχαν κόστος \$ 0,36/kWh και \$ 0,46/kWh, αντίστοιχα.

Αυτή η βελτιστοποίηση έγινε με την εξέταση δυο κλειδιών παραμέτρων, τις ημέρες αυτονομίας και συνεισφοράς των ΦΒ, γεγονός που υποδηλώνει μισή μέρα αυτόνομης λειτουργίας με συνεισφορά ύψους 110% από τα Φ/Β (που σημαίνει ότι υπήρχε 100% συνεισφορά Φ/Β και επιπλέον 10% περίσσεια ισχύς από τα Φ/Β) προκειμένου να επιτευχθεί το χαμηλότερο κόστος ηλεκτρικής ενέργειας των 0,26 \$/kWh.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι παράγοντες, όπως οι υψηλές εκπομπές από τη χρήση πετρελαίου ντίζελ, ενδεχομένως η μελλοντική αύξηση των τιμών του πετρελαίου ντίζελ καθώς και η αναξιόπιστη κατάσταση που προκύπτει από τις διακοπές λειτουργίας (π.χ. λόγω κακής παροχής καυσίμων ή κλοπή καυσίμων) είναι μερικοί από τους περιορισμούς που εμποδίζουν το υβριδικό σύστημα Φ/Β-ντίζελ να αναπτυχθεί ευνοϊκά για την τροφοδοσία θέσεων εκτός δικτύου [25,27].

Στην Εικ.1.2 αντικατοπτρίζεται μια τυπική διάταξη του υβριδικού συστήματος Φ/Β-ντίζελ όπου η ισχύς τροφοδοτείται κατά κύριο λόγο από το φωτοβολταϊκό σύστημα και η γεννήτρια ντίζελ λειτουργεί ως συμπληρωματικό σύστημα τροφοδοσίας για να ξεπεραστούν οι διακοπές από την τροφοδοσία της ηλιακής ενέργειας.



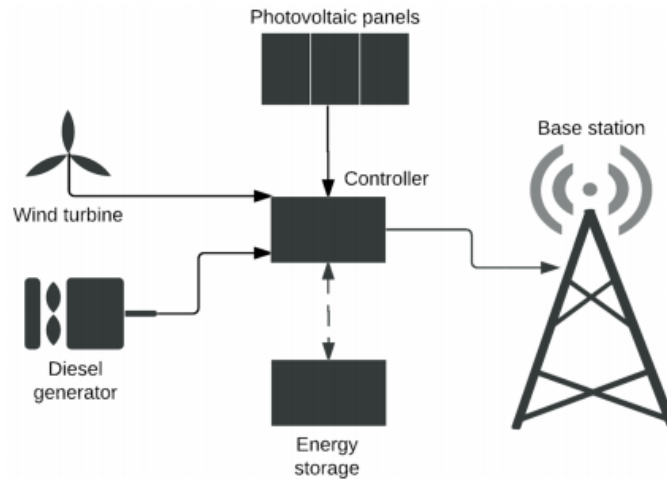
Εικόνα 2.2. Τυπική διαμόρφωση ενός υβριδικού συστήματος Φ/Β-ντίζελ σε θέση σταθμού βάσης[26].

Κατά τη διάρκεια των περιόδων που τα Φ/Β δεν είναι σε θέση να παράγουν περίσσεια ενέργειας, η αποθήκευση ενέργειας χρησιμοποιείται για την αποθήκευση της πλεονάζουσας ενέργειας ως βραχυπρόθεσμη επιλογή αποθήκευσης ενέργειας. Ωστόσο, λόγω της ανυπαρξίας αξιόπιστων μακροπρόθεσμων συστημάτων αποθήκευσης ενέργειας, το σύστημα Φ/Β-ντίζελ δεν είναι αρκετά αξιόπιστο για να τροφοδοτεί τις βάσεις εκτός δικτύου με σταδιακό τύπο φόρτωσης [28].

2.2.4 Υβριδικά συστήματα φωτοβολταϊκών-ανεμογεννήτριας-γεννήτριας ντίζελ

Στα υβριδικά συστήματα Φ/Β-ανεμογεννήτριας-γεννήτριας ντίζελ, η ηλεκτρική ενέργεια παρέχεται κυρίως από την ηλιακή και την αιολική ενέργεια, ενώ το ντίζελ χρησιμοποιείται ως δευτερεύουσα ή εφεδρική τροφοδοσία όταν οι ανεμογεννήτριες δεν μπορούν να παράγουν αρκετή ισχύ για τις βάσεις εκτός δικτύου [29,30].

Στην Εικ.1.3 αντικατοπτρίζεται η τυπική διαμόρφωση του υβριδικού φωτοβολταϊκού-αιολικής ενέργειας-γεννήτριας ντίζελ συστήματος, για τροφοδοσία σταθμών βάσης εκτός δικτύου.



Εικόνα 2.3. Τυπική διαμόρφωση ενός υβριδικού φωτοβολταϊκού συστήματος- ανεμογεννήτριας-γεννήτριας ντίζελ, σε ένα σταθμό βάσης[22].

Η μελέτη που διεξήχθη από τον Bitterlin [31] προτείνει ότι αυτά τα υβριδικά συστήματα είναι ιδανικά για την τροφοδότηση μεγάλων σταθμών βάσης, 4 kW ή και περισσότερο. Μια παρόμοια μελέτη διεξήχθη από τους Goel και Ali [32] που βασίστηκε σε ένα υβριδικό σύστημα που βρίσκεται στο νησιωτικό χωριό Barakolikhola στην Odisha της Ινδίας.

Η μελέτη έδειξε ότι με το σύστημα αυτό επιτυγχάνονται χαμηλές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, χαμηλό λειτουργικό κόστος, χαμηλό καθαρό κόστος σε σύγκριση με μια μόνο γεννήτρια ντίζελ. Ο ερευνητές έδειξαν επίσης ότι η ανάπτυξη ενός τέτοιου υβριδικού συστήματος είναι πιο βιώσιμη από τεχνοοικονομική άποψη, όταν το υβριδικό σύστημα χρησιμοποιείται για μεγαλύτερες απαιτήσεις φορτίου[32].

Μια άλλη εργασία [33] μελέτησε τη βελτιστοποίηση ενός υβριδικού φωτοβολταϊκού συστήματος αιολικής ενέργειας μιας βάσης που βρίσκεται στην Imaliya Bhanpur της Ινδίας. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το καθαρό κόστος του υβριδικού συστήματος είναι 10% και 15% χαμηλότερο από το υβριδικό φωτοβολταϊκό-γεννήτρια ντίζελ και ανεμογεννήτρια-ντίζελ συστήματα, αντίστοιχα.

Επιπλέον, το κόστος ηλεκτρικής ενέργειας ανά kWh για τα τρία υβριδικά συστήματα (δηλ. Φ/Β-ανεμογεννήτρια-γεννήτρια ντίζελ, ανεμογεννήτρια-γεννήτρια ντίζελ και Φ/Β-γεννήτρια ντίζελ) βρέθηκε να είναι \$ 0,7 /kWh, \$ 0,77/kWh, και \$0,76 /kWh, αντίστοιχα.

Οι Olatomiwa *et al.*[34] βρήκαν ότι το υβριδικό σύστημα Φ/Β-ανεμογεννήτρια-γεννήτρια ντίζελ μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αντικατάσταση των γεννητριών

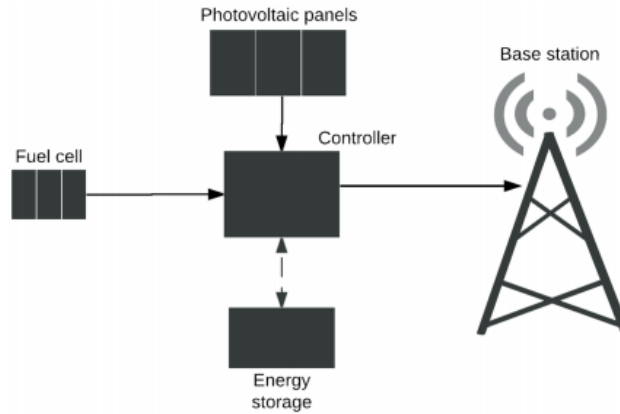
ντίζελ που είχαν αναπτυχθεί στο παρελθόν για τοποθεσίες εκτός δικτύου BS στη Νιγηρία. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το υβριδικό φωτοβολταϊκό σύστημα και αιολικής ενέργειας αποδίδει χαμηλότερο κόστος ηλεκτρικής ενέργειας στα \$0,45/kWh, σε σύγκριση με τα υβριδικά συστήματα Φ/Β-ντίζελ και ντίζελ-μπαταρίες, όπου και τα δυο είχαν κόστος ηλεκτρικής ενέργειας \$0.66/kWh σε αυτή την περίπτωση.

Επιπλέον, το ανανεώσιμο κλάσμα του υβριδικού συστήματος Φ/Β-ανεμογεννήτρια-ντίζελ βρέθηκε να είναι υψηλότερο (δηλ. άνω του 82%) απ' ό, τι ακριβώς για το υβριδικό σύστημα Φ/Β-ντίζελ (δηλ. στο 19%), καθιστώντας το προτεινόμενο υβριδικό σύστημα παροχής ηλεκτρικής ενέργειας εφικτό και φιλικό προς το περιβάλλον σε σύγκριση με άλλες διαμορφώσεις υβριδικού συστήματος.

2.2.5 Υβριδικό σύστημα φωτοβολταϊκού-κυψέλες καυσίμου

Ένα νέο καινοτόμο σύστημα υπό μελέτη είναι αυτό με τα φωτοβολταϊκά και κυψέλες καυσίμου. Ένα υβριδικό σύστημα φωτοβολταϊκών κυψελών είναι μια βιώσιμη λύση (εάν παράγεται και παρέχεται υδρογόνο βιώσιμο, όχι από πετρέλαιο). Αυτό το σύστημα έχει τα ελκυστικά χαρακτηριστικά των ΦΒ και τις τεχνολογίες των κυψελών καυσίμου, όπως υψηλή απόδοση και η ευελιξία καυσίμων [35].

Στην Εικ. 1.4 φαίνεται η τυπική διαμόρφωση ενός υβριδικού συστήματος κυψελών καυσίμου-Φ/Β που χρησιμοποιείται για την τροφοδοσία μιας βάσης. Γενικά, το σύστημα των κυψελών καυσίμου χρησιμοποιείται για την υποστήριξη του συστήματος παροχής ηλεκτρικού ρεύματος καλύπτοντας την διακοπόμενη λειτουργία του φωτοβολταϊκού συστήματος, επίσης όταν η αποθήκευση ενέργειας του συστήματος δεν είναι σε θέση να τροφοδοτήσει αρκετό ηλεκτρικό ρεύμα για να ικανοποιήσει τη ζήτηση του φορτίου.



Εικόνα 2.4. Σύστημα φωτοβολταϊκού και κυψελών καυσίμου [36].

Η προτιμώμενη επιλογή κυψελών καυσίμου για το σκοπό αυτό είναι η κυψέλη καυσίμου μεμβράνης ανταλλαγής πρωτονίων (PEMFC) λόγω της χαμηλής θερμοκρασίας λειτουργίας της (π.χ. 60-100 °C), της ταχείας εκκίνησης και της ταχείας απόκρισης σε μεταβλητά φορτία [36]. Τα PEMFCs μπορούν να λειτουργούν με καθαρό υδρογόνο που μπορεί να τροφοδοτηθεί στο χώρο ή να παραχθεί επί τόπου, για παράδειγμα, μέσω ηλεκτρόλυσης νερού ή μεταρρύθμισης μεθανόλης και φυσικού αερίου [37].

Σε μια μελέτη [35] που διεξήχθη πραγματοποιήθηκε μια μη επιτηρούμενη δοκιμαστική λειτουργία ενός υβριδικού συστήματος φωτοβολταϊκών-κυψελών καυσίμου για έναν απομακρυσμένο σταθμό επαναλήπτη τηλεφώνου. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το σύστημα τροφοδοσίας λειτούργησε χωρίς αστοχία για 3239 ώρες (ή για περισσότερες από 229 ημέρες σε υπηρεσία) και ολοκλήρωσε 177 κύκλους έναρξης-λήξης.

Οι μπαταρίες κράτησαν κατά μέσο όρο σε κατάσταση φόρτισης 76%. Ωστόσο, η δοκιμή απέτυχε καθώς λίγο καιρό μετά επήλθε υπερθέρμανση από την κυψέλη καυσίμου καθώς η θερμοκρασία περιβάλλοντος αυξήθηκε και το σύστημα ψύξης έμεινε σε αδρανή κατάσταση για να μειώσει την κατανάλωση ενέργειας του σταθμού βάσης. Αυτό τονίζει τη σημασία ανάπτυξης ενός αποτελεσματικού συστήματος θερμικής διαχείρισης για τέτοιου είδους ρυθμίσεις παροχής ενέργειας.

Μια άλλη μελέτη εξετάζει την περίπτωση ενός απομακρυσμένου ραδιοτηλεφωνικού σταθμού επαναλήψεως και διεξήχθη από τους Lehman *et al.* [36], με σκοπό την ανάπτυξη ενός εφικτού συστήματος παροχής ηλεκτρικού ρεύματος για τον σταθμό επαναλήπτη. Αυτοί βρήκαν ότι η λειτουργία ενός μόνο φωτοβολταϊκού

συστήματος δεν ήταν εφικτή, καθώς απαιτούσε μεγάλο αριθμό φωτοβολταϊκών, ενώ σε περίπτωση χρήσης γεννητριών ντίζελ απαιτούνταν τεράστιες ποσότητες ντίζελ για τη λειτουργία του σταθμού αναμεταδότη.

Εξαιτίας αυτού, το υβριδικό σύστημα κυψελών καυσίμου-Φ/Β προτάθηκε για την εφεδρική τροφοδοσία και παρουσίασε ώρες λειτουργίας 400 έως 800 ώρες ανά έτος. Επιπλέον, τοποθετήθηκε ένας διακόπτης θερμοκρασίας για να ξεπεραστεί το ζήτημα της υπερθέρμανσης που προαναφέρθηκε [36].

Τέλος, μια άλλη μελέτη [38] πρόσθεσε στο υβριδικό σύστημα μια μονάδα διαχείρισης ενέργειας (PMU) και κατάφερε με επιτυχία να βελτιώσει το συντονισμό ισχύος μεταξύ των Φ/Β και της κυψέλης καυσίμου. Με την προσθήκη του PMU στην τροφοδοσία του συστήματος τροφοδοσίας, ο αριθμός των Φ/Β που χρειάζονται επιπλέον και το κόστος κεφαλαίου του υβριδικού συστήματος κυψελών καυσίμου – Φ/Β μειώθηκε περαιτέρω.

Ωστόσο, μειονεκτήματα όπως η αργή δυναμική στο σύστημα κυψελών καυσίμου και το υψηλό κεφάλαιο για το κόστος της κυψέλης καυσίμου ανέστειλε κάπως την ανάπτυξη του προτεινόμενου υβριδικού συστήματος κυψελών καυσίμου-Φ/Β για τις απομακρυσμένες εφαρμογές τηλεπικοινωνιών για τις οποίες σχεδιάστηκε το σύστημα [38].

3 Το καύσιμο ντίζελ και γεννήτριες ντίζελ

Τα βιοκαύσιμα ορίζονται στην οικεία νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης ως «υγρά ή αέρια καύσιμα κίνησης τα οποία παράγονται από βιομάζα», δηλαδή από βιοαποδομήσιμα γεωργικά, δασικά και αλιευτικά προϊόντα, απόβλητα ή κατάλοιπα ή από βιοαποδομήσιμα βιομηχανικά απόβλητα και οικιακά απορρίμματα. Επί του παρόντος, τα μοναδικά βιοκαύσιμα που παράγονται και χρησιμοποιούνται σε ικανές ποσότητες στην ΕΕ είναι η βιοβενζίνη (συμπεριλαμβανομένης της βιοαιθανόλης) και το βιοντίζελ.

Βάσει της πρώτης ύλης που χρησιμοποιείται, τα βιοκαύσιμα μπορούν να διακριθούν σε [39]:

- συμβατικά (πρώτης γενιάς) βιοκαύσιμα, τα οποία παράγονται κυρίως από γεωργικές καλλιέργειες που χρησιμοποιούνται επίσης για την παραγωγή τροφίμων ή ζωοτροφών (ήτοι για κατανάλωση από τους ανθρώπους ή τα ζώα, π.χ. δημητριακά, ζαχαροκάλαμο, τεύτλα και ελαιούχοι σπόροι),
- προηγμένα (δεύτερης και τρίτης γενιάς) βιοκαύσιμα, τα οποία παράγονται από πρώτες ύλες όπως απόβλητα ή κατάλοιπα, και τα οποία δεν ανταγωνίζονται άμεσα με καλλιέργειες τροφίμων και ζωοτροφών.

3.1 Τρόπος λειτουργίας ασύρματων σταθμών βάσης τηλεπικοινωνιών με βάση τις γεννήτριες

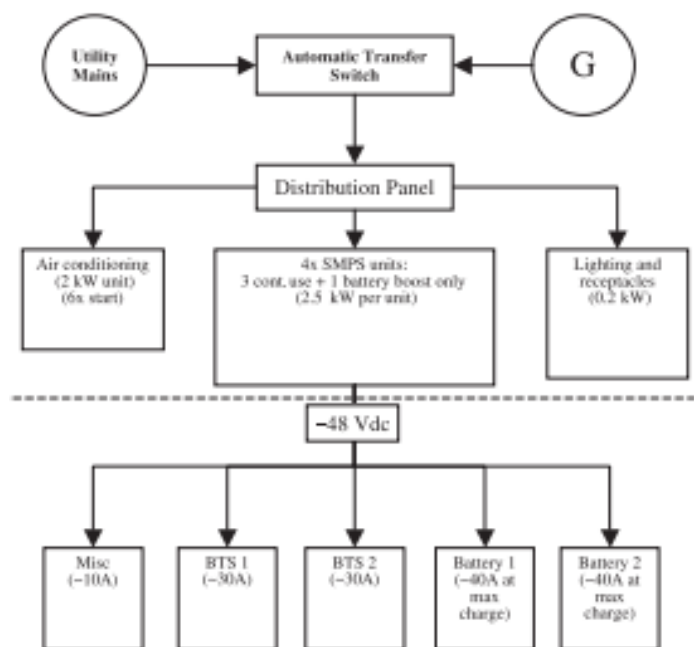
Σε αυτήν την υποενότητα αξίζει να αναφερθεί η διαμόρφωση του συστήματος τροφοδοσίας, ο τύπος των φορτίων και των σημαντικών χαρακτηριστικών των γεννητριών για οποιαδήποτε εφαρμογή πύργου τηλεπικοινωνιών. Στις περισσότερες περιοχές, μια διαμόρφωση συστήματος εφεδρικής ισχύος συνήθως χρησιμοποιεί τριφασική ισχύ εξόδου AC, όπου τα μονοφασικά φορτία εξισορροπούνται εξίσου μεταξύ των φορτίων τριών φάσεων.

Οι περισσότεροι χειριστές πύργων στη Βόρεια Αμερική και στην Ευρώπη χρησιμοποιούν μια γεννήτρια με καύσιμο ντίζελ για επείγουσα δημιουργία

αντιγράφων ασφαλείας στην κύρια παροχή ρεύματος. Αλλά στις αναπτυσσόμενες χώρες και στις πρώτες αγορές ηλεκτρικής ενέργειας, γενικά χρησιμοποιούνται δυο είδη γεννητριών: η μία λειτουργεί συνεχώς και εναλλάσσεται με μια άλλη γεννήτρια σε εβδομαδιαία βάση, ή ανεξάρτητα από το διάστημα χρησιμοποιείται αυτόματος διακόπτης μεταγωγής ανάλογα με το διάστημα που πρέπει να χρησιμοποιηθεί η γεννήτρια.

Οι διαφορές στο μέγεθος των πομποδεκτών, το περιβάλλον και τις περιβαλλοντικές συνθήκες, τον τύπο των ανορθωτών και των μετατροπέων που χρησιμοποιούνται στην τροφοδοσία τάσης, τον αριθμό και το μέγεθος των μπαταριών και άλλους παράγοντες (όπως το μέγιστο επιτρεπόμενο όριο μεγέθους ή σχεδιασμού της δεξαμενής καυσίμου για μελλοντική επέκταση φορτίου) είναι οι κύριες μεταβλητές που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την επιλογή της γεννήτριας και τη διαμόρφωση του συστήματος τροφοδοσίας για τον πύργο των κυψελών επικοινωνίας.

Ταυτόχρονα, υπάρχουν ορισμένα φορτία σε κάθε σταθμό πομποδέκτη βάσης. Αυτά τα φορτία απεικονίζονται στην Εικ.2.1, η οποία δείχνει μια τυπική γραμμή ηλεκτρικής διάταξης για σταθμό βάσης με ισχύ 12 kW(15 kVA) που θα ανταποκρινόταν στις απαιτήσεις ενός πύργου κυψελών στις περισσότερες περιοχές.



Εικόνα 3.1. Τυπική ηλεκτρική διάταξη για φορτία σε σταθμό βάσης τηλεπικοινωνιών[40].

Όπως απεικονίζεται στην Εικ.2.1 το φορτίο αποτελείται κυρίως από εξοπλισμό με ραδιο-μικροκύματα και άλλα οικιακά φορτία όπως φωτισμού και κλιματισμού. Το πραγματικό φορτίο BTS, που χρησιμοποιείται στον πύργο των κυψελών τροφοδοτείται μέσω του SMPS, το οποίο είναι η μονάδα ρεύματος συνεχούς ρεύματος (DC)[40].

Σε ορισμένες περιοχές, όπως η Ινδία και η Ανατολική Ασία, το SMPS είναι συνήθως μέρος μιας πιο σύνθετης μονάδας διασύνδεσης ισχύος (PIU), η οποία περιλαμβάνει το διακόπτη μεταγωγής και ένα κλιματιστικό στατικής γραμμής για να διατηρηθεί η κρίσιμη ισχύς λειτουργίας μεταξύ του βοηθητικού συστήματος και της γεννήτριας.

Το PIU προστατεύει επίσης τον εξοπλισμό από τις τάσεις τροφοδοσίας εισόδου που οφείλονται σε αστραπή, παρακολουθεί την 'υγεία' της μπαταρίας και των χειριστηρίων καθώς και το ρυθμό φόρτισης των τραπεζών μπαταρίας. Οι ανορθωτές και οι μετατροπείς στα συστήματα SMPS και PIU έχουν ελάχιστες απώλειες ισχύος και λειτουργούν με απόδοση που φτάνει το 95-98%, με συντελεστή ισχύος κοντά στη μονάδα[40].

Όταν πρόκειται για τους εσωτερικούς σταθμούς βάσης, οι μονάδες κλιματισμού διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στον καθορισμό του μεγέθους της γεννήτριας που απαιτείται. Τα περισσότερα φορτία BTS εσωτερικού χώρου απαιτούν κλιματισμό κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού[40].

Συνήθως υπάρχουν δύο μονάδες κλιματισμού: μια κύρια και μια δευτερεύουσα μονάδα. Ωστόσο, είναι σπάνιο και για τις δύο μονάδες κλιματισμού να λειτουργήσουν την ίδια στιγμή. Έτσι κατά τον καθορισμό του μεγέθους της γεννήτριας, ο μηχανικός θα πρέπει να υποθέσει ότι θα ξεκινήσει και θα λειτουργήσει μόνο μία μονάδα τη φορά. Για εξωτερικές εφαρμογές, δεν υπάρχει απαίτηση για κλιματισμό, επομένως δεν υπάρχει η ανάγκη για ανεφοδιασμό με έναν μεγάλο εναλλάκτη για να ανταποκριθεί η μονάδα στις απαιτήσεις εκκίνησης των κλιματιστικών μονάδων. Σε αυτήν την περίπτωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια μικρότερη γεννήτρια[40].

Επίσης αναμένεται κάποια αρμονική παραμόρφωση στο σύστημα ισχύος όταν λειτουργούν φορτία μη γραμμικού και ανορθωμένου φορτίου όπως αυτά που χρησιμοποιούνται στο SMPS. Αξίζει ωστόσο να σημειωθεί ότι πολλοί φορείς εκμετάλλευσης τηλεπικοινωνιών θεωρούν την παραμόρφωση της τάσης τροφοδοσίας

ρεύματος ως ελάχιστη, λόγω της γρήγορης συχνότητας μεταγωγής των τρανζίστορ που χρησιμοποιούνται στους ανορθωτές[40].

Η παραμόρφωση της τάσης εξόδου μετριάζεται επίσης από τους υπερμεγέθους εναλλάκτες που παρέχονται στα περισσότερα σετ γεννήτριας για να καλύψουν τις 'σίγουρες' απαιτήσεις ροής των κινητήρων του κλιματιστικού. Αυτοί οι υπερμεγέθιοι εναλλάκτες συμβάλλουν στη μείωση της συνολικής αντίστασης του συστήματος (αντίδραση). Συνεπώς, δεν υπάρχει περαιτέρω ανάγκη να υπάρξει υπερμέθυση των εναλλακτών όπως θα μπορούσε κανείς να κάνει με άλλες εφαρμογές που χρησιμοποιούν παρόμοια φορτία[40].

Ο πίνακας διανομής στην Εικ.2.1 δείχνει επίσης και άλλα βασικά φορτία διαύλου AC που ενεργοποιούνται και από τις δυο γεννήτριες ή το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας. Αποτελούνται κυρίως από μονάδες κλιματισμού (μονής ή τριφασικής) και φωτισμό(μονή φάση). Άλλα τυπικά φορτία εναλλασσόμενου ρεύματος που μπορούν να τοποθετηθούν στη γεννήτρια περιλαμβάνουν αντλίες καυσίμου και βοηθητικούς ανεμιστήρες αερισμού στο δωμάτιο γεννήτριας[40].

Αν και δεν είναι εμφανές στην Εικ.2.1, είναι επίσης κοινό στο σύστημα τροφοδοσίας για παροχή + 24V DC να χρησιμοποιούνται μετατροπείς DC-to-DC, αλλά για ορισμένα φορτία, όπως αυτά που χρησιμοποιούνται για τη λειτουργία των κινητήρων του θαλάμου ντίζελ για αποσβεστήρα αέρα εισόδου ή εξόδου, για απομακρυσμένη παρακολούθηση, για συστήματα ελέγχου, φωτιστικά DC και/ή θερμαντήρες συνεχούς ρεύματος[40].

Σε ορισμένες διαμορφώσεις, ένας σταθμός μπαταριών είναι εφεδρική πηγή ενέργειας, η οποία συνήθως τρέχει παράλληλα με ένα σετ γεννήτριας, για εξοικονόμηση του κόστους καυσίμων. Σε αυτές τις διαμορφώσεις, το σετ γεννήτριας λειτουργεί μόνο για να φορτίσει τις μπαταρίες όταν αισθάνεται ότι ο δίαυλος DCH τάσης είναι χαμηλός μετά από μακρά διακοπή λειτουργίας. Ωστόσο, υπάρχουν ανησυχίες σχετικά με την αξιοπιστία και τον πραγματικό χρόνο του αποθεματικού που διατίθεται με τη χρήση μπαταριών όταν η τάση του πλωτήρα εφαρμόζεται συνεχώς - ειδικά σε εφαρμογές πρωτογενούς ενέργειας - λόγω του μεγάλου αριθμού κύκλων όταν εκφορτίζονται οι μπαταρίες[40].

Εάν χρησιμοποιούνται τέτοιες διαμορφώσεις, η διαχείριση της μπαταρίας πρέπει πάντα να καθορίζεται συνεχώς και να παρακολουθείται η τάση των μπαταριών και να ελέγχεται η φόρτιση των μπαταριών με στόχο να παρέχεται το κατάλληλο φορτίο για

να είναι πάντα ενεργές οι μπαταρίες. Συνήθως, η γεννήτρια δεν χρησιμοποιείται για να κρατάει ενεργές τις μπαταρίες, αλλά για να παρέχει υψηλό ρεύμα που απαιτείται για τη φόρτιση της μπαταρίας ή για την τροφοδοσία του φορτίου απευθείας εάν αποτύχουν οι μπαταρίες[40].

Τέτοια υβριδικά συστήματα που συνδυάζουν τις μπαταρίες με μία ή περισσότερες γεννήτριες μπορεί να είναι αποδοτικά ως προς το καύσιμο, αλλά το κόστος συντήρησης των μπαταριών και η πρόσθετη πολυπλοκότητα πρέπει να εξεταστούν περεταίρω. Για τυπικές εφαρμογές αναμονής μπορεί να μην είναι οικονομικά αυτά τα υβριδικά συστήματα[40].

Ένα επιπλέον στοιχείο που υπάρχει στα συστήματα αυτά τηλεπικοινωνιών είναι οι συναγερμοί. Υπάρχουν συναγερμοί τερματισμού λειτουργίας και προειδοποιητικοί συναγερμοί στο σύνολο της γεννήτριας. Οι συναγερμοί τερματισμού λειτουργίας ενεργοποιούνται σε υπερβολική ταχύτητα, υπερβολική τάση, υπερένταση, υπο-τάση, υψηλή θερμοκρασία κινητήρα, υπερβολική καύση, χαμηλή πίεση λαδιού και σε διακοπή του κυκλώματος. Οι προειδοποιητικοί συναγερμοί ειδοποιούν το χειριστή τα ακόλουθα[40]:

- Απώλεια πίεσης καυσίμου και στάθμης καυσίμου (σημαντικό λόγω των βανδαλισμών και των κλοπών σε πολλές απομακρυσμένες τοποθεσίες).
- Τάση διαύλου χαμηλής μπαταρίας
- Ο διακόπτης εκκίνησης δεν είναι στην αυτόματη λειτουργία
- Εκκίνηση από απόσταση/χειροκίνητα
- Θερμοκρασία λαδιού κινητήρα

Οι συναγερμοί μπορούν επίσης να συνδεθούν με άλλες παραμέτρους που μπορούν να βοηθήσουν το χειριστή να σηματοδοτήσει τυχόν πιθανά προβλήματα που θα μπορούσαν να οδηγήσουν στη διακοπή της λειτουργίας της γεννήτριας και ενδεχομένως στη μείωση των φορτίων της.

3.2 Τρόπος λειτουργίας γεννητριών ντίζελ και παράγοντες που επηρεάζουν τη λειτουργία ντίζελ

Όλες οι ηλεκτρικές συσκευές έχουν προδιαγεγραμμένες τις συνθήκες υπό τις οποίες λειτουργούν σε βέλτιστα επίπεδα. Οποιοσδήποτε διακυμάνσεις στις συνθήκες

αυτές μπορούν να προκαλέσουν τη λειτουργία των συσκευών με χαμηλότερη απόδοση. Οι γεννήτριες ισχύος δεν αποτελούν εξαίρεση σε αυτό.

Οι γεννήτριες σχεδιάζονται κατά κανόνα ώστε να λειτουργούν πιο αποτελεσματικά σε επίπεδο ή κοντά στη στάθμη της θάλασσας υπό κανονικές συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης (STP). Οποιαδήποτε διακύμανση από τις συνθήκες STP μπορεί να βλάψει τους παραγωγούς και να προκαλέσει μειωμένη παραγωγή. Υπό ακραίες συνθήκες, οι γεννήτριες μπορούν να σταματήσουν να λειτουργούν εξ ολοκλήρου.

Για τις περισσότερες εφαρμογές, πολλοί από αυτούς τους παράγοντες είναι σχετικά ελάχιστοι εκτός αν η γεννήτρια λειτουργεί σε υψόμετρα άνω των 5000 ποδιών πάνω από τη στάθμη της θάλασσας ή έχει θερμοκρασίες περιβάλλοντος που παραμένουν πάνω από 100 °C για σημαντικό χρονικό διάστημα. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί για την αντιστάθμιση αυτών των ειδών ακραίων καταστάσεων όπως αναφέρεται εν συντομία παρακάτω[41].

3.2.1 Περιβαλλοντικοί παράγοντες

Οι συνθήκες περιβάλλοντος της θερμοκρασίας είναι εξαιρετικά κρίσιμες για την σωστή ανάφλεξη και τη λειτουργία μιας γεννήτριας. Όλες οι γεννήτριες, ανεξάρτητα από το καύσιμο που τις τροφοδοτεί, απαιτούν επαρκή αέρα για καύση. Η μειωμένη στάθμη αέρα μπορεί να οδηγήσει σε βλάβη εκκίνησης. Στους κινητήρες ντίζελ, ο αέρας και τα καύσιμα εισάγονται μαζί. Ο πεπιεσμένος αέρας γίνεται ζεστός και όταν επιτυγχάνεται η μέγιστη θερμοκρασία και πίεση, εισάγεται πετρέλαιο ντίζελ, το οποίο στη συνέχεια αναφλέγεται υπό τις δεδομένες συνθήκες[39].

Σε γεννήτριες που χρησιμοποιούν βενζίνη, ένα μίγμα αέρα και καυσίμου εισάγεται ταυτόχρονα χρησιμοποιώντας ένα καρμπυρατέρ και προκαλείται ένας σπινθήρας που ανάβει τον κινητήρα. Ωστόσο και στις δύο περιπτώσεις απαιτούνται επαρκή επίπεδα αέρα για την σωστή εκκίνηση και λειτουργία. Μερικές από τις παραμέτρους που επηρεάζουν τη λειτουργία μιας γεννήτριας είναι[39]:

Υψόμετρο: Σε περιοχές μεγάλου υψόμετρου, η πίεση του αέρα μειώνεται μειώνοντας την πυκνότητα του αέρα. Αυτό μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα με την εκκίνηση της γεννήτριας, αν δεν ληφθεί υπόψη, αφού ο αέρας είναι κρίσιμος για την ανάφλεξη σε οποιοδήποτε τύπο γεννήτριας. Ένας άλλος παράγοντας που επηρεάζεται είναι η διαθεσιμότητα ατμοσφαιρικού αέρα για τη διευκόλυνση της

διάχυσης της θερμότητας από τη γεννήτρια. Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας καύσης δημιουργείται πολλή θερμότητα και πρέπει να διαχέεται στο περιβάλλον για τη μείωση της θερμοκρασίας του κινητήρα. Σε μεγάλα υψόμετρα, λόγω της χαμηλής πυκνότητας του αέρα, η διαρροή θερμότητας συμβαίνει με πολύ χαμηλότερο ρυθμό από ότι στα επίπεδα της θάλασσας, με αποτέλεσμα τις υψηλές θερμοκρασίες του κινητήρα για παρατεταμένο χρονικό διάστημα. Ο κινητήρας παραμένει ζεστός και η υπερθέρμανση είναι ένα κοινό πρόβλημα στις περιπτώσεις αυτές.

Θερμοκρασία: Οι υψηλές θερμοκρασίες συνδέονται επίσης με χαμηλότερη πυκνότητα αέρα και μπορούν να προκαλέσουν παρόμοια προβλήματα ανάφλεξης λόγω ανεπαρκούς παροχής αέρα. Αυτό μπορεί να επιβαρύνει τον κινητήρα που τον ωθεί στο να λειτουργεί στα όρια. Ωστόσο, λόγω των ανεπαρκών επιπέδων οξυγόνου που είναι διαθέσιμα για καύση, δεν το κάνει. Σε πολλές τέτοιες περιπτώσεις, ο κινητήρας παθαίνει υπερθέρμανση και μερικές φορές καταρρέει εντελώς.

Υγρασία: Η υγρασία είναι το μέτρο της περιεκτικότητας σε νερό σε έναν δεδομένο όγκο αέρα. Σε συνθήκες ακραίας υγρασίας, οι υδρατμοί στον αέρα μετατοπίζουν το οξυγόνο. Τα χαμηλά επίπεδα οξυγόνου μειώνουν την ανάφλεξη, αφού το οξυγόνο είναι το στοιχείο στον αέρα που αναφλέγεται σε έναν κινητήρα για την καύση καυσίμου.

Γεννήτριες αξιολόγησης: Οι γεννήτριες έρχονται σε διάφορα μεγέθη. Κάθε μία από αυτές είναι προκαθορισμένη για συγκεκριμένα επίπεδα εξόδου. Οι γεννήτριες επιλέγονται και εγκαθίστανται βάσει των απαιτήσεων ισχύος οποιασδήποτε εγκατάστασης. Μια τυπική γεννήτρια είναι ιδανικά ρυθμισμένη να λειτουργεί στο 80% της ονομαστικής ισχύος της για συνεχή χρήση.

Σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για απόδοση 100%. Διάφορες εταιρείες που κατασκευάζουν γεννήτριες έχουν τώρα καταλήξει σε τυποποιημένες αξιολογήσεις για αυτές τις γεννήτριες, οι οποίες δίνουν στον αγοραστή μια ιδέα για την πραγματική χωρητικότητα της γεννήτριας. Σύμφωνα με την απαίτηση του καταναλωτή, μπορεί να επιλέξει μεταξύ των διαθέσιμων εμπορικών προϊόντων, δεδομένου ότι κάθε ικανότητα μάρκας τυποποιείται σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα. Επίσης, προβάλεται το μέγεθος της γεννήτριας για περισσότερες πληροφορίες για τον καθορισμό της χωρητικότητας της γεννήτριας που είναι κατάλληλη για διαφορετικές ανάγκες και καταστάσεις όταν χρησιμοποιείται η λειτουργία αναμονής.

Γεννήτρια υποβιβασμού: Ήδη προαναφέρθηκε πώς οι μη τυπικές συνθήκες περιβάλλοντος μπορούν να μειώσουν την ισχύ εξόδου της γεννήτριας. Σε τέτοιες περιπτώσεις, πώς μπορεί κανείς να εκτιμήσει τα νέα επίπεδα εξόδου; Για τον προσδιορισμό της απόδοσης της γεννήτριας υπό νέες συνθήκες περιβάλλοντος χρησιμοποιείται μια τεχνική που ονομάζεται "Derating". Η αποδυνάμωση ορίζεται ως "η τεχνική που χρησιμοποιείται στις ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές ισχύος όπου οι συσκευές λειτουργούν σε λιγότερο από την ονομαστική μέγιστη απορρόφηση ισχύος".

Η μείωση της απόδοσης της γεννήτριας εξαρτάται από τον κατασκευαστή της μονάδας. Διαφορετικοί κατασκευαστές χρησιμοποιούν υλικά από διαφορετικές πηγές. Επίσης, οι εξελίξεις στον σχεδιασμό δεν είναι παρόμοιες και η τεχνική σε πολλές περιπτώσεις. Όλα αυτά μπορούν να συμβάλουν στη γενική απόδοση της γεννήτριας. Επομένως, η μείωση της απόδοσης της γεννήτριας εξαρτάται από τη διαδικασία κατασκευής. Οι διαφορετικές μάρκες έχουν διαφορετικούς παράγοντες αποδυνάμωσης για την εκτίμηση της παραγωγής της γεννήτριας υπό μη τυπικές συνθήκες περιβάλλοντος.

Ωστόσο, ένας γενικός τύπος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό των προσεκτικών εκτιμήσεων για τα επίπεδα παραγωγής. Ο τυπικός τύπος υποβάθμισης αναφέρει ότι για κάθε 1000 πόδια πάνω από τη στάθμη της θάλασσας, μια γεννήτρια βενζίνης, πετρελαίου ή υγρού προπανίου θα πρέπει συνήθως να μειώνει την απόδοσή της κατά 2-3% της τυπικής παραγωγής. Στην περίπτωση των περιπτώσεων που χρησιμοποιούν φυσικό αέριο, ο συντελεστής μείωσης είναι συνήθως πιο κοντά στο 5%.

Προβλήματα καυσίμων: Σε χαμηλές θερμοκρασίες, μαζί με ανεπαρκή επίπεδα οξυγόνου, που προκαλούν προβλήματα στην εκκίνηση, ένα άλλο κοινό πρόβλημα που συμβαίνει είναι η ζελατινοποίηση του καυσίμου ντίζελ. Οι χαμηλές θερμοκρασίες προκαλούν τη ζέση του πετρελαίου, αλλάζοντας τα χαρακτηριστικά ροής του καυσίμου. Αυτή η πηκτωματοποίηση αποδίδεται στην περιεκτικότητα σε παραφίνη στο ντίζελ.

Ορισμένοι τύποι ντίζελ, όπως ντίζελ χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο, έχουν υψηλότερη περιεκτικότητα σε παραφίνες από ό, τι άλλα. Σε χαμηλές θερμοκρασίες, η παραφίνη κρυσταλλώνει και φράζει τα φίλτρα καυσίμου. Όταν τα φίλτρα καυσίμου φράσσονται, το πρόσθετο καύσιμο δεν μπορεί να εισέλθει εύκολα στο θάλαμο

καύσης και οι μεταβολές του λόγου αέρα προς καύσιμο οδηγούν σε ανεπαρκή καύση. Σε τέτοιες συνθήκες, ο κινητήρας της γεννήτριας μπορεί να αποτύχει να ξεκινήσει.

Προκειμένου να αποφευχθεί η δημιουργία πηκτώματος, χρησιμοποιούνται γενικά δύο μέθοδοι: α) η ξήρανση των καυσίμων και β) η προσθήκη προσθέτων κατά του πηκτώματος στο καύσιμο.

Η υαλοποίηση είναι μια διαδικασία όπου το καύσιμο εμπορικής ποιότητας αναμιγνύεται με περισσότερο ραφινρισμένο καύσιμο σε προκαθορισμένες αναλογίες για να μειωθεί η συνολική περιεκτικότητα σε παραφίνη του καυσίμου. Αυτό γίνεται γενικά σε πρακτορεία διανομής προτού το καύσιμο παραδοθεί σε πρατήρια βενζίνης. Οι διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές έχουν διαφορετικές αναλογίες ανάμειξης ανάλογα με τις συνθήκες θερμοκρασίας. Σε μια περιοχή πολύ χαμηλής θερμοκρασίας ή σε περίπτωση που το καύσιμο ντίζελ έχει περισσότερη περιεκτικότητα σε παραφίνη, στο μείγμα υπάρχουν υψηλότερα επίπεδα ραφινρισμένου ντίζελ.

Οι αντιπηκτικοί παράγοντες παρεμποδίζουν τη ζελατινοποίηση του ντίζελ και αλλάζουν τις χημικές ιδιότητες του καυσίμου έτσι ώστε να αποφεύγεται η κρυστάλλωση της παραφίνης και να αποφεύγεται η πηκτωματοποίηση του ντίζελ. Συνιστάται οι αντιπηκτικοί παράγοντες να προστεθούν στη δεξαμενή καυσίμου πριν γεμίσουν τη δεξαμενή. Αυτά τα πρόσθετα πρέπει επίσης να αναμιχθούν σωστά στις δηλωθείσες αναλογίες. Εάν τα φίλτρα καυσίμου είναι ήδη φραγμένα, υπάρχουν διαθέσιμες παραλλαγές πρόσθετων αντιπηκτικών που αποκολλώνουν τα φίλτρα και αποτρέπουν περαιτέρω φράξιμο.

Στοιχεία φόρτωσης: Όπως προαναφέρθηκε, είναι κατανοητό ότι οι συνθήκες STP αυξάνουν την ισχύ εξόδου της γεννήτριας λόγω της μέγιστης διαθεσιμότητας αέρα και της επιθυμητής ποιότητας ροής του καυσίμου. Αν και έχουν σχεδιαστεί για να φέρουν φορτίο 100% σε κανονικές συνθήκες, συνιστάται συνήθως οι γεννήτριες να κινούνται γύρω στο 80% της συνολικής τους χωρητικότητας για μέγιστη και συνεχή χρήση. Σε περιόδους έκτακτης ανάγκης, ωστόσο, η γεννήτρια μπορεί να ωθηθεί για να παραδώσει 100% έξοδο για κρίσιμα κυκλώματα. Από άποψη συντήρησης, αυτό δεν υπερφορτώνει μια γεννήτρια και η διάρκεια ζωής της γεννήτριας δεν επηρεάζεται αρνητικά.

3.3 Χαρακτηριστικά καυσίμου ντίζελ

Οι σύγχρονες διαδικασίες εξευγενισμού, λόγω της αυστηρότερης ρύθμισης και των οικονομικών ανησυχιών, αφήνουν το σημερινό καύσιμο απόσταξης πιο ασταθές και επιρρεπές σε μόλυνση. Οι μελέτες έχουν καταλήξει στο συμπέρασμα ότι η διαδικασία μόλυνσης και υποβάθμισης αποθηκευμένου καυσίμου ντίζελ # 2 βρίσκεται σε καλή ποιότητα εντός 28 ημερών από την αποθήκευση. Με τις αυστηρότερες ανοχές του κινητήρα που απαιτούνται από τους κατασκευαστές κινητήρων, η "ανάγκη για έξυπνη αποθήκευση καυσίμων ντίζελ" είναι πιο κρίσιμη από ποτέ[42].

Κατά μέσο όρο, το καύσιμο ντίζελ καίγεται σε έναν κινητήρα εντός 18 έως 24 ημερών από την έξοδο από το διυλιστήριο. Εξαιτίας αυτού, οι εταιρείες πετρελαίου δεν υποχρεούνται να παράγουν καύσιμο ντίζελ που να μπορεί να αποθηκευτεί για μακροπρόθεσμο χρονικό διάστημα.

Οι κρίσιμες εγκαταστάσεις δαπανούν εκατομμύρια δολάρια για το σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας έκτακτης ανάγκης, για τη συντήρηση των κινητήρων και των γεννητριών, για να βεβαιωθούν ότι σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης η εγκατάστασή τους θα έχει τη δύναμη που χρειάζονται για να συνεχίσει τη λειτουργία χωρίς διακοπή[42].

Παραδόξως το καύσιμο που είναι η πηγή λειτουργίας όλου του συστήματος έκτακτης ανάγκης παραμελείται. Μάλιστα πολλοί ιδιοκτήτες αποθηκευμένου καυσίμου είτε αγνοούν την κατάσταση του καυσίμου τους, μέχρι να συμβεί κάποια καταστροφή ή είναι πεπεισμένοι ότι ένα τέτοιο περιστατικό είναι αναπόφευκτο.

Εκείνοι που αποθηκεύουν καύσιμο ντίζελ για έκτακτη ανάγκη, φαίνεται ότι είναι ικανοποιημένοι όταν δεν κάνουν τίποτα για τη διατήρηση της καθαρότητας του καυσίμου ή απλώς καίγουν ταυπάρχοντα καύσιμα βλάπτοντας έτσι τον εξοπλισμό τους και αφήνοντας ιζήματα στον πυθμένα της δεξαμενής για να μολύνουν τα νέα καύσιμα. Αυτή η στάση οφείλεται, σε κάποιο βαθμό, στους ιδιοκτήτες και στις εταιρίες που δε γνωρίζουν τις συνέπειες οι οποίες έχουν άλλες μεγαλύτερες απαιτήσεις στον προϋπολογισμό της συντήρησης.

Η μόλυνση των καυσίμων αποτελεί σημαντική αιτία πρόωρου τερματισμού λειτουργίας για τις γεννήτριες κινητήρων αναμονής, τις αντλίες πυροσβεστικών αντλιών και άλλες λειτουργίες υποστήριξης κινητήρων ντίζελ. Η μόλυνση αρχίζει

μόλις γεμίσουν οι δεξαμενές αποθήκευσης και συνεχίζεται έως ότου χρησιμοποιηθεί το καύσιμο. Αυξάνεται η πιθανότητα πρόωρου τερματισμού του κινητήρα λόγω είτε φραγμένων φίλτρων είτε υπερβολικής ροής νερού[42].

Το NFPA 110 αναφέρει ότι η διάρκεια αποθήκευσης του καυσίμου ντίζελ κυμαίνεται από 1,5 έως 2 έτη. Το πρότυπο συνιστά ότι "οι δεξαμενές πρέπει να έχουν τέτοιο μέγεθος ώστε να καταναλώνεται το καύσιμο εντός της διάρκειας αποθήκευσης ή πρέπει να προβλεφθεί η αντικατάσταση του παλιού καυσίμου με φρέσκο καύσιμο"[43].

Η παραπάνω σύσταση στο παράρτημα του προτύπου γράφτηκε το 1995. Λόγω της αυξημένης ζήτησης καυσίμων απόσταξης, οι πετρελαϊκές εταιρείες σήμερα εξευγενίζουν κατά 85% περισσότερο βαρέλι αργού από ό, τι στις αρχές της δεκαετίας του 1980. Το αποτέλεσμα της τρέχουσας διεργασίας εξευγενισμού είναι τα χαμηλότερα επίπεδα κετανίου, τα βαρύτερα καύσιμα και τα φτωχότερα χαρακτηριστικά ευστάθειας κάνοντας ένα καύσιμο πιο ευαίσθητο στη βιολογική μόλυνση[42].

Είναι ευθύνη του καθενός να σχεδιάζει ή να εγκαθιστά μια δεξαμενή αποθήκευσης καυσίμου ντίζελ για να ενημερώσει τον πελάτη του, τον τελικό χρήστη, για τα εγγενή προβλήματα που σχετίζονται με τη μακροπρόθεσμη αποθήκευση καυσίμου ντίζελ. Αντιμετωπίζοντας αυτό το ζήτημα με τον τελικό χρήστη, πριν από το σχεδιασμό ή την εγκατάσταση, επιβεβαιώνεται ο χρήστης ότι συνεργάζεται με μια εταιρεία μηχανικών ή μεμονωμένα άτομα που είναι καλά ενημερωμένα και αναζητούν το συμφέρον τους.

Υπάρχουν τέσσερα απλά βήματα που πρέπει να τεθούν σε εφαρμογή για να εξασφαλιστεί καθαρό νωπό καύσιμο για τον κύριο κινητήρα[42]:

- 1) Δύο (2) δείγματα καυσίμου πρέπει να λαμβάνονται ετησίως. Ένα από τον πυθμένα για οπτική επιθεώρηση για το ελεύθερο νερό και τα κατακάθια. Το δεύτερο δείγμα από την γραμμή τροφοδοσίας στον κύριο κινητήρα και να αποστέλλεται σε διαπιστευμένο εργαστήριο για τη δοκιμή για τα υπάρχοντα σωματίδια και τη σταθερότητα χρησιμοποιώντας τις εγκεκριμένες μεθόδους δοκιμών ASTM.
- 2) Ένα βιοκτόνο που εισάγεται στο καύσιμο, ανά σύσταση από τον κατασκευαστή, θα ελέγχει την ανάπτυξη μικροβίων εντός της δεξαμενής αποθήκευσης καυσίμου ντίζελ. Πρέπει να ληφθεί μέριμνα για την επιλογή

ενός βιοκτόνου που έχει εγγραφεί σε κατάλληλες ομοσπονδιακές και κρατικές υπηρεσίες.

- 3) Υπάρχει μια ποικιλία χημικών προσθέτων (επεξεργασιών) που αυξάνουν τη σταθερότητα του καυσίμου ντίζελ, είναι αυτοδιάχυτες και δεν απαιτούν δαπανηρά συστήματα έγχυσης για εισαγωγή στο αποθηκευμένο καύσιμο.
- 4) Η τακτική αφαίρεση του νερού και των ιζημάτων μπορεί να επιτευχθεί με φιλτράρισμα του αποθηκευμένου καυσίμου μέσω μιας σειράς διαχωριστών νερού και φίλτρων. Μπορεί να υπάρχει φορητός εξοπλισμός ελέγχου ή ένα αυτόνομο σύστημα αυτόματης διήθησης μπορεί να εγκατασταθεί μόνιμα απευθείας στη δεξαμενή αποθήκευσης καυσίμου ντίζελ. Κατά την εγκατάσταση ενός μόνιμου συστήματος ισχύουν οι απαιτήσεις εξοπλισμού NFPA και ετικετών.

3.3.1 Αποθήκευση καυσίμου ντίζελ

Όταν η Υπηρεσία Προστασίας του Περιβάλλοντος (EPA) έδωσε εντολή για αλλαγή στο ντίζελ εξαιρετικά χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο (ULSD) το 2007, προκάλεσε σημαντικά προβλήματα στη διαχείριση της ενέργειας. Η πλειοψηφία των διαχειριστών ενέργειας δεν γνώριζε αυτά τα προβλήματα. Προβλήματα όπως η εμφάνιση μικροβίων καυσίμων έως τη μόλυνση του νερού.

Πριν από την εισαγωγή του ντίζελ με χαμηλή περιεκτικότητα σε θείο, το πετρέλαιο κίνησης περιείχε 500 μέρη ανά εκατομμύριο (ppm) θείου, γεγονός που είχε δύο θετικές επιπτώσεις. Πρώτον, το θείο ήταν λιπαντικό, στα μπεκ ψεκασμού καυσίμου και στις αντλίες εγχυτήρων. Οι περισσότεροι πετρελαιοκινητήρες που κατασκευάστηκαν πριν από το έτος 2000 βασίζονταν σε μεγάλο βαθμό σε αυτή τη λίπανση και δεν είχαν κατασκευαστεί για να λειτουργούν με καλύτερο τρόπο, με χρήση καυσίμου με χαμηλή περιεκτικότητα σε θείο, με αποτέλεσμα η χρήση του οδήγησε σε πρόωρη φθορά των εξαρτημάτων του συστήματος καυσίμου, σε πολλές περιπτώσεις.

Δεύτερον, το θείο δρα ως φυσικό βιοκτόνο που βοηθά στην πρόληψη της μικροβιακής ανάπτυξης στις δεξαμενές καυσίμου ντίζελ. Αυτή η μικροβιακή ανάπτυξη στο πετρέλαιο ντίζελ δεν είναι άγνη, αν και πολλοί πιστεύουν ότι είναι. Η αφαίρεση του θείου καθιστά το καύσιμο πολύ λιγότερο ανθεκτικό στα μικροβιακά

καύσιμα - μύκητες, μούχλα και βακτήρια - τα οποία στη συνέχεια πρέπει να υποβάλλονται σε επεξεργασία με βιοκτόνο.

Το 2007, η EPA ανέθεσε τη μετάβαση σε 15 ppm περιεκτικότητας σε θείο στο πετρέλαιο ντίζελ. Ο οργανισμός επέτρεψε μια περίοδο σταδιακής εισαγωγής, αλλά μέχρι το 2014 όλα τα καύσιμα ντίζελ, τόσο εντός όσο και εκτός των ΗΠΑ, είχαν μετατραπεί σε ντίζελ χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο. Αυτή η απομάκρυνση του θείου έχει ανοίξει τις πύλες της μικροβιακής ανάπτυξης στις δεξαμενές ντίζελ επειδή το φυσικό βιοκτόνο του θείου έχει αφαιρεθεί.

Για παράδειγμα στη Φλόριντα, κατά τη διάρκεια του Τυφώνα Τσάρλι το 2004, η Ομοσπονδιακή Υπηρεσία Διαχείρισης Έκτακτης Ανάγκης ανέφερε ότι το 50% των γεννητριών αναμονής απέτυχε. Εκείνη την εποχή, τα περισσότερα καύσιμα ντίζελ περιείχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε θείο στην περιοχή από 500 έως 5.000 ppm, έτσι σε πολλές περιπτώσεις τα μικρόβια δεν ήταν πιθανότατα η κύρια αιτία αυτών των αποτυχιών. Αντί αυτού, αυτές οι αποτυχίες μπορούσαν να εντοπιστούν στην αστάθεια του πετρελαίου κίνησης.

Με το χρόνο καθώς το πετρέλαιο ντίζελ παραμένει και εκτίθεται στον αέρα, στο νερό και σε άλλους παράγοντες, η περιεκτικότητά του σε βαρέα άσφαλα θα γίνει ασταθής και θα αρχίσει να πέφτει η απόδοσή του. Ορισμένα από αυτά τα ασφαλένια θα είναι σε αναστολή, ενώ τα υπόλοιπα θα συσσωρευτούν στον πυθμένα της δεξαμενής αποθήκευσης, συμβάλλοντας στην ιλύ.

Τα ασφαλένια σαν αιώρημα μπορούν να συγκεντρωθούν στα φίλτρα καυσίμου και να προκαλέσουν βλάβη κινητήρα ή μείωση στροφών ανά λεπτό (RPM). Δεδομένου ότι η Φλόριντα δεν είχε δει πολλές άμεσες διακοπές ενέργειας από μεγάλους τυφώνες από τον τυφώνα Donna το 1960, υπήρχαν πολλά παλαιά καύσιμα ντίζελ στις κρατικές γεννήτριες εφεδρικής ανάγκης του κράτους, όπου μεγάλο μέρος των οποίων είχε υψηλές συγκεντρώσεις στερεών που είχαν αναπτυχθεί με την πάροδο του χρόνου.

Μετά τον τυφώνα Τσάρλι και τις επακόλουθες ενεργές εποχές του 2004 και 2005, οι πωλήσεις εφεδρικών γεννητριών στη Φλόριντα και στην ακτή του Κόλπου αυξήθηκαν δραματικά. Αλλά τα περισσότερα άτομα που αγοράζουν αυτές τις γεννήτριες δεν είχαν την κατανόηση του τι πρέπει να κάνουν για να διατηρήσουν το αποθηκευμένο καύσιμο που θα χρησιμοποιούνταν σε αυτές τις γεννήτριες. Πολλοί πίστευαν ότι απλά έπρεπε να γεμίσουν τη δεξαμενή με καύσιμο ντίζελ και αυτό ήταν.

Ωστόσο, οι περισσότερες εφεδρικές γεννήτριες τροφοδοτούνται μόνο μία φορά ή δύο φορές το χρόνο, οπότε η προληπτική συντήρηση καυσίμων (PM) είναι απαραίτητη.

Το παράδειγμα της Φλόριντα δείχνει ότι έχει αποθηκευτεί το καύσιμο για 12 χρόνια. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχει πολύ μεγάλη ποσότητα καυσίμου ντίζελ με ασφατικά που περιμένει να χρησιμοποιηθεί από εφεδρικές γεννήτριες έκτακτης ανάγκης. Σήμερα ένα μεγάλο μέρος αυτού του καυσίμου είναι ντίζελ με χαμηλή περιεκτικότητα σε θείο και υπάρχουν και άφθονοι αριθμοί δεξαμενών αποθήκευσης καυσίμων με σημαντικούς πολλαπλασιασμούς της μικροβιακής ανάπτυξης λόγω της έλλειψης του θείου στο καύσιμο.

Ο μύκητας και η μούχλα, μαζί με τις εκκρίσεις που προέρχονται από αυτά τα μικρά παράσιτα, αποτελούν πλέον την κύρια αιτία προβλημάτων εξοπλισμού που σχετίζονται με καύσιμα. Τα προβλήματα καυσίμων είναι η αιτία για περίπου το 70% όλων των βλαβών του κινητήρα ντίζελ και η ανάπτυξη μικροβίων σε δεξαμενές αποθήκευσης καυσίμων συμβάλλει στο 90% αυτών των προβλημάτων. Η σημασία της διατήρησης του ζητήματος αυτού είναι ξεκάθαρη.

Στις ακόλουθες παραγράφους θα γίνει μια σύντομη αναφορά στα δοχεία αποθήκευσης καυσίμου. Οι γεννήτριες προμηθεύουν βοηθητική ηλεκτρική ενέργεια κατά τη διακοπή παροχής ηλεκτρικής ενέργειας από την τοπική εταιρεία διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτό γίνεται χρησιμοποιώντας μηχανική ενέργεια εισόδου για να ξεκινήσει η καύση του καυσίμου και να μετατρέψει την ενέργεια που απελευθερώνεται στην ηλεκτρική ενέργεια.

Αν δεν υπάρχει καύσιμο στη γεννήτρια κατά τη διάρκεια διακοπών ρεύματος, τότε ο σκοπός της γεννήτριας έχει χαθεί. Ως εκ τούτου, είναι απαραίτητο τα καύσιμα, να αποθηκεύονται έτσι ώστε να μην προκύψει κάτι τέτοιο. Το καύσιμο αποθηκεύεται σε ειδικά σχεδιασμένες δεξαμενές καυσίμου. Αρκετοί παράγοντες πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την επιλογή και την εγκατάσταση της κατάλληλης δεξαμενής καυσίμου γεννήτριας.

Θα πρέπει πρώτα να καθοριστεί πόσο καύσιμο χρειάζεται να αποθηκευτεί, καθώς αυτό θα καθορίσει τη χωρητικότητα της δεξαμενής καυσίμου. Υπολογίζεται επομένως η ελάχιστη χωρητικότητα αποθήκευσης εκτιμώντας πρώτα τις ακόλουθες τρεις παραμέτρους.

(1) Απόθεμα έκτακτης ανάγκης: Πόσα καύσιμα χρειάζονται για να επιτραπούν καθυστερήσεις στον εφοδιασμό ή υπερβολική κατανάλωση;

(2) Χρόνος παράδοσης: Ποια είναι η χρονική περίοδος που απαιτείται για την αγορά καυσίμων από τον πωλητή στην τοποθεσία της γεννήτριας;

(3) Απόθεμα Lead-Time: Πόσα καύσιμα θα χρειαστούν για τη λειτουργία της γεννήτριας κατά τη διάρκεια του χρονικού ορίου;

Με βάση τις παραπάνω τρεις παραμέτρους, η ελάχιστη απαίτηση αποθήκευσης καθορίζεται ως:

Ελάχιστη χωρητικότητα αποθήκευσης = Απόθεμα έκτακτης ανάγκης + Απόθεμα χρόνου προειδοποίησης

Επίσης πρέπει να ληφθεί υπόψη ποιο επίπεδο χωρητικότητας αποθήκευσης καυσίμων ταιριάζει καλύτερα στο σύστημα. Σε περίπτωση διακοπών ρεύματος που είναι σπάνιες ή μικρής διάρκειας, αρκεί μια μικρότερη δεξαμενή αποθήκευσης για τις ανάγκες σε καύσιμα. Ωστόσο, θα χρειαστεί να αγοραστούν πιο συχνά καύσιμα σε μικρότερες παρτίδες για να ξαναγεμίσει η δεξαμενή. Παρόλο που πραγματοποιούνται χαμηλές αρχικές επενδύσεις (κόστος κεφαλαίου) για τη δημιουργία της δεξαμενής αποθήκευσης και το κόστος συντήρησης είναι χαμηλό, το κόστος ανά μονάδα παραδόσεως καυσίμων ανά μονάδα θα είναι υψηλότερο.

Όταν η γεννήτρια χρησιμοποιείται για τη στήριξη μεγάλων εμπορικών εγκαταστάσεων ή όπου οι διακοπές λειτουργίας είναι συχνές και διαρκούν για μεγάλα χρονικά διαστήματα απαιτούνται μεγάλες δεξαμενές αποθήκευσης. Σε αυτή την περίπτωση, μπορεί να αγοράζεται το καύσιμο λιγότερο συχνά και σε μεγαλύτερες παρτίδες. Ωστόσο, οι αρχικές δαπάνες (κόστος κεφαλαίου) θα είναι υψηλότερες κατά τη δημιουργία της δεξαμενής αποθήκευσης. Το κόστος συντήρησης θα είναι επίσης υψηλό μακροπρόθεσμα.

Από την άλλη πλευρά, το κόστος ανά μονάδα παραλαβής καυσίμου μειώνεται, δεδομένου ότι μπορούν να παραγγελθούν μεγάλες ποσότητες καυσίμων με μία κίνηση. Ωστόσο, θα πρέπει επίσης να ληφθεί υπόψη και το κρυφό κόστος που προκύπτει από τους κινδύνους αποθήκευσης μεγαλύτερης ποσότητας καυσίμων.

Πριν από την οριστικοποίηση της χωρητικότητας αποθήκευσης, είναι απαραίτητο να οριστικοποιηθεί η σύμβαση για την προμήθεια καυσίμων με τον πωλητή. Πρέπει να αξιολογηθεί η ικανότητα του πωλητή να παράσχει την απαιτούμενη ποσότητα με την απαιτούμενη συχνότητα και να ενσωματωθούν στη σύμβαση οι κυρώσεις για αθέτηση υποχρεώσεων.

Οι δεξαμενές καυσίμων γεννήτριας είναι συνήθως τριών τύπων:

- (1) Δεξαμενές δευτερεύουσας βάσης
- (2) Δεξαμενές υπόγειας αποθήκευσης
- (3) Δεξαμενές αποθήκευσης πάνω από το έδαφος

Δεξαμενές δευτερεύουσας βάσης: Εάν χρειάζεται να αποθηκευτούν λιγότερα από 1.000 γαλόνια καυσίμου, θα χρειαστούν δεξαμενές κάτω από τη βάση. Όπως υποδηλώνει το όνομα, οι δεξαμενές κάτω από τη βάση είναι σχεδιασμένες ώστε να χωρούν πάνω από το έδαφος αλλά κάτω από τη βάση της γεννήτριας.

Οι δεξαμενές δευτερεύουσας βάσης έχουν ορθογώνια διατομή και είναι δεξαμενές διπλού τοιχώματος. Αυτό βοηθά στην αποφυγή διαρροής καυσίμου σε περίπτωση διαρροής. Και οι δύο δεξαμενές θα πρέπει να κατασκευάζονται με τη χρήση χαλύβδινων συγκολλημένων βαρέων διαστάσεων.

Αρκετές σωληνώσεις και εξαρτήματα συνδέονται με την κύρια δεξαμενή, τα σημαντικά από τα οποία είναι η τροφοδοσία καυσίμου και επιστροφής, ο εξαερισμός, η βαλβίδα εκτόνωσης της πίεσης έκτακτης ανάγκης και οι συναγερμοί καυσίμων υψηλού και χαμηλού επιπέδου.

Το σύστημα πλήρωσης δεξαμενής πρέπει να σχεδιάζεται έτσι ώστε να μην υπάρχει διαρροή κατά τη διάρκεια της πλήρωσης και η βαλβίδα εισαγωγής κλείνει αυτόματα όταν η δεξαμενή είναι 95% πλήρης. Μετά την εγκατάσταση, η κύρια δεξαμενή δοκιμάζεται σε 5 psig και η δευτερεύουσα δεξαμενή δοκιμάζεται στα 3 psig.

Υπόγειες δεξαμενές αποθήκευσης: Αν χρειάζεται να αποθηκευτούν περισσότερα από 1.000 γαλόνια καυσίμου, μπορεί να επιλεγθούν υπόγειες δεξαμενές αποθήκευσης ή δεξαμενές αποθήκευσης πάνω από το έδαφος. Οι υπόγειες δεξαμενές αποθήκευσης είναι πιο δαπανηρές για εγκατάσταση, αλλά έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής επειδή προστατεύονται από το περιβάλλον.

Οι δεξαμενές υπόγειας αποθήκευσης μπορούν να κατασκευαστούν από πλαστικό ενισχυμένο με υαλοβάμβακα. Τέτοιες δεξαμενές είναι συνήθως με αυλακώσεις έτσι ώστε να παρέχουν δομική αντοχή. Εναλλακτικά, οι δεξαμενές υπόγειας αποθήκευσης μπορούν να κατασκευαστούν από χάλυβα αλλά με κατάλληλη καθοδική προστασία από τη διάβρωση από τα υπόγεια ύδατα. Παρομοίως, οι σωληνώσεις από τη δεξαμενή υπόγειας αποθήκευσης στη γεννήτρια μπορεί να είναι από πλαστικό ενισχυμένο με υαλοβάμβακα ή από χάλυβα.

Διαρροές σε συστήματα δεξαμενής υπόγειας αποθήκευσης μπορεί να είναι δαπανηρές και δύσκολο να διορθωθούν.

Τα συστήματα αυτά πρέπει να είναι εξοπλισμένα με εξοπλισμό και διαδικασίες πρόληψης υπερχειλίσης. Στο χειρότερο σενάριο, η εγκατάσταση υπόγειων δεξαμενών αποθήκευσης θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε διαρροές καυσίμων να περιέχονται σε περιορισμένη περιοχή.

Ως εκ τούτου, η υπόγεια περιοχή περιβάλλεται από τσιμεντένιο δάπεδο και τοίχους. Μετά την τοποθέτηση των υπόγειων δεξαμενών αποθήκευσης εντός αυτής της περιοχής, η εξωτερική περιοχή είναι γεμάτη με άμμο και χαλίκι.

Δεξαμενές αποθήκευσης πάνω από το έδαφος: Όπως το όνομα δείχνει, αυτές οι δεξαμενές είναι εγκατεστημένες πάνω από το έδαφος. Ενώ είναι παρόμοιες σε κατασκευή με τις δεξαμενές υπόγειας αποθήκευσης, υπάρχει μεγάλη διαφορά στις διαδικασίες εγκατάστασης των δύο ειδών δεξαμενών αποθήκευσης καυσίμων. Αυτό οφείλεται στους διάφορους παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη για την ελαχιστοποίηση των κινδύνων.

Οι δεξαμενές αποθήκευσης πάνω από το έδαφος δημιουργούν κίνδυνο πυρκαγιάς σε άλλες εγκαταστάσεις της περιοχής. Επομένως, αυτές οι δεξαμενές πρέπει να εγκατασταθούν σε ελάχιστη καθορισμένη απόσταση από άλλες εγκαταστάσεις. Για να συγκρατηθούν διαρροές πρέπει να κατασκευαστούν αναχώματα γύρω από τις δεξαμενές αποθήκευσης πάνω από το έδαφος. Ο ελεύθερος όγκος που περικλείεται από τα δίχτυα πρέπει γενικά να είναι 110% του όγκου των δεξαμενών. Οι δεξαμενές αποθήκευσης πάνω από το έδαφος πρέπει επίσης να προστατεύονται από τις καιρικές συνθήκες με κατάλληλες δομές προστασίας.

Εγκρίσεις και κωδικοί: Οι δεξαμενές καυσίμου της γεννήτριας και τα συνοδευτικά συστήματα σωληνώσεων χρειάζονται προ-έγκριση πριν από την εγκατάσταση. Πρόκειται για απαίτηση όχι μόνο για τις βιομηχανικές επιχειρήσεις αλλά και για τις δεξαμενές καυσίμων που χρησιμοποιούνται για οικιακή ή εμπορική χρήση. Μόνο οι δεξαμενές με πολύ μικρές χωρητικότητες μπορούν να εξαιρούνται από τις εγκρίσεις.

Οι λεπτομέρειες που πρέπει να παρασχεθούν περιλαμβάνουν κατασκευαστικά σχέδια, φύλλα δεδομένων προϊόντων για όλα τα εξαρτήματα που αγοράστηκαν

επιπλέον, προτεινόμενα χειριστήρια και διάγραμμα καλωδίωσης, προτεινόμενη διάταξη σωληνώσεων και οδηγίες εγκατάστασης κατασκευαστών.

Αρκετοί κωδικοί πρέπει να τηρούνται κατά τη διάρκεια της κατασκευής και εγκατάστασης δεξαμενών καυσίμου γεννήτριας. Ο πρωταρχικός κώδικας στις ΗΠΑ είναι οι Κώδικες και τα πρότυπα της Εθνικής Πυροσβεστικής Ένωσης (NFPA). Τα σχετικά τμήματα του NFPA για δεξαμενές καυσίμου γεννήτριας είναι NFPA30 και NFPA37.

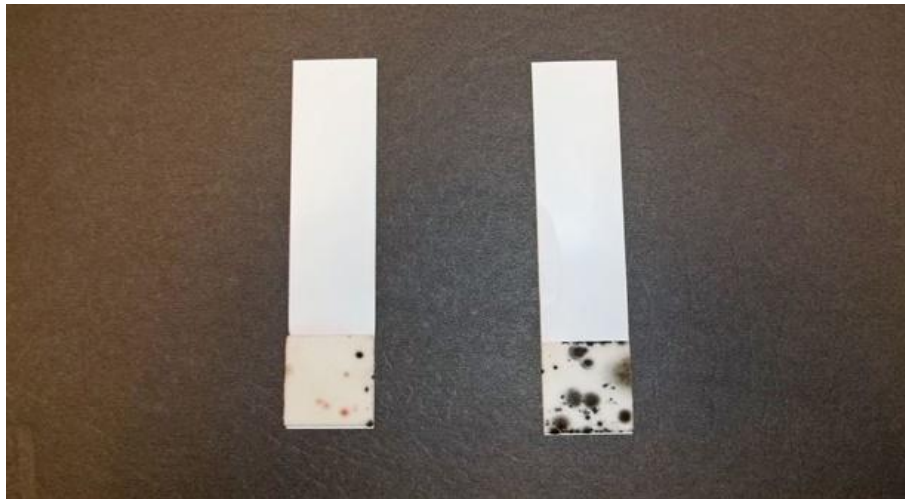
3.3.2 Διατήρηση pH καυσίμου

Ένα μεγάλο μέρος του προβλήματος υποβάθμισης του ντίτζελ έγκειται στο γεγονός ότι τα μικρόβια που ζουν στο ντίτζελ εκκρίνουν οξέα που βλάπτουν τη δεξαμενή και το σύστημα καυσίμων με την πάροδο του χρόνου. Το χαμηλό pH, που σημαίνει υψηλά όξινο περιβάλλον, του καυσίμου αποτελεί ένδειξη αυτού του προβλήματος.

Το κανονικό pH για το πετρέλαιο κίνησης είναι μεταξύ 5,5 και 8,0, οπότε τιμή κάτω από 5,5 θα μπορούσε να προκαλέσει πρόβλημα. Η βιομηχανία αναγνωρίζει ότι όσο χαμηλότερο είναι το pH, τόσο μεγαλύτερο είναι το δυναμικό σοβαρής διαβρωτικής βλάβης στα μεταλλικά στοιχεία του συστήματος. Ορισμένα συστήματα με σοβαρά προβλήματα διάβρωσης είχαν pH καυσίμου που μετρήθηκε τόσο χαμηλά στην τιμή 2,5.

Στην αγορά δεν υπάρχει προϊόν που να αυξάνει τις τιμές του pH στο πετρέλαιο κίνησης. Αν το pH του καυσίμου είναι χαμηλό, τότε η μόνη πηγή του προβλήματος, είναι η κύρια πηγή του καυσίμου. Το χαμηλό pH οφείλεται κυρίως στην παρουσία μικροβίων. Μόλις αυτά τεθούν υπό έλεγχο, το pH του καυσίμου τελικά θα αυξηθεί και θα σταθεροποιηθεί μέσω της κανονικής κατανάλωσης και της αραίωσης που συμβαίνει όταν προστεθούν περισσότερα καύσιμα στη δεξαμενή. Σε περιπτώσεις όπου το pH του καυσίμου είναι εξαιρετικά χαμηλό, η άλλη επιλογή είναι η απόρριψη του καυσίμου. Καμία βιώσιμη χημική επεξεργασία δεθα λύσει το πρόβλημα με το χαμηλό pH του καυσίμου.

Μια άλλη πτυχή που συμβάλλει στο πρόβλημα είναι η διασταυρούμενη μόλυνση, όπου το καύσιμο αιθανόλης καταλήγει σε δεξαμενές ντίτζελ. Αυτό οφείλεται στην αλλαγή φορτίων στα δεξαμενόπλοια μεταφοράς ή στα ανοίγματα των δεξαμενών με κοινές σωληνώσεις.



Εικόνα 3.2. Η λωρίδα μέτρησης pH στα αριστερά δείχνει την παρουσία βακτηρίων στο καύσιμο ντίζελ, ενώ στα δεξιά δείχνει την παρουσία μύκητων και μούχλας[44].

Ένα φορτηγό με καύσιμο μίγμα αιθανόλης μια μέρα, την επόμενη μέρα ίσως μεταφέρει πετρέλαιο ντίζελ. Κατά αυτόν τον τρόπο μπορεί να παραμείνουν μικρές ποσότητες αιθανόλης στο κατώτατο σημείο του βυτιοφόρου που θα αναμιχθεί με το καύσιμο ντίζελ. Όταν οι ατμοί αιθανόλης διασχίζουν τους σωλήνες αερισμού στις δεξαμενές ντίζελ, θα αναμειχθούν με οποιοδήποτε υγρό στο κάτω μέρος της δεξαμενής[44].

Ορισμένα είδη βακτηριδίων τροφοδοτούν τη μολυσμένη με ιχνοστοιχεία αιθανόλη και την μετατρέπουν σε οξικό οξύ. Το οξύ αυτό είναι πολύ καταστροφικό για τις δεξαμενές και τα συστήματα διανομής καυσίμων.

Στην Εικ. 2.2 αντικατοπτρίζονται οι δυο περιπτώσεις όπου γίνεται δοκιμή του pH και υπάρχει παρουσία από μύκητες, από μούχλα και βακτήρια[44].

3.3.3 Απομάκρυνση νερού

Οι μύκητες, η μούχλα και τα βακτήρια χρειάζονται νερό για να αναπτυχθούν, οπότε είναι σημαντικό να αντιμετωπιστεί το περιεχόμενο νερού σε δεξαμενές αποθήκευσης μόλις βρεθεί.

Πολλοί παλαιότεροι μηχανισμοί ντίζελ δε θα είχαν πρόβλημα με το νερό στις δεξαμενές ντίζελ κατά την παραλαβή ντίζελ. Δεδομένων των αλλαγών στο πετρέλαιο

κίνησης η παρουσία του νερού είναι καταστροφική, καθώς δε θα έπρεπε να υπάρχει καθόλου νερό στη δεξαμενή ντίζελ. Τα μικρόβια χρειάζονται νερό για να αναπτυχθούν και επίσης θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι μια σταγόνα νερού είναι μια λίμνη για τα μικρόβια[44].

Το νερό μπορεί να ανιχνευθεί χρησιμοποιώντας μια πάστα που βρίσκει νερό και τοποθετείται σε ένα ραβδί και εκτείνεται στο κάτω μέρος της δεξαμενής. Εάν η πάστα έλθει σε επαφή με το νερό, θα αλλάξει χρώμα. Σε περίπτωση που ανιχνευτεί νερό αυτό θα πρέπει να αντληθεί, αλλά στις περισσότερες περιπτώσεις οι περισσότεροι διανομείς καυσίμων δεν θέλουν να το κάνουν γιατί χρειάζονται ειδικές άδειες για τη διαχείριση, τη μεταφορά και τη διάθεση αυτού του νερού μολυσμένου με πετρέλαιο.

Ένα άλλο πρόβλημα κατά την αφαίρεση του νερού είναι ότι οι περισσότερες δεξαμενές δεν είναι επίπεδες στο έδαφος και αν η αντίθετη πλευρά της δεξαμενής από τη θύρα γεμίματος είναι χαμηλότερη, θα είναι σχεδόν αδύνατο να αντληθεί όλο το νερό προς τα έξω[44].

Οι χημικές ουσίες που διατίθενται στην αγορά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να συνδεθούν με το υπόλοιπο νερό για να το αναστείλουν στο καύσιμο, το οποίο στη συνέχεια θα καεί ακίνδυνα στον κινητήρα. Αυτά πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο με μικρές ποσότητες νερού. Οι νεώτεροι κινητήρες ντίζελ Tier 4 θα πρέπει να έχουν περιεκτικότητα σε νερό μικρότερη από 200 ppm, επειδή ορισμένοι κατασκευαστές θα ακυρώσουν την εγγύηση για τον κινητήρα εάν η περιεκτικότητα σε νερό του καυσίμου υπερβαίνει αυτήν την τιμή[44].

Μια άλλη διαδεδομένη αλλαγή στην προσφορά καυσίμων ντίζελ διεθνώς είναι η παρουσία χαμηλών επιπέδων βιοντίζελ στα περισσότερα καύσιμα ντίζελ. Το μεγαλύτερο μέρος του ντίζελ περιέχει 2-5% περιεκτικότητα σε βιοντίζελ, ανεξάρτητα από το που προέρχεται. Κατά κάποιον τρόπο, αυτό είναι καλό (λύνει το πρόβλημα της λιπαντικότητας του ULSD), αλλά συμβάλλει επίσης σε μερικά από τα προβλήματα που αναφέρθηκαν προηγουμένως[44].

Τα μικρόβια αγαπούν να τροφοδοτούν το βιοντίζελ, επομένως οποιαδήποτε περιεκτικότητα σε βιοντίζελ μπορεί να επιδεινώσει τα προβλήματα μικροβίων. Επίσης, το βιοντίζελ είναι πολύ λιγότερο σταθερό από το πετρέλαιο ντίζελ, ανάλογα με την τροφοδοσία που παράγεται, οπότε οποιαδήποτε περιεκτικότητα σε βιοντίζελ μπορεί να συμβάλει στην αστάθεια των καυσίμων και στη δημιουργία στερεών υπολειμμάτων. Τέλος, το βιοντίζελ μπορεί να χειροτερεύσει τα προβλήματα που

σχετίζονται με την πτώση της θερμοκρασίας, αν και αυτό δεν αποτελεί πρόβλημα, μέχρι το καύσιμο ντίζελ να έχει κατά 20% ή και περισσότερο βιοντίζελ[45].

Οι αλλαγές που έγιναν στο πετρέλαιο ντίζελ, με τη μείωση των επιπέδων του θείου στο καύσιμο στα 15ppm, απαιτούν ένα συνεχιζόμενο πλήρες πρόγραμμα δοκιμών και επεξεργασίας καυσίμου - ένα πρόγραμμα καυσίμου PM - προκειμένου να διατηρηθεί αξιόπιστο το καύσιμο χωρίς προβλήματα[45].

Το επίπεδο pH σε δεξαμενές ντίζελ πρέπει να ελέγχεται συνεχώς και ο εκλεκτής να βεβαιώνει ότι διατηρείται πάνω από 5,5 (κατά προτίμηση στην περιοχή 6,0 έως 9,0) για να αποφευχθεί η διαβρωτική βλάβη στις δεξαμενές αποθήκευσης του καυσίμου, τα εξαρτήματα του συστήματος καυσίμου και ο εξοπλισμός διανομής.

Επίσης οι δεξαμενές αποθήκευσης πρέπει να φυλάσσονται όσο το δυνατόν πληρέστερες για να αποφεύγεται η συμπύκνωση. Για να προκληθεί συμπύκνωση υδρατμών στα εσωτερικά γυμνά τοιχώματα μιας δεξαμενής αποθήκευσης χρειάζεται αλλαγή θερμοκρασίας αέρα επτά βαθμών[45].

Ένα βασικό στοιχείο ενός αποτελεσματικού προγράμματος PM είναι η δοκιμή για νερό κάθε 30 ημέρες το ελάχιστο. Μόλις βρεθεί το νερό πρέπει να απομακρυνθεί αμέσως με άντληση ή με χρήση χημικών ουσιών απομάκρυνσης νερού. Το νερό είναι ο κύριος εχθρός του καυσίμου επειδή τα μικρόβια χρειάζονται νερό για να αναπτυχθούν[45].

Ο σταθεροποιητής καυσίμου ντίζελ θα πρέπει να προστίθεται σε όλα τα καύσιμα ντίζελ που θα αποθηκεύονται για μεγάλες χρονικές περιόδους. Οι σταθεροποιητές επιβραδύνουν την υποβάθμιση του καυσίμου για να προστατεύσουν την ποιότητα καύσης του για μεγαλύτερο δυνατό χρονικό διάστημα. Προκειμένου οι σταθεροποιητές να είναι πλήρως αποτελεσματικοί, πρέπει να προστεθούν όταν το καύσιμο είναι φρέσκο και σε καλή κατάσταση. Όσο πιο νωπό το καύσιμο τόσο περισσότερο σταθεροποιητής πρέπει να προστίθεται[45].

Εάν οι εφεδρικές γεννήτριες τροφοδοτούνται μόνο μερικές φορές το χρόνο, πρέπει να προστίθενται βιοκτόνα.

Όπως οι σταθεροποιητές, τα βιοκτόνα "εξαντλούνται" με την πάροδο του χρόνου, εξ ου και η ανάγκη επανεπεξεργασίας των καυσίμων περιοδικά.

Οι περισσότεροι διαχειριστές τηλεπικοινωνιών δεν έχουν ιδέα τι συμβαίνει με το αποθηκευμένο καύσιμο και τις αρνητικές επιπτώσεις που θα μπορούσε να έχει στις εφεδρικές γεννήτριες, αντλίες και αποθηκευμένο καύσιμο κατά τη διάρκεια έκτακτων

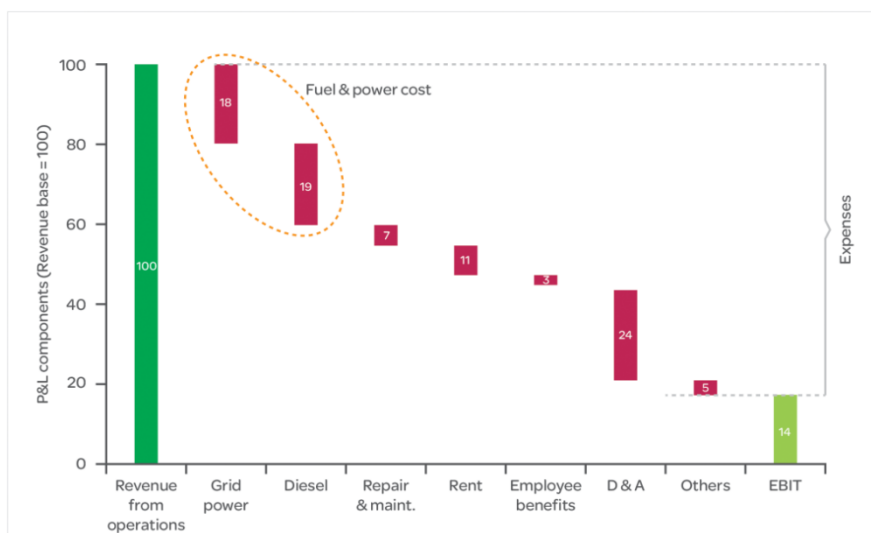
περιστατικών. Οι περισσότεροι διαχειριστές δεν διαθέτουν επίσης κονδύλια γραμμής προϋπολογισμού για συντήρηση καυσίμου επειδή δεν γνωρίζουν ότι είναι απαραίτητο. Πριν από την επόμενη έκτακτη ανάγκη, πρέπει να διασφαλιστεί ότι το αποθηκευμένο καύσιμο διατηρείται και είναι έτοιμο προς χρήση[45].

3.4 Κόστος γεννητριών Diesel

Σήμερα οι γεννήτριες diesel κοστίζουν αρκετά και για αυτό το λόγο ψάχνουν να βρουν τρόπους να μειώσουν το κόστος. Αξίζει να σημειωθεί ότι την τελευταία δεκαετία σημειώθηκε μια φαινομενική αύξηση στη χρήση των κινητών τηλεφώνων ανά τον κόσμο. Μέχρι το τέλος του 2014, υπήρχαν περισσότερες κινητές συσκευές σε χρήση από ό, τι οι άνθρωποι στη Γη.

Για την εξυπηρέτηση αυτής της αυξανόμενης ζήτησης συνδεσιμότητας, το δίκτυο πύργων τηλεπικοινωνιών έχει επεκταθεί σε περιοχές του κόσμου. Οι πύργοι ενδέχεται να βρίσκονται σε απομακρυσμένες περιοχές (κορυφές, δάση και ζούγκλες, ερήμους) όπου το δίκτυο δεν υπάρχει ή σε περιοχές με φημισμένες ασταθείς παροχές ηλεκτρικού ρεύματος.

Ως αποτέλεσμα, οι εταιρίες υποδομής τηλεπικοινωνιών (towercos) σε αυτές τις περιοχές ανέκαθεν βασίζονταν στις γεννήτριες ντίζελ ως πηγή ενέργειας. Ωστόσο, οι γεννήτριες ντίζελ λειτουργούν με χαμηλότερο επίπεδο απόδοσης, καθίστανται δαπανηρότερες (Εικ.2.2) για να λειτουργούν και παράγουν υψηλές εκπομπές CO₂.



Εικόνα 3.3. Κόστος καυσίμων και ισχύος για σταθμούς βάσης.

Μια λύση βασισμένη σε μπαταρίες - συμπεριλαμβανομένων των επιλογών ηλιακής ενέργειας - μπορεί να μειώσει τα λειτουργικά έξοδα κατά > 35%. Αρκετοί από αυτούς τους πύργους τηλεπικοινωνιών λειτουργούν επίσης σε περιοχές με σταθερή παροχή δικτύου, αλλά δεν έχει σημασία πού βρίσκεται ο πύργος τηλεπικοινωνιών, λόγω του υψηλού κόστους ενέργειας οι λογαριασμοί παραμένουν υψηλοί[44].

Οι μέχρι σήμερα λοιπόν πύργοι που λειτουργούν, εξαρτώνται κυρίως από τις γεννήτριες ντίζελ για την ενέργειά τους. Αυτές οι εταιρείες που λειτουργούν τους πύργους αντιμετωπίζουν υψηλό λειτουργικό κόστος εξαιτίας του αυξανόμενου κόστους ντίζελ και του κόστους μεταφοράς του πετρελαίου ντίζελ στην περιοχή, μαζί με τη συχνή συντήρηση των ντίζελογεννητριών τους.

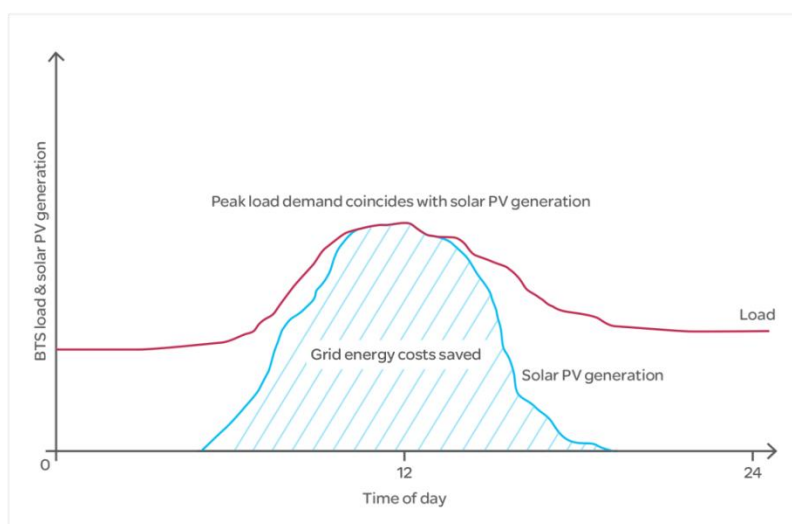
Ένα άλλο σημαντικό ζήτημα που σχετίζεται με τη μεγάλη εξάρτηση από τις γεννήτριες ντίζελ είναι τα υψηλά επίπεδα θορύβου και ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Ορισμένες τοποθεσίες πύργων τηλεπικοινωνιών σε όλο τον κόσμο έχουν αντιμετωπίσει αυτά τα ζητήματα αναπτύσσοντας λύσεις βασισμένες σε μπαταρίες. Υπάρχουν συνήθως δύο σημαντικές προσεγγίσεις που αντιμετωπίζονται με λύσεις βασισμένες σε μπαταρίες[44]:

- 1) Κύκλωμα φόρτισης-εκφόρτισης (CDC) μπαταριών για τη μείωση του κόστους ντίζελ
- 2) Ηλιακή εκμετάλλευση για περαιτέρω μείωση του κόστους ντίζελ

Βέβαια σε χώρους όπου υπάρχει αξιόπιστο δίκτυο, μπορεί να ενσωματωθεί φωτοβολταϊκό με σκοπό να μειωθεί η εξάρτηση από το δίκτυο και, το σημαντικότερο,

να μειωθούν οι λογαριασμοί της ενέργειας. Ένα τυπικό φορτίο σε μια τοποθεσία τηλεπικοινωνιών δίνει ενέργεια στις ραδιοεπικοινωνίες, αλλά σε θερμές περιοχές, θα χρειαστούν επίσης κλιματισμό που θα πρέπει να λειτουργεί ανά πάσα στιγμή (ένα τυπικό φορτίο μπορεί εύκολα να είναι μεταξύ 2-4 kW).

Με αυτό το πρόσθετο φορτίο ψύξης, η τοποθεσία απαιτεί περισσότερη ενέργεια που έχει ως αποτέλεσμα υψηλότερες δαπάνες. Με την ενσωμάτωση ενός συστήματος δικτυωτού δικτύου, η παραγωγή ηλιακής φωτοβολταϊκής ενέργειας θα συμβάλει τώρα στην αντιστάθμιση της ζήτησης αιχμής κατά τη διάρκεια των πιο ζεστών ωρών της ημέρας, βοηθώντας να μειωθεί το ενεργειακό κόστος.



Εικόνα 3.4. Ζήτηση φορτίου και κόστος σε διάφορα φορτία.

Στόχος της παρούσας εργασίας λοιπόν είναι να προτείνει τρόπους χρήσης του diesel που εναπομένει στις γεννήτριες και πιο οικονομικούς τρόπους του diesel έτσι ώστε να μειωθεί το κόστος λειτουργίας των απομακρυσμένων ανεξάρτητων σταθμών τηλεπικοινωνιών.

4 Τρόποι αξιοποίησης του εναπομένοντος βιοντίζελ κίνησης

Το πετρέλαιο βιοντίζελ κίνησης πολύ πιθανό να παραμείνει αποθηκευμένο για μεγάλο χρονικό διάστημα. Οι γεννήτριες είναι βολικές, αξιόπιστες και ισχυρές - αλλά δεν υπάρχει λόγος να τροφοδοτούνται με περισσότερα ορυκτά καύσιμα από αυτά που χρειάζονται.

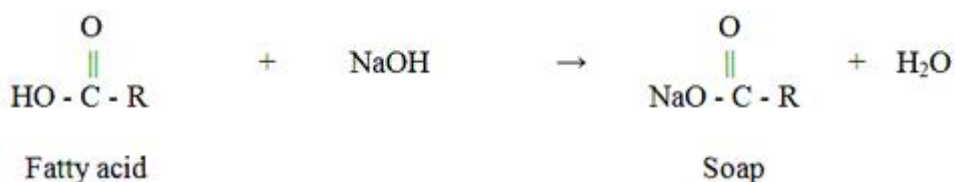
Δεκάδες εκατομμύρια λίτρα ντίζελ χρησιμοποιούνται καθημερινά παγκοσμίως μόνο στον κλάδο των τηλεπικοινωνιών με μεγάλο ποσοστό από αυτά να παραμένουν αναξιοποίητα και να προκαλούν προβλήματα. Ένα παράγωγο παραπροϊόν που μπορεί να παραχθεί από το βιοντίζελ είναι η γλυκερόλη, η οποία μπορεί να αξιοποιηθεί όπως αναλύεται στις ακόλουθες υποενότητες.

4.1 Βιοντίζελ και γλυκερόλη

Η ακατέργαστη γλυκερόλη που παράγεται από την παραγωγή βιοντίζελ είναι ακάθαρτη και έχει μικρή οικονομική αξία. Γενικά, η γλυκερόλη αποτελεί το 65% έως 85% (κ.β/κ.β) του ακατέργαστου βιοντίζελ[46]. Η μεγάλη ποικιλία τιμών καθαρότητας μπορεί να αποδοθεί σε διαφορετικές μεθόδους καθαρισμού γλυκερίνης ή σε διαφορετικές πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται από παραγωγούς βιοντίζελ.

Για παράδειγμα, ο Thompson & He [47] χαρακτήρισαν τη γλυκερόλη που παράγεται από διάφορες πρώτες ύλες βιοντίζελ. Οι συγγραφείς διαπίστωσαν ότι ο σπόρος μουστάρδας δημιούργησε ένα χαμηλότερο επίπεδο (62%) γλυκερόλης, ενώ της σόγιας είχε 67,8% γλυκερόλη και το απόβλητο φυτικό έλαιο είχε το υψηλότερο επίπεδο (76,6%) γλυκερόλης.

Η μεθανόλη και τα ελεύθερα λιπαρά οξέα (σαπούνια) είναι οι δύο κύριες ουσίες που περιέχονται στην ακατέργαστη γλυκερόλη [47]. Η ύπαρξη μεθανόλης οφείλεται στο γεγονός ότι οι παραγωγοί βιοντίζελ χρησιμοποιούν υπερβολική μεθανόλη για να οδηγήσουν τη χημική εστεροποίηση μέχρι την ολοκλήρωση[48]. Τα σαπούνια, για παράδειγμα τα οποία είναι διαλυτά στο στρώμα της γλυκερόλης, προέρχονται από μια αντίδραση μεταξύ των ελεύθερων λιπαρών οξέων που υπάρχουν στην αρχική πρώτη ύλη τροφοδοσίας και του καταλύτη (βάση), [48].



Εικόνα 4.1. Παραγωγή σαπουνιού από γλυκερόλη .

Εκτός από τη μεθανόλη και τα σαπούνια, η ακατέργαστη γλυκερόλη περιέχει επίσης μια ποικιλία στοιχείων όπως ασβέστιο, μαγνήσιο, φώσφορο ή θείο. Οι Thompson & He [47] ανέφεραν ότι τα στοιχεία που υπάρχουν στη γλυκερόλη διαφόρων πηγών πρώτης ύλης (όπως η κάνναβη, η ελαιοκράμβη και η σόγια) ήταν παρόμοια.

Το ασβέστιο ήταν στην περιοχή από 3-15 ppm, το μαγνήσιο ήταν 1-2 ppm, ο φωσφόρος ήταν στο εύρος 8-13 ppm και το θείο ήταν στο εύρος 22-26 ppm.

Εν τούτοις, όταν χρησιμοποιήθηκε ως πρώτη ύλη κράμβη (πολυετές φυτό ελαιούχων σπόρων), η ακατέργαστη γλυκερόλη περιείχε τα ίδια στοιχεία, αλλά σε πολύ διαφορετικές συγκεντρώσεις.

Οι Schröder & Südekum [50] ανέφεραν επίσης τη στοιχειακή σύνθεση της ακατέργαστης γλυκερίνης από την πρώτη ύλη ελαιοκράμβης. Ο φωσφόρος βρέθηκε να είναι μεταξύ 1,05% και 2,36% (κ.β/κ.β) της ακατέργαστης γλυκερόλης. Το κάλιο ήταν μεταξύ 2,20% και 2,33%, ενώ το νάτριο ήταν μεταξύ 0,09% και 0,11%. Το κάδμιο, ο υδράργυρος και το αρσενικό ήταν όλα κάτω από τα ανιχνεύσιμα όρια.

Η ακατέργαστη γλυκερόλη που προέρχεται από διεστεροποίηση που καταλύεται με αλκάλια συνήθως έχει σκούρο καφέ χρώμα με υψηλό pH (11-12). Όταν το pH ρυθμίζεται σε ουδέτερο εύρος, οι σάπωνες μετατρέπονται σε ελεύθερα λιπαρά οξέα, όπως φαίνεται στην ακόλουθη εξίσωση στην Εικ.2.2 [48]:



Εικόνα 4.2. Χημική εξίσωση μετατροπής των σαπουνιών σε ελεύθερα λιπαρά οξέα [49].

Τα ελεύθερα λιπαρά οξέα στο ακατέργαστο ρεύμα γλυκερόλης καταλήγουν σε θολό διάλυμα. Μετά την καθίζηση για ένα χρονικό διάστημα, αυτό το νεφελώδες διάλυμα θα διαχωριστεί σε δύο διαυγείς φάσεις, με το ανώτερο στρώμα να είναι η φάση ελεύθερων λιπαρών οξέων και η κάτω στιβάδα να είναι η φάση της γλυκερόλης [48].

Μια άλλη ευκαιρία για εύκολα διαθέσιμη ακατέργαστη γλυκερίνη βρίσκεται εντός της βιομηχανίας βιοαιθανόλης. Κατά τη ζύμωση των σακχάρων σε αιθανόλη, η γλυκερόλη παράγεται ταυτόχρονα από τη ζύμη. Αυτή η γλυκερίνη είναι σημαντική στην οινοπαραγωγή, αλλά αποτελεί ένα ανεπιθύμητο υποπροϊόν στη βιομηχανική παραγωγή της βιοαιθανόλης που χρησιμοποιείται ως καύσιμο [48].

Παλαιότερες έρευνες [51] δείχνουν ότι τα επίπεδα της γλυκερίνης σε σύγκριση με την αιθανόλη κυμαίνονται από 5-15% (κ.β./κ.β.β), ανάλογα με την πρώτη ύλη και τις συνθήκες διεργασίας. Αυτή η γλυκερίνη, ωστόσο, δεν ανακτάται εύκολα όπως η γλυκερίνη από την παραγωγή βιοντίζελ. Είναι μόνο ένα συστατικό στην όλη διαδικασία της ζύμωσης.

Αυτή η διαδικασία περιέχει επίσης και άλλες χημικές ενώσεις, οι οποίες θα μπορούσαν ενδεχομένως να ενδιαφέρουν μια μελλοντική ολοκληρωμένη διαδικασία παραγωγής αιθανόλης και βιοαερίου, όπως το οξικό οξύ, το σουκινικό οξύ και άλλα οργανικά οξέα ή και ανώτερες αλκοόλες [48].

Η εκχύλιση γλυκερίνης από αυτό το υπόλοιπο μίγμα δεν είναι οικονομικά εφικτή σήμερα, αλλά μελέτες δείχνουν ότι θα ήταν δυνατό να αυξηθεί η παραγωγή γλυκερίνης με ζύμωση με αιθανόλη για απόδοση γλυκερίνης κατάλληλη για εξαγωγή. Αυτό, ωστόσο, θα συνεπάγονταν μια μετάβαση για τα εργοστάσια ζύμωσης από την αποκλειστική εστίαση στη μεγιστοποίηση της παραγωγής αιθανόλης, για τη βελτίωση του συνόλου στην απόδοση εκχυλίσμων ενώσεων [48].

4.1.1 Η χημεία του βιοντίζελ

Η μεθανόλη που απαιτείται για τη μετατροπή φυτικού ελαίου (τριγλυκερίδια) σε μεθυλεστέρες (βιοντίζελ) και γλυκερόλη με την αντίδραση μετεστεροποίησης είναι περίπου το 13% του αρχικού όγκου λαδιού. Ωστόσο, τυπικά καταλυόμενες με βάση αντιδράσεις παρτίδας χρησιμοποιούν υπερβολική μεθανόλη για να επιτευχθεί η πλήρης μετατροπή του πετρελαίου σε καύσιμο[52].

Η αντίδραση για την παραγωγή βιοντίζελ είναι αντιστρεπτή. Χωρίς πλεόνασμα μεθανόλης, επέρχεται ισορροπία και κάποιο ποσοστό γλυκερόλης παραμένει διαλυμένο στο βιοντίζελ ως μονογλυκερίδια και διγλυκερίδια. Υπερβολική γλυκερίνη στο βιοντίζελ θα αποτρέψει το να συναντήσει το καύσιμο τους κανόνες ASTM και μπορεί να βλάψει τα εξαρτήματα του κινητήρα ύστερα από εκτεταμένη χρήση. Μεθανόλη της τάξης του 20% έως 25% του ποσοστού του αρχικού όγκου λαδιού χρησιμοποιείται συνήθως με την επίτευξη πλήρους μετατροπής[52].

Αν υποτεθεί ότι η μεθανόλη είναι χημικά ενσωματωμένη στο τελικό βιοντίζελ στην ποσότητα περίπου 13% του όγκου του πετρελαίου, αφήνει 7 -12 % του όγκου του πετρελαίου ως υπόλοιπο εκπομπής σε παραπροϊόν μεθανόλης. Εάν ο αντιδραστήρας είναι σφραγισμένος (ο οποίος συνιστάται για την ασφαλή και αποτελεσματική παραγωγή), η μη συνδεδεμένη μεθανόλη που ανέρχεται σε περίπου 2 έως 4 % του όγκου του ελαίου θα υπάρξει στο στρώμα του βιοντίζελ[52].

Εάν η μεθανόλη δεν ανακτάται από το καύσιμο πριν από το πλύσιμο, η ποσότητα αυτή παραμένει στο νερό που χρησιμοποιείται για την πρώτη πλύση και το νερό πλύσης πρέπει να θεωρείται τοξικό και να χειρίζεται με προσοχή. Η υπόλοιπη μη-συνδεδεμένη μεθανόλη, που ανέρχεται σε περίπου 5 έως 10% του αρχικού όγκου λαδιού θα βρίσκεται στο στρώμα γλυκερόλης[52].

Η ανάκτηση της μεθανόλης μπορεί να πραγματοποιηθεί από το καύσιμο μετά την απομάκρυνση της γλυκερόλης, και μπορεί να αποσταχθεί από τη διαχωρισμένη γλυκερόλη. Το καύσιμο ή η γλυκερόλη θερμαίνονται σε θερμοκρασίες πάνω από το σημείο βρασμού μεθανόλης, 64,6 °C και οι ατμοί κατευθύνονται μέσω ενός συμπυκνωτή νερού ή αερόψυκτου[52].

Στο συμπυκνωτή, το αέριο μεθανόλης ψύχεται σε υγρή κατάσταση, η οποία μπορεί τότε να ανακτηθεί ξανά. Η μεθανόλη που εξέρχεται από τον συμπυκνωτή θα συλλεχθεί σε ένα δοχείο που πρέπει να αερίζεται στην ατμόσφαιρα. Είναι σημαντικό να υπάρχει κατάλληλος συμπυκνωτής για να διασφαλιστεί ότι όλοι οι ατμοί μεθανόλης συμπυκνώνονται. Ο συμπυκνωτής πρέπει να έχει επαρκή επιφάνεια και ψύξη έτσι ώστε οι θερμοκρασίες των υδάτων πρέπει να είναι αρκετά χαμηλές ώστε να εξασφαλίζεται ότι η αέρια μεθανόλη ωθείται μέσω του δοχείου συλλογής[52].

Είναι επίσης σημαντικό να διατηρηθεί η θερμοκρασία στο δοχείο συλλογής όσο το δυνατόν λιγότερο για να μειωθεί το ποσό των ατμών που διαφεύγουν από τον εξαερισμό. Ο ρυθμός με τον οποίο η μεθανόλη θα αποσταχθεί εξαρτάται από τη

θερμοκρασία και το ρυθμό με τον οποίο μπορεί να προστεθεί θερμότητα στο υγρό[52].

Η μεθανόλη μπορεί να αποσταχθεί σε ατμοσφαιρική πίεση και σε θερμοκρασίες μεταξύ του σημείου ζέσεως της μεθανόλης (64,6 °C) και το σημείο βρασμού του νερού (100°C). Ορισμένα πιο πολύπλοκα συστήματα απόσταξης χρησιμοποιούν επίσης κενό για να αυξηθεί η απόδοση και να μειωθεί η πιθανότητα καύσης καυσίμων σε υψηλές θερμοκρασίες[52].

Ένας αποτελεσματικός υδρόψυκτος συμπυκνωτής μπορεί να κατασκευαστεί από σωλήνα χαλκού και εύκολα διαθέσιμα εξαρτήματα. Ένα δημοφιλές σχέδιο κατάλληλο για αντιδραστήρες με θερμαντήρα νερού χρησιμοποιεί 1/2-ίντσα σωλήνα χαλκού για τη μεταφορά μεθανόλης. Αυτός ο σωλήνας μεθανόλης είναι συγκολλημένος μέσα σε ένα σωλήνα χαλκού 3/4-ιντσών εξοπλισμένο με ένα ταυ στο κάθε άκρο[52].

Στο σύστημα, το δροσερό νερό εισέρχεται στο κάτω μέρος και το ζεστό νερό εξέρχεται από την κορυφή (αυτό το νερό μπορεί να δρομολογηθεί σε μια δεξαμενή πλύσης εάν είναι επιθυμητό). Το ζεστό αέριο μεθανόλη που εξέρχεται από το λέβητα κατευθύνεται μέσω του εσωτερικού σωλήνα χαλκού, όπου ψύχεται από το μανδύα του νερού και συμπυκνώνεται σε υγρό μεθανόλης προτού εισέλθει στο δοχείο συλλογής[52].

4.1.2 Καινοτόμες χρήσεις της γλυκερόλης

Υπάρχουν διάφορες λύσεις για τη διάθεση και χρησιμοποίηση της ακατέργαστης γλυκερόλης που παράγεται στα εργοστάσια βιοντίζελ. Για τους παραγωγούς βιοντίζελ μεγάλης κλίμακας, η ακατέργαστη γλυκερόλη μπορεί να εξευγενιστεί σε καθαρή μορφή και στη συνέχεια να χρησιμοποιηθεί σε βιομηχανίες τροφίμων, φαρμακευτικών ή καλλυντικών [53].

Για τους παραγωγούς μικρής κλίμακας, ωστόσο, ο καθαρισμός είναι υπερβολικά δαπανηρός για να πραγματοποιηθεί στις εγκαταστάσεις παραγωγής τους. Η ακατέργαστη γλυκερόλη τους πωλείται συνήθως σε μεγάλα διυλιστήρια για αναβάθμιση [53].

Τα τελευταία χρόνια, ωστόσο, με την ταχεία επέκταση της βιομηχανίας βιοντίζελ, η αγορά πλημμυρίζεται με υπερβολική ακατέργαστη γλυκερόλη. Ως αποτέλεσμα, οι παραγωγοί βιοντίζελ λαμβάνουν μόνο 2,5-5 λεπτά/λίβρα για αυτή τη γλυκερόλη.

Συνεπώς, οι παραγωγοί πρέπει να αναζητήσουν νέες χρήσεις για την εν λόγω γλυκερίνη [53].

Έχουν διεξαχθεί πολλές έρευνες για εναλλακτικές χρήσεις ακατέργαστης γλυκερόλης. Οι καύσεις, η λιπασματοποίηση, η διατροφή των ζώων, οι θερμοχημικές μετατροπές και οι μέθοδοι βιολογικής μετατροπής για τη χρήση και τη διάθεση της γλυκερόλης έχουν επίσης προταθεί.

Οι Johnson και Taconi [53] ανέφεραν ότι η καύση ακατέργαστης γλυκερόλης είναι μια μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για διάθεση της γλυκερόλης. Ωστόσο, αυτή η μέθοδος δεν είναι οικονομική για τους μεγάλους παραγωγούς βιοντίζελ. Έχει επίσης υποδειχθεί ότι η γλυκερόλη μπορεί να λιπασματοποιηθεί [54] ή να χρησιμοποιηθεί για την αύξηση της παραγωγής βιοαερίου αναερόβιων χωνευτήρων [55]. Οι DeFrain *et al.* [56] επιχειρήσαν να τροφοδοτήσουν γλυκερόλη προερχόμενη από βιοντίζελ στις αγελάδες γαλακτοπαραγωγής προκειμένου να αποτρέψει την κέτωση, αλλά διαπίστωσαν ότι δεν ήταν χρήσιμη.

Επίσης, οι Lammers *et al.* [57] μελέτησαν τη συμπλήρωση της διατροφής των αναπτυσσόμενων χοίρων με ακατέργαστη γλυκερόλη. Η μελέτη αυτή διαπίστωσε ότι η αναλογία της γλυκερόλης που μπορεί να μεταβολιστεί κατά την πέψη είναι παρόμοια με το καλαμπόκι ή το σογιέλαιο όταν τροφοδοτείται σε χοίρους. Ως εκ τούτου, η μελέτη καταλήγει στο συμπέρασμα ότι "η ακατέργαστη γλυκερόλη μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εξαιρετική πηγή ενέργειας για την συντήρηση χοιροτροφικών μονάδων", αλλά επίσης προειδοποιεί ότι λίγα είναι γνωστά για τις επιπτώσεις των ακαθαρσιών στη γλυκερόλη.

Επιπλέον, οι Cerrate *et al.* [58] είχαν κάποια επιτυχία με τη διατροφή γλυκερόλης σε κοτόπουλα κρεατοπαραγωγής. Τα πτηνά που τράφηκαν με δίαιτα γλυκερίνης 2,5% έως 5% είχαν υψηλότερη ανάπτυξη ιστού από την ομάδα ελέγχου, αλλά οι συγγραφείς προειδοποιούν ότι εξακολουθούν να υπάρχουν ανησυχίες για υπολλείματα μεθανόλης στη γλυκερόλη.

Η μετατροπή της ακατέργαστης γλυκερόλης σε προϊόντα με προστιθέμενη αξία μέσω θερμοχημικών μεθόδων ή βιολογικών μεθόδων είναι μια εναλλακτική λύση για τη χρήση αυτού του συνόλου αποβλήτων. Έχει αναφερθεί ότι η γλυκερόλη μπορεί να μετατραπεί θερμοχημικά σε προπυλενογλυκόλη [59], ακετόλη [60], ή μια ποικιλία άλλα προϊόντα [53].

Οι Cortright *et al.*[61] ανέπτυξαν μια διαδικασία αναμόρφωσης υδατικής φάσης που μετατρέπει τη γλυκερόλη σε υδρογόνο. Η Virent Energy Systems προσπαθεί επί του παρόντος να εμπορευματοποιήσει αυτή την τεχνολογία και να ισχυριστεί ότι το υδροξείδιο του νατρίου, η μεθανόλη και τα υψηλά επίπεδα pH μέσα στην ακατέργαστη γλυκερόλη βοηθούν τη διαδικασία [62].

Για βιολογικές μετατροπές ακατέργαστης γλυκερόλης, η γλυκερόλη χρησιμεύει ως πρώτη ύλη σε διάφορες διεργασίες ζύμωσης. Για παράδειγμα, οι Lee *et al.*[63] χρησιμοποίησαν γλυκερόλη στη ζύμωση των αναγεννητικών σίλικα αραβοσίτου για την παραγωγή ηλεκτρικού οξέος. Η ζύμωση του *E. Coli* σε γλυκερόλη οδηγεί στην παραγωγή μίγματος αιθανόλης, ηλεκτρικού, οξικού, γαλακτικού οξέος και υδρογόνου [64].

Η γλυκερόλη μπορεί επίσης να μετατραπεί σε κιτρικό οξύ από τη ζύμη *Yarrowialipolytica*. Έχει αναφερθεί ότι αυτός ο οργανισμός παράγει την ίδια ποσότητα κιτρικού οξέος όταν αναπτύσσεται σε γλυκόζη ή σε ακατέργαστη γλυκερόλη [65]. Οι Rymowicz *et al.*[66] διαπίστωσαν ότι τα στελέχη μεταλλαγμένου οξικού άλατος του *Y. lipolytica* μπορούν να παράγουν υψηλά επίπεδα κιτρικού οξέος ενώ παράγουν πολύ μικρό ισοκυκλικό άλας.

Επιπλέον, έχει αποδειχθεί ότι το *Clostridiumbutyricum* μπορεί να χρησιμοποιήσει γλυκερόλη προερχόμενη από βιοντίζελ για την παραγωγή 1,3-προπανοδιόλης (ενός σημαντικού χημικού δομικού στοιχείου με πολλές βιομηχανικές χρήσεις) τόσο σε παρτίδες όσο και σε συνεχείς καλλιέργειες. Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας ζύμωσης, ο οργανισμός παράγει επίσης υποπροϊόντα οξικού και βουτυρικού οξέος [67]. Οι ερευνητές της VirginiaTech αναπτύσσουν επίσης διαδικασίες ζύμωσης των αλγών για να μετατρέψουν την ακατέργαστη γλυκερόλη σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα υψηλής ωμέγα-3 [68,69].

4.1.3 Παραγωγή ωφέλιμων χημικών προϊόντων από γλυκερόλη

Η έννοια της μετατροπής της καταλυτικής γλυκερόλης σε σημαντικά χημικά προϊόντα και καύσιμα δεν είναι καινούργια. Πρόσφατα, η καταλυτική μετατροπή της γλυκερόλης σε ολεφίνες έχει αναδειχθεί ως μια άλλη ουσιαστική και πιθανώς επικερδής διαδικασία. Στη βιβλιογραφία [70] έχουν αναφερθεί περιορισμένες μελέτες σχετικά με την καταλυτική μετατροπή της γλυκερόλης σε ωφέλιμα προϊόντα, χωρίς να έχει προταθεί ακόμα μια βέλτιστη διαδικασία μετατροπής.

Η μοναδική δομή της γλυκερόλης την καθιστά δυνατή να διεξάγει ετερογενή αντίδραση καταλυτικής οξείδωσης χρησιμοποιώντας οξειδωτικούς παράγοντες χαμηλού κόστους όπως ο αέρας, το οξυγόνο και το υπεροξείδιο του υδρογόνου. Μερικές από τις διεργασίες περιλαμβάνουν επιλεκτική οξείδωση [71], υδρογονόλυση [72], αφυδάτωση [73], ακετυλίωση [74], καρβοξυλίωση [75,76], πυρόλυση [77], κ.ά..

Μεταξύ των χημικών ουσιών οι αντιδράσεις που αντλούν το ενδιαφέρον πολλών ερευνητών είναι ο μετασχηματισμός της γλυκερόλης σε οξυγονούχα καύσιμα με αιθεροποίηση και εστεροποίηση, καθώς αυτές οι αντιδράσεις είναι οικονομικά επωφελείς για την παραγωγή παραπροϊόντων γλυκερόλης και βιοντίζελ [78]. Επιπλέον, η καταλυτική μετατροπή της γλυκερόλης προς ολεφίνες [79], προκαλεί μεγάλο ενδιαφέρον λόγω της εφικτότητας της μεθόδου και της δυνατότητας λήψης ολεφινών από ανανεώσιμη πηγή.

Η ολεφίνη χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή πολυμερών. Υπάρχουν βασικά δύο κύριοι τύποι πολυμερών που μπορούν να συντεθούν. Ο πρώτος είναι το πολυαιθυλένιο, είναι μια απλή γραμμική δομή με επαναλαμβανόμενες μονάδες. Αυτές οι ίνες χρησιμοποιούνται κυρίως για σχοινιά, σπάγκους και βοηθητικά υφάσματα.

Ο δεύτερος τύπος, πολυπροπυλένιο, είναι μια τρισδιάστατη δομή με μια ραχοκοκαλιά ατόμων άνθρακα. Οι ομάδες μεθυλίου προεξέχουν από αυτή τη ραχοκοκαλιά. Ο στερεοεκλεκτικός πολυμερισμός διατάσσει αυτές τις ομάδες μεθυλίου στην ίδια χωρική τοποθέτηση. Αυτό δημιουργεί ένα κρυσταλλικό πολυπροπυλένιο πολυμερές. Οι ίνες που κατασκευάζονται με αυτά τα πολυμερή μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ρούχα ένδυσης, στην επίπλωση και σε βιομηχανικά προϊόντα [80].

Ένα δεύτερο χημικό προϊόν αξίας στο οποίο μπορεί να μετατραπεί η γλυκερόλη είναι το προπένιο [81]. Το προπένιο είναι ένα από τα πιο σημαντικά χημικά προϊόντα στη βιομηχανία, με παγκόσμια παραγωγή περίπου 80 εκατομμυρίων τόνων ετησίως. Περίπου τα 2/3 του παραγόμενου προπενίου χρησιμοποιείται για την παραγωγή πολυπροπυλενίου (PP), το οποίο είναι ένα θερμοπλαστικό με αυξανόμενες εφαρμογές.

Το προπένιο βασικά προέρχεται από ορυκτές πηγές, με την αναμόρφωση του ατμού της νάφθας να είναι η κύρια διαδικασία. Επιπλέον, αυτό μπορεί επίσης να παραχθεί από μεθανόλη σε όξινο μοριακό κόσκινο καταλυτών [82]. Αυτή είναι μια

έμμεση οδός παραγωγής προπενίου από το φυσικό αέριο ή άνθρακα, επειδή συνήθως παράγεται μεθανόλη από αυτές τις πηγές.

Το προπένιο μπορεί ακόμα να παραχθεί από αφυδρογόνωση προπανίου πάνω από καταλύτες ευγενούς μετάλλου. Ωστόσο, το προπάνιο είναι ένα δευτερεύον συστατικό του φυσικού αερίου, ή σχηματίζεται στην καταλυτική πυρόλυση των κλασμάτων πετρελαίου [83]. Από την άλλη πλευρά, η παραγωγή του προπενίου από ανανεώσιμες πρώτες ύλες δεν έχει μελετηθεί επαρκώς, σε σύγκριση με το αιθένιο, που μπορεί να επιτευχθεί μέσω της αφυδάτωσης της βιοαιθανόλης [84]. Έτσι, η ανάπτυξη του πράσινου προπενίου, τροφοδοτούμενη από βιομάζα, είναι ιδιαίτερα επιθυμητή και προσιτή στην αγορά της χημικής βιομηχανίας.

Το υδρογόνο αποτελεί ένα τρίτο προϊόν το οποίο μπορεί να προέλθει από την καταλυτική μετατροπή της γλυκερόλης. Η γλυκερόλη μπορεί να μετατραπεί σε υδρογόνο μέσω μιας ποικιλίας διαδικασιών: αναμόρφωση με ατμό, μερική οξειδωση, αυτοθερμική αναμόρφωση [78].

Η καταλυτική αναμόρφωση του ατμού είναι αυτή η οποία χρησιμοποιεί έναν καταλύτη για να αντιδράσει η γλυκερόλη με νερό για την παραγωγή υδρογόνου. Η καταλυτική αναμόρφωση του ατμού της γλυκερόλης για την παραγωγή υδρογόνου συμβαίνει σε τρία στάδια: αρχίζει πρώτα με αφυδρογόνωση της γλυκερόλης, το CO συγκεντρώνεται στην επιφάνεια του καταλύτη, η οποία θα μπορούσε στη συνέχεια να υποβληθεί σε εκρόφιση και να ακολουθήσει η αντίδραση μετατόπισης του αερίου ή μεθανοποίησης [78].

Στη βιβλιογραφία [78] έχει αναφερθεί ότι οι βέλτιστες συνθήκες για την παραγωγή υδρογόνου από γλυκερόλη βρέθηκε να είναι σε θερμοκρασία 925-975 K και για λόγο νερού/γλυκερίνης 9-12 σε ατμοσφαιρική πίεση. Στα 925 K και λόγο υδρογόνου/ γλυκερίνης 12 υπό ατμοσφαιρική πίεση μπορεί να παραχθεί μέγιστος αριθμός 6,2 mol υδρογόνου ανά γραμμομόριο γλυκερίνης.

Ανάμεσα στις διάφορες διεργασίες που μελετήθηκαν στη βιβλιογραφία, η παραγωγή 1,2-προπανοδιόλης (προπυλενογλυκόλη) είναι μία από τις πιο ελκυστικές. Η 1,2-προπανοδιόλη, που παράγεται συμβατικά μέσω ενυδάτωσης προπυλενοξειδίου, είναι μια σημαντική χημική ουσία που βρίσκει εφαρμογή σε αντιψυκτικά υγρά και στη βιομηχανία πολυμερών. Αυτή η διαδικασία έχει ήδη εφαρμοστεί από εταιρείες, όπως η ArcherDanielsMidland (ADM), η οποία έχει αρχίσει ήδη την παραγωγή 1,2-

προπανοδιόλης από τη γλυκερόλη και ανακοίνωσε μείωση κατά 61% των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου σε σύγκριση με τη συμβατική μέθοδο [85].

Η καταλυτική υδρογονοαποξυγόνωση της γλυκερόλης (HDO, επίσης αποκαλούμενη υδρογονόλυση) σε 1,2-προπανοδιόλη είναι εφικτή σε μεταλλικούς καταλύτες και πιέσεις υδρογόνου έως 8,0 MPa [86]. Η πλειοψηφία των ερευνητικών μελετών και τα διπλώματα ευρεσιτεχνίας που είναι διαθέσιμα μέχρι σήμερα έχουν επικεντρωθεί κυρίως στην ανάπτυξη καταλλήλων καταλυτικών συστημάτων και σε θέματα μηχανικής [87,88].

Αν και αυτή η διαδικασία έχει αναπτυχθεί αποτελεσματικά, υπάρχουν ακόμα κάποια μειονεκτήματα που πρέπει να επιλυθούν. Η απαίτηση για εξωτερική παροχή H_2 είναι το κύριο μειονέκτημα της μεθόδου, καθώς το κόστος παραγωγής, διανομής και αποθήκευσης υδρογόνου είναι υψηλό και επηρεάζει αρνητικά τον οικονομικό τομέα της διαδικασίας. Επιπλέον, το υδρογόνο παράγεται βιομηχανικά χρησιμοποιώντας ορυκτές πρώτες ύλες καθιστώντας τη συνολική πετρελαϊκή αντίδραση εξαρτώμενη.

Πρόσφατα διερευνήθηκε η ιδέα της *in situ* παραγωγής υδρογόνου και η διαδοχική κατανάλωση για υδρογονοαποξυγόνωση, με στόχο την υπέρβαση των προαναφερθέντων προβλημάτων [89]. Υπό αυτήν την έννοια, έχουν διερευνηθεί δύο διαφορετικές προσεγγίσεις: η πρώτη αφορά στη χρήση υδατικών διαλυμάτων γλυκερόλης, όπου σχηματίζεται υδρογόνο μέσω αναμόρφωσης υδατικής φάσης (APR) ενός μέρους γλυκερόλης [90].

Και η δεύτερη αφορά στην προσθήκη ενός μορίου δότη υδρογόνου (αλκοόλες, μυρμηκικό οξύ), μέσω αντίδρασης μεταφοράς υδρογόνου. Η ιδέα της υδρογόνωσης της καταλυτικής μεταφοράς (CTH) πραγματοποιήθηκε αρχικά από τους Musolino *et al.*[91] για εκλεκτική υδρογονόλυση μεταφοράς γλυκερόλης παρουσία καταλυτών παλλαδίου (Pd/Fe_2O_3) χρησιμοποιώντας αιθανόλη και 2-προπανόλη ως μόρια δότη H_2 .

Οι προτεινόμενες οδοί για την παραγωγή των διολών περιλαμβάνουν την αφυδρογόνωση αλκοόλης, την αφυδάτωση γλυκερόλης σε υδροξυακετόνη και μετέπειτα την υδρογόνωση του τελευταίου που καταναλώνει το H_2 που παράγεται από τις αλκοόλες. Η αλληλουχία της αντίδρασης πραγματοποιήθηκε σε διάλυμα αιθανόλης και 2-προπανόλης κάτω από αδρανή ατμόσφαιρα 0,5 MPa στους 150-200 ° C. Δεν υπήρχε αξιοσημείωτη διαφορά μεταξύ των διαφορετικών δοτών αλκοολών

και η καλύτερη απόδοση παρατηρήθηκε στους 180 °C μετά από 24 ώρες, όπου η γλυκερόλη μετατράπηκε πλήρως σε μίγμα προπυλενογλυκόλης και αιθυλενογλυκόλης (94 και 6% εκλεκτικότητα, αντίστοιχα) [91].

Σε μια άλλη μελέτη των Xia *et al.*[92], η αιθανόλη αναγνωρίστηκε ως η πιο αποτελεσματική πηγή H₂ μεταξύ των διαφόρων αλκοολών (μεθανόλη, αιθανόλη, 1-προπανόλη, βουτανόλη και ισο-προπανόλη) που έχουν δοκιμαστεί για την ικανότητα ως δότες υδρογόνου σε καταλύτες Cu: Mg: Al. Η τελευταία αποδόθηκε στην υψηλή δραστηριότητα αφυδρογόνωσης που εμφανίζεται από τις αντιδράσεις χαλκού σε αιθανόλη. Στους 210 °C, 3.0 MPa N₂ και 10 ώρες, η γλυκερόλη μετατράπηκε κατά 95% με 92% εκλεκτικότητα προς 1,2-προπανοδιόλη.

Οι Gandarias *et al.*[93-95] έχουν συμβάλει σημαντικά στο πεδίο των αντιδράσεων υδρογόνωσης CTH, εστιάζοντας κυρίως σε 2-προπανόλη και μυρμηκικό οξύ ως μόρια δότη υδρογόνου. Το μυρμηκικό οξύ αποδείχθηκε ότι είναι ένας αποτελεσματικός δότης με καταλύτη Ni-Cu/Al₂O₃. Είναι σημαντικό ότι οι συγγραφείς πρότειναν έναν άμεσο μηχανισμό μετατροπής της γλυκερόλης σε 1,2-προπανοδιόλη. Αυτός ο μηχανισμός προτάθηκε να συμβεί όταν δημιουργείται υδρογόνο στην εγγύτητα των ενεργών θέσεων και περιλαμβάνει ένα ενδιάμεσο σχηματισμό αλκοξειδίου.

Στις άλλες μελέτες [96,97] διερευνήθηκε μια διαφορετική προσέγγιση του σχηματισμού H₂. Συγκεκριμένα, το απαιτούμενο υδρογόνο σχηματίζεται επί τόπου με την αντίδραση μεθανόλης και νερού (αναμόρφωση υδατικής φάσης-APR), τα οποία είναι ήδη συστατικά του ακατέργαστου ρεύματος γλυκερόλης μετά τη μετεστεροποίηση και καταναλώνονται από γλυκερόλη για να σχηματίσουν 1,2-προπανοδιόλη (υδρογονο-οξυγόνωση γλυκερόλης).

Ο κύκλος των συνεχόμενων αντιδράσεων παρουσιάζει πλεονεκτήματα, όπως: εκτελείται στην υγρή φάση, παρουσία των καταλυτικών υλικών και ρύθμισης του αντιδραστήρα, επιτρέποντας έτσι την παραγωγή 1,2-προπανοδιόλης κάτω από αδρανή ατμόσφαιρα μέσω μιας διαδικασίας ενός βήματος.

Ένας καταλύτης Cu:Zn:Al που παρασκευάστηκε με την τεχνική οξαλικής γέλης βρέθηκε ότι παρουσιάζει την καλύτερη απόδοση με απόδοση 45% στο προϊόν στόχο στους 220 °C 3,5 MPa N₂ και για 4 ώρες. Αυτά τα αποτελέσματα αντιστοιχούν σε τιμές παραγωγικότητας (g1,2-PDO.gcat⁻¹·h⁻¹) έως και πέντε φορές υψηλότερες

συγκριτικά με άλλες έρευνες. Πειράματα έδειξαν [93] ότι ~ 70% του συνολικού H₂ παράγεται πράγματι από την αναμόρφωση της μεθανόλης.

4.2 Αξιοποίηση του βιοντίζελ ως καύσιμο

Η παρούσα υποενότητα έχει ως στόχο τη συζήτηση σχετικά με την αξιοποίηση του βιοντίζελ κίνησης του ίδιου ως καυσίμου. Το καύσιμο το οποίο εναπομένει (δεν μπορεί να είναι γνωστή η ποσότητα που θα απομένει κάθε φορά) μπορεί να χρησιμοποιείται σε μια δεύτερη μικρότερη γεννήτρια η οποία θα παράγει ρεύμα για να φορτίζει μια μπαταρία. Η μπαταρία χρησιμοποιείται ως εφεδρική σε περίπτωση που η κεραία τροφοδοτείται μόνο από τη γεννήτρια.

Όπως είναι γνωστό μια μπαταρία είναι ένας τύπος συσκευής αποθήκευσης ηλεκτροχημικής ενέργειας που μπορεί να μετατρέψει την αποθηκευμένη χημική ενέργεια σε ηλεκτρική ενέργεια και αντίστροφα κατά τη διαδικασία επαναφόρτισης. Συνήθως, η μπαταρία μπορεί ταξινομηθεί σε δύο κατηγορίες: 1) εσωτερικής αποθήκευσης χαμηλής θερμοκρασίας και 2) εξωτερικής αποθήκευσης υψηλής θερμοκρασίας.

Η εσωτερική αποθήκευση χαμηλής θερμοκρασίας είναι ένα σύστημα αποθήκευσης ενέργειας που μπορεί να λειτουργήσει κατά βέλτιστο τρόπο σε θερμοκρασία δωματίου (π.χ., 25 ° C) και μερικά παραδείγματα είναι η μπαταρία η όξινη μπαταρία μολύβδου (PbO₂), νικελίου-καδμίου (NiCd), ιόντων λιθίου (Li-on), αλογονιδίου μετάλλου νατρίου και μπαταρίες νικελίου υδριδίου μετάλλου (NiMH).

Χρησιμοποιώντας αυτές τις μπαταρίες σε ακραίες καιρικές συνθήκες μπορεί να επηρεάσουν αρνητικά την απόδοση της φόρτισης και της εκφόρτωσης τους. Για την εξωτερική αποθήκευση υψηλής θερμοκρασίας, το χημικό σύστημα αποθήκευσης και η ηλεκτρική μονάδα μετατροπής χωρίζονται, αλλά κατά κάποιο τρόπο συνδέονται κατά τη διαδικασία φόρτισης ή εκφόρτωσης προκειμένου να επιτρέπουν την πραγματοποίηση των ανταλλαγών ηλεκτροχημικής αντίδρασης. Μερικά παραδείγματα για αυτόν τον τύπο μπαταρίας είναι οι οξειδοαναγωγικές και πρωτογενείς μπαταρίες με εξωτερική αναγέννηση.

Ιδιαίτερα στην περίπτωση που οι διακυμάνσεις του φορτίου της γεννήτριας μεταξύ ημέρας και νύχτας είναι σημαντικές τότε η μπαταρία είναι πολύ σημαντικό να υπάρχει ως εφεδρικό σύστημα. Οι ηλεκτρικές γεννήτριες με κινητήρα ντίζελ είναι τυπικού μεγέθους για να καλύπτουν την αιχμή της ζήτησης κατά τις βραδινές ώρες, αλλά πρέπει να λειτουργούν σε πολύ χαμηλά φορτία κατά τη διάρκεια των ωρών "εκτός αιχμής". Αυτή η λειτουργία για χαμηλό φορτίο έχει ως αποτέλεσμα χαμηλή απόδοση καυσίμου και αυξημένη συντήρηση. Τα κύρια προβλήματα της παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε απομακρυσμένη περιοχή με γεννήτριες ντίζελ είναι:

- Υψηλό κόστος ηλεκτρικής ενέργειας λόγω της αύξησης των καυσίμων και το κόστος μεταφοράς.
- Ατμοσφαιρική και ηχητική ρύπανση
- Απώλεια στην απόδοση καυσίμου ντίζελ και αύξηση του κόστους λειτουργίας και συντήρησης που οφείλεται σε ατελή καύση καυσίμου κατά τη διάρκεια των χαμηλών φορτίων.

Οι συμβατικές γεννήτριες ντίζελ λειτουργούν σε σταθερή ταχύτητα, τυπικά 1500 rpm για 50Hz και 1800 RPM για ένα σύστημα 60Hz, ανεξάρτητα από τη ζήτηση ισχύος του φορτίου. Καθώς αυτές οι γεννήτριες λειτουργούν συνήθως με χαμηλό φορτίο το αποτέλεσμα είναι η υψηλή κατανάλωση καυσίμου. Παρατεταμένη λειτουργία χαμηλού φορτίου μπορεί επίσης να οδηγήσει σε μηχανικά προβλήματα στον κινητήρα και αυτό μπορεί να μειώσει τη διάρκεια ζωής της ντιζελογεννήτριας.

Για να ξεπεραστεί λοιπόν αυτό το πρόβλημα θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν μπαταρίες έτσι ώστε να χρησιμοποιούνται για τη ζήτηση των χαμηλών φορτίων. Για παράδειγμα ένα σύστημα το οποίο προτείνεται είναι το ακόλουθο, υβριδικής μορφής, το οποίο περιλαμβάνει και ηλιακούς συλλέκτες καθώς πλέον χρησιμοποιούνται από αρκετές εταιρίες τηλεπικοινωνιών.

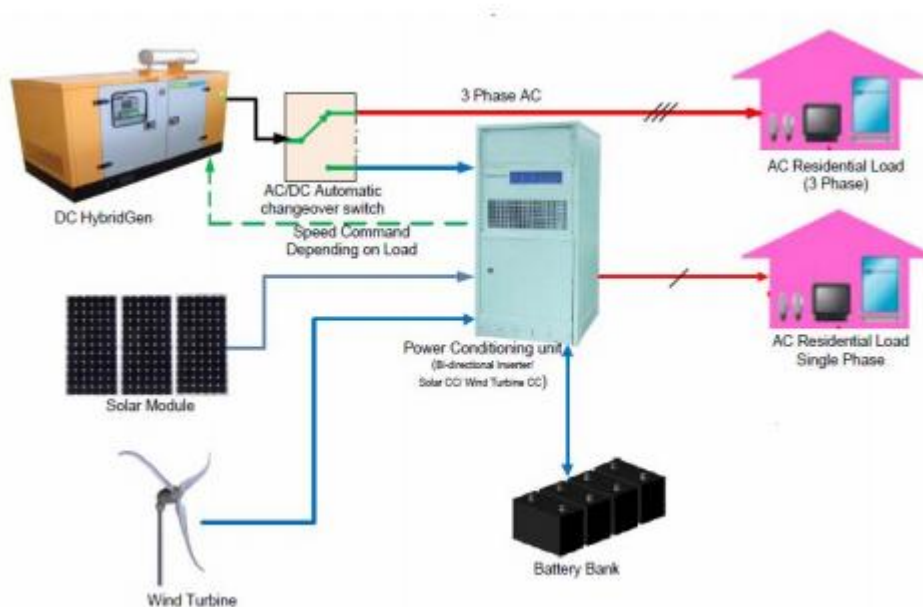
Ένας κινητήρας με μεταβλητή ταχύτητα συνδέεται με έναν εναλλάκτη που είναι ειδικά κατασκευασμένος για άμεση σύνδεση με ένα δίαυλο DC. Η μονάδα έχει τρία εξαρτήματα: (1) έναν κινητήρα διαχειριστή του ελέγχου (2) ένα διαχειριστή μπαταρίας και (3) έναν αποδοτικό ελεγκτή φορτιστή μπαταρίας για να φορτιστεί η μπαταρία λειτουργώντας τον κινητήρα με τη βέλτιστη ταχύτητα με την οποία η κατανάλωση καυσίμου είναι η ελάχιστη.

Οι στροφές του κινητήρα ελέγχονται αυτόματα ανάλογα με την κατάσταση της φόρτισης της μπαταρίας, του φορτίου και της ισχύος από τους ηλιακούς συλλέκτες (σε

περίπτωση που υπάρχουν και ηλιακοί συλλέκτες). Ο κύριος στόχος του υβριδικού συστήματος είναι να παρέχει αδιάλειπτη ισχύ στον ελάχιστο χρόνο λειτουργίας και στην ελάχιστη κατανάλωση καυσίμου.

Ο κινητήρας τίθεται σε λειτουργία όταν η μπαταρία φτάσει σε ένα προκαθορισμένο επίπεδο εκφόρτισης, για τη φόρτιση της μέχρι ενός επιθυμητού επιπέδου και για την τροφοδότηση φορτίου. Η ισχύς εξόδου DC μπορεί να μετατραπεί σε ισχύ εναλλασσόμενου ρεύματος μέσω ενός μετατροπέα για την παροχή AC φορτίων.

Η έγχυση των καυσίμων στον κινητήρα ελέγχεται και η ταχύτητα του κινητήρα ρυθμίζεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις ισχύος. Ένα τυπικό σύστημα εκτός δικτύου αποτελείται από ηλιακούς συλλέκτες, μπαταρία και τη γεννήτρια ντίζελ με μεταβλητή ταχύτητα όπως απεικονίζεται στην Εικ. 3.3.



Εικόνα 4.3. Υβριδικό σύστημα με αποθήκευση ενέργειας.

Η γεννήτρια μπορεί να λειτουργεί ως αυτόνομη γεννήτρια ντίζελ σταθερής ταχύτητας που παράγει τροφοδοσία ή σε λειτουργία εξοικονόμησης καυσίμου μεταβλητής ταχύτητας για τη φόρτιση της τράπεζας μπαταριών. Επίσης έχει προστεθεί ως εναλλακτική επιλογή και η τροφοδοσία ενέργειας από ανεμογεννήτριες. Αλλά ωστόσο μέχρι σήμερα οι περισσότερες εταιρίες χρησιμοποιούν φωτοβολταϊκά.

Η έξοδος της τράπεζας μπαταρίας συνδέεται με μια μόνο φάση ημιτονοειδούς κύματος. Η ενέργεια από τις φωτοβολταϊκές μονάδες τροφοδοτούν το φορτίο και

φορτίζουν την μπαταρία κατά προτεραιότητα. Αν ο κινητήρας είναι σε λειτουργία, τείνει να καλύψει τη μικρή πτώση της απαιτούμενης ενέργειας.

Σε λειτουργία σταθερής ταχύτητας, ο κινητήρας λειτουργεί στη σύγχρονη ταχύτητα: τότε ο εναλλάκτης παραδίδει τρεις φάσεις εναλλασσόμενου ρεύματος απευθείας στο φορτίο. Αυτό μπορεί να χρησιμοποιείται για φορτία τριών φάσεων, όπως κινητήρες καιεργαλεία. Μονοφασική ισχύς μπορεί ακόμα να επιτευχθεί από τον μετατροπέα ανάλογα με την κατάσταση φόρτισης της μπαταρίας. Κύρια χαρακτηριστικά του συστήματος είναι:

- Αδιάλειπτη μονοφασική/τριφασική AC ισχύς
- Προτεραιότητα για ηλιακή ενέργεια όταν είναι διαθέσιμη
- Ο κινητήρας ντίζελ λειτουργεί σε μεταβλητή ταχύτητα έως ότου φορτιστεί η μπαταρία και τροφοδοτηθεί το φορτίο
- Γίνεται έλεγχος διαχείρισης της μπαταρίας
- Περιλαμβάνεται έλεγχος διαχείρισης κινητήρα
- Πρόβλεψη για τη λειτουργία του κινητήρα σε σταθερή κατάσταση για την παροχή τριών φάσεων 415V, 50 Hz
- Το σύστημα ελέγχου του κινητήρα, της γεννήτριας, και της μπαταρίας, ο ελεγκτής διαχείρισης κινητήρα, και η δεξαμενή καυσίμου είναι καλό να συμπεριλαμβάνονται σε ένα 'κουτί' μονωμένο.
- Ελεγκτής μέγιστης ισχύος παρακολούθησης ηλιακής φόρτισης
- Υψηλής απόδοσης αμφίδρομος μετατροπέας /φορτιστής
- Πλήρες σύστημα ενσύρματο και στεγασμένο σε 'δοχείο μεταφοράς'.

Στο παρόν λοιπόν Κεφάλαιο αναφέρονται δυο κυρίως τρόποι αξιοποίησης του εναπομένου βιοντίζελ: 1) ως πηγή για παραγωγή χημικών προϊόντων και 2) ως καύσιμο όπως παρέχεται. Στο Κεφάλαιο 4 που ακολουθεί πρόκειται να συζητηθεί θεσμικά εάν επιτρέπεται η μεταπώληση, η επιστροφή στον προμηθευτή ή η οποιαδήποτε άλλη αξιοποίηση του εναπομένου βιοντίζελ κίνησης.

5 Νομοθεσία και αξιοποίηση βιοντίζελ

Αρχικά στο παρόν Κεφάλαιο πρόκειται να αναφερθεί η γενική νομοθεσία σχετικά με τα βιοκαύσιμα και ποιοί έχουν δικαίωμα με βάση τη νομοθεσία να τα εκμεταλλευτούν. Στις ακόλουθες υποενότητες προτείνονται τρόποι αξιοποίησης του βιοντίζελ σύμφωνα με την τωρινή Ελληνική Νομοθεσία.

5.1 Ηλεκτροπαραγωγή από το εναπομένον βιοντίζελ και προμήθεια ηλεκτρικής ενέργειας στη ΔΕΗ

Μια πρώτη χρήση που θα μπορούσε να έχει το εναπομένον βιοντίζελ είναι να χρησιμοποιηθεί για ηλεκτροπαραγωγή και μέρος του παραγόμενου ηλεκτρικού ρεύματος να τροφοδοτείται στο κεντρικό δίκτυο της ΔΕΗ. Ωστόσο με βάση τη νομοθεσία όπως θα αναλυθεί ακολούθως δεν είναι δυνατόν να είσαι ταυτόχρονα ηλεκτροπαραγωγός και να παράγεις ενέργεια με ηλεκτροπαραγωγή ζεύγη (γεννήτρια).

Με βάση το άρθρο 132 του Ν.4001/2011 (ΦΕΚΑ/179/22.08.2011) και συγκεκριμένα με βάση των παραγράφων 11 και 12 αυτών του άρθρου, όπου συζητούνται οι εξαιρέσεις για άδειες ηλεκτροπαραγωγής, οι εφεδρικοί σταθμοί ηλεκτροπαραγωγών ζευγών (γεννητριών), ανεξάρτητα από την ισχύ τους, οι οποίοι λειτουργούν και για άλλο σκοπό εκτός από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας που διοχετεύεται στο δίκτυο τότε απαιτείται να έχουν άδεια παραγωγής[99].

Η άδεια παραγωγής χορηγείται σε περίπτωση που υπάρχει μια σχετικά σταθερή παροχή ενέργειας και όχι συχνά μεταβαλλόμενη ώστε να προκαλεί προβλήματα στο δίκτυο. Στην περίπτωση λοιπόν που έχεις εναπομένον βιοντίζελ στις απομονωμένες βάσεις κεραιών δεν είναι δυνατόν να είναι γνωστό πόσο βιοντίζελ έχει απομείνει ή σε περίπτωση που είναι γνωστό, μέσω κατάλληλης διαχείρισης μπορεί να αγοράζεται στη συνέχεια η κατάλληλη ποσότητα[99].

Μια δεύτερη περίπτωση είναι η ανάπτυξη μιας ξεχωριστής μονάδας ηλεκτροπαραγωγών ζευγών και τροφοδοσία του εναπομένοντος καυσίμου σε αυτήν

την μονάδα. Πάντα φυσικά υπάρχει ο κίνδυνος δυσλειτουργίας της γεννήτριας και μόλυνσης του καθαρού ντίζελ, γιατί συνήθως το εναπομένον έχει αλλοιωθεί.

Στην προαναφερόμενη νομοθεσία έρχεται να προστεθεί και η υπ' αριθ. Δ5-ΗΛ/Β/Φ.1/οικ.17951/8.12.2000 απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης «Κανονισμός Αδειών Παραγωγής και Προμήθειας Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΦΕΚ Β' 1498), σύμφωνα με την οποία εξαιρούνται από την άδεια[100]:

- Οι εγκαταστάσεις που πληρούν τα στοιχεία για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με βάση την προαναφερόμενη νομοθεσία.
- Δεν είναι απαραίτητο να κατέχουν άδεια προμήθειας τα πρόσωπα που κατέχουν εξαίρεση από την άδεια παραγωγής. Η εξαίρεση έχει δοθεί όπως αναφέρεται στην προηγούμενη νομοθεσία.
- Η ρυθμιστική αρχή ενέργειας (ΡΑΕ) είναι υπεύθυνη για την έκδοση της άδειας εξαίρεσης παραγωγής ή προμήθειας, ύστερα από έλεγχο των δικαιολογητικών. Επίσης η εξαίρεση είναι για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα.

Συμπερασματικά και για την άδεια προμήθειας σε περίπτωση που η ίδια γεννήτρια χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος και προμήθεια στη ΔΕΗ δεν εξαιρείται και χρειάζεται άδεια προμήθειας. Σε περίπτωση που χρησιμοποιείται διαφορετική γεννήτρια για να τροφοδοτείται το εναπομένον βιοντίζελ η οποία χρησιμοποιείται μόνο για εφεδρική παραγωγή τότε δε θα χρειάζονταν άδεια προμήθειας.

Με βάση λοιπόν την υπάρχουσα νομοθεσία και λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι δε συμφέρει οικονομικά να μεταφέρεται η ποσότητα του ντίζελ από τη μια γεννήτρια που χρησιμοποιείται για τις κεραίες, στην εναλλακτική γεννήτρια που μπορεί να χρησιμοποιείται μόνο ως εφεδρική για παραγωγή και προμήθεια ηλεκτρικής ενέργειας στη ΔΕΗ[100].

Επίσης πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι το ντίζελ κίνησης που έχει απομείνει είναι σίγουρο ότι θα έχει χάσει τις ιδιότητές του και πριν τροφοδοτηθεί σε μια άλλη γεννήτρια μπορεί να είναι απαραίτητο να προ-επεξεργαστεί για να μην προκαλέσει βλάβη στη γεννήτρια, γεγονός που ανεβάζει ακόμα περισσότερο το κόστος. Με βάση λοιπόν τα παραπάνω συμφέρει χονδρικά η ίδια η γεννήτρια να έχει διττό ρόλο (για παραγωγή και τροφοδοσία κεραιών) και άρα είναι απαραίτητη η διερεύνηση της νομοθεσίας για άδεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

5.2 Ηλεκτροπαραγωγή ως υβριδικό σύστημα

Σε αυτήν την περίπτωση εξετάζεται η νομοθεσία για την παραγωγή και προμήθεια ηλεκτρικής ενέργειας στη ΔΕΗ συμπεριλαμβάνοντας στο σύστημα μονάδα φωτοβολταϊκών και λαμβάνοντας υπόψη ότι το βιοντίζελ προέρχεται από ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Για την ορθή εκμετάλλευση του εναπομένοντος βιοντίζελ δημιουργείται λοιπόν ένα υβριδικό σύστημα.

Με βάση λοιπόν τη νομοθεσία Ν.2773, ΥΑ.17951/2000, ΦΕΚ. Β' 1498 και ΥΑ.5707/2007, ΦΕΚ.Β' 448 - "Κανονισμός Αδειών Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας από ΑΠΕ και ΣΗΘΥΑ" για άδεια παραγωγής και συγκεκριμένα το άρθρο 2 ο συνδυασμός βιοντίζελ και φωτοβολταϊκών δίνει προτεραιότητα στις ΑΠΕ[101].

Με βάση το άρθρο 9 για την Ν.2773, ΥΑ.17951/2000, ΦΕΚ. Β' 1498 και ΥΑ.5707/2007, ΦΕΚ.Β' 448 - "Κανονισμός Αδειών Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας από ΑΠΕ και ΣΗΘΥΑ" ο υπουργός ανάπτυξης ύστερα από σύμφωνη γνώμη με τη ΡΑΕ χορηγεί την άδεια παραγωγής. Δικαίωμα για άδεια παραγωγής έχουν όλα τα φυσικά πρόσωπα που κατέχουν υπηκοότητα Κράτους-Μέλους[101].

Για να βγει η άδεια παραγωγής πρέπει να υπάρχει μελέτη σκοπιμότητας και τα ανάλογα έγγραφα τα οποία αναφέρονται στην απόφαση ΡΑΕ υπ' αριθμ.136, 20/07/2006. Χαρακτηριστικό είναι ότι έχει καταργηθεί και δεν απαιτείται η μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων σύμφωνα με την τροποποίηση του Ν.3851/2010, ΦΕΚ.Α'85 (άρθρο 3), εκτός αν πρόκειται για υβριδικούς σταθμούς[101].

Σημειώνεται ότι όταν πρόκειται για εφεδρικούς σταθμούς δεν απαιτείται προκαταρκτική μελέτη για τον τρόπο σύνδεσης με το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας. Ακόμα δεν απαιτείται χάρτης που να προσδιορίζει την ακριβή θέση εγκατάστασης του σταθμού παραγωγής. Τέλος, πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι ο σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας είτε πρόκειται για εφεδρικό σταθμό ή όχι πρέπει να είναι αξιόπιστος ως προς την παροχή.

Γενικότερα ένας σταθμός παραγωγής πρέπει να πληροί τα εξής κριτήρια[101]:

- Να τηρείται η εθνική ασφάλεια
- Να προστατεύεται η δημόσια υγεία και ασφάλεια
- Να υπάρχει ασφάλεια των εγκαταστάσεων ως προς το ίδιο το σύστημα και ως προς το δίκτυο στο οποίο παρέχεται η ενέργεια.

- Η ενεργειακή αποδοτικότητα, η οποία πρέπει να είναι σταθερή και να προκύπτει από μετρήσεις του δυναμικού Α.Π.Ε.
- Πρέπει να προκύπτει η ωριμότητα της υλοποίησης του έργου μέσω μελετών.
- Η θέση εγκατάστασης του έργου πρέπει να έχει διασφαλιστεί.
- Πρέπει να προστατεύονται οι πελάτες και να διασφαλίζεται η παροχή υπηρεσιών.
- Τα υβριδικά συστήματα πρέπει να συμμορφώνονται με το Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης. Δηλαδή να οριοθετείται ο χώρος ανάπτυξης των ΑΠΕ έτσι ώστε να προστατεύεται το περιβάλλον.

Εκτός από τις προαναφερόμενες οδηγίες η διαδικασία αδειοδότησης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από υβριδικούς σταθμούς γίνεται σύμφωνα με τα άρθρα 27-30 και το Παράρτημα 3 του ΥΑ. 5707/2007. Με βάση λοιπόν το Άρθρο 27 για τη χορήγηση άδειας πρέπει να υποβάλλεται ενεργειακή μελέτη η οποία θα αναφέρει τον τρόπο λειτουργίας και απόδοσης όλων των συστημάτων του υβριδικού σταθμού ετησίως και για κάθε ώρα κατανομής[101].

Έτσι με βάση το άρθρο απαιτούνται αναλυτικοί πίνακες και διαγράμματα που θα υποδεικνύουν την απορρόφηση ή παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από κάθε υποσύστημα του υβριδικού συστήματος παραγωγής. Οι αναλυτικοί πίνακες θα αφορούν την ωριαία λειτουργία ετησίως.

Τα άρθρα 28 και 29 αφορούν στην επεξεργασία των αιτήσεων και τη γνώμη της ΡΑΕ. Αξίζει να σημειωθεί ότι σύμφωνα με το άρθρο 28 η ηλεκτρική ενέργεια που εισάγεται στο δίκτυο ετησίως πρέπει να ξεπερνάει το 40% της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από τις Α.Π.Ε. του υβριδικού συστήματος[101].

Τέλος, με βάση το Άρθρο 30 η άδεια για υβριδικό σταθμό θα πρέπει να περιλαμβάνει την περιγραφή από τον τύπο και τη διάσταση του κάθε υποσυστήματος του υβριδικού σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και των συστημάτων αποθήκευσης ενέργειας. Στην περιγραφή θα πρέπει να περιλαμβάνονται όλα τα χαρακτηριστικά των συστημάτων αποθήκευσης ενέργειας και το ποσοστό ισχύος των συστημάτων αποθήκευσης ενέργειας.

Επίσης πρέπει να σημειωθεί ότι με βάση το Άρθρο 34 του Ν.3468/2006, το καύσιμο βιοντίζελ που θα χρησιμοποιείται θα θεωρείται βοηθητικό και θα πρέπει να δικαιολογηθεί γιατί πρέπει να χρησιμοποιείται ως εφεδρικό καύσιμο. Άρα μπορεί να

ειπωθεί ότι απαιτείται για τη φόρτιση των συστημάτων μπαταρίας καθώς η ενέργεια του φωτοβολταϊκού χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας[102].

Με βάση λοιπόν τα παραπάνω, υπάρχει η δυνατότητα δημιουργίας υβριδικού σταθμού και χρήσης του εναπομένοντος ντίζελ σε έναν τέτοιο σταθμό για φόρτιση των μπαταριών. Ο σταθμός αυτός με βάση τη νομοθεσία πρέπει να χρησιμοποιείται αποκλειστικά και μόνο για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας τροφοδότησης στο ηλεκτρικό δίκτυο.

Σε περίπτωση που ο σταθμός είναι ισχύος μικρότερη ή ίσης του 1 MWηλεκτρικής ισχύος επειδή χρησιμοποιεί βιοκαύσιμο δεν είναι απαραίτητη η άδεια για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (N.3468/2006, ΦΕΚ.Α'129, αρθ.4 όπως αντικαταστάθηκε από το άρθρο 2, §12 του Ν.3851/2010, ΦΕΚ.Α'85). Σε περίπτωση λειτουργίας αυτόνομου υβριδικού σταθμού χωρίς τροφοδοσία στο κεντρικό δίκτυο, δεν απαιτείται άδεια λειτουργίας όταν η ισχύς είναι μικρότερη των 5MWe. Σε αυτό το σημείο να σημειωθεί ότι δε δύναται η τροποποίηση της αυτόνομης λειτουργίας τους [102].

Επιπλέον με βάση την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2009/28ΕΚ, (καταργούνται οι οδηγίες 2001/77/ΕΚ και 2003/30/ΕΚ) προάγεται η παραγωγή ενέργειας από βιοκαύσιμα με στόχο την αειφορία. Από 01/01/17 οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα πρέπει να μειωθούν τουλάχιστον κατά 50%, ενώ το 2018 πρέπει να μειωθούν επιπλέον 10%. Είναι σημαντικό το βιοντίζελ που χρησιμοποιείται να μην παράγεται από εκτάσεις με υψηλή βιοποικιλότητα και να ακολουθεί τα απαιτούμενα πρότυπα[102].

Με βάση την προαναφερόμενη νομοθεσία στην παρούσα εργασία προτείνεται και ένα καινοτόμο υβριδικό σύστημα το οποίο θα συμβάλλει στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτό το σύστημα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ίδια εξυπηρέτηση του χρήστη χωρίς να υπάρχει παροχή ηλεκτρικής ενέργειας στο κεντρικό δίκτυο, αλλά πολλά οφέλη για τον ίδιο το χρήστη της.

5.3 Εμπόριο και μεταπώληση βιοντίζελ

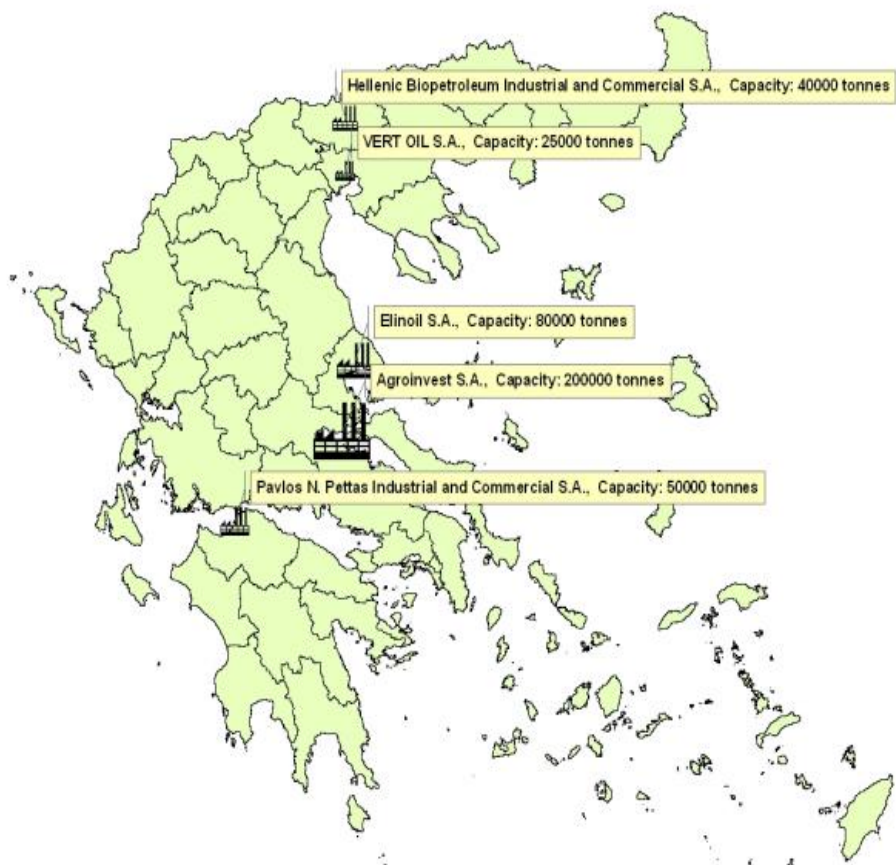
Μια άλλη ενέργεια που θα μπορούσε να γίνει είναι το εμπόριο ή η μεταπώληση βιοντίζελ. Σε αυτό το σημείο αξίζει να γίνει μια σύντομη αναφορά σχετικά με το

βιοντίζελ και την παραγωγή στην Ελλάδα. Από τα δυνητικά βιοκαύσιμα που απαριθμούνται στην οδηγία 2003/30/EK, τα πλέον ελπιδοφόρα για την Ελλάδα είναι το βιοντίζελ και η βιοαιθανόλη, ενώ υπάρχει και κάποιο ενδιαφέρον για το καθαρό φυτικό έλαιο[103].

Το 2004, η κατανάλωση καυσίμων για τις μεταφορές στην Ελλάδα ανερχόταν σε 2.036.000 τόνους ντίζελ και 3.814.000 τόνους βενζίνης (αμόλυβδη και LRP), ενώ δεν κυκλοφορούσαν ή δεν καταναλώνονταν βιοκαύσιμα στην Ελλάδα εκείνη την περίοδο. Η πρώτη εγχώρια μονάδα παραγωγής βιοντίζελ, τη διαχειρίζεται η Ελληνική Βιομηχανική Βιοπετρελαίου και Εμπορική Α.Α. στο Κιλκίς, με ετήσια δυναμικότητα παραγωγής 40.000 τόνων, η οποία ξεκίνησε να λειτουργεί το Δεκέμβριο του 2005[103].

Μια δεύτερη μονάδα παραγωγής βιοντίζελ, η οποία διαχειρίζεται η εταιρεία VERT OIL S.A. στη Θεσσαλονίκη, με ετήσια παραγωγική δυναμικότητα 25.000 τόνων που τέθηκε σε παραγωγή τον Ιούλιο του 2006; ένα τρίτο εργοστάσιο, το οποίο εκμεταλλεύεται ο Βιομηχανικός και Εμπορικός Α.Π. Παύλος Ν. Πέττας, με ετήσια παραγωγική ικανότητα 50.000 τόνων και την ίδια ημερομηνία έναρξης παραγωγής[104].

Ένα τέταρτο εργοστάσιο, με ετήσια δυναμικότητα παραγωγής 200.000 τόνων, από την Agroinvest S.A. στη Φθιώτιδα της κεντρικής Ελλάδας που ξεκίνησε την παραγωγή τον Νοέμβριο του 2006 και ένα πέμπτο με ετήσια παραγωγική ικανότητα 80.000 τόνων, από την Elinoil S.A. στο Βόλο, που άρχισε να λειτουργεί το Δεκέμβριο του 2006.



Εικόνα 5.1. Η πρώτη παραγωγή βιοντίζελ στην Ελλάδα.

Σύμφωνα με τα διαθέσιμα σήμερα δεδομένα, άλλες οκτώ μονάδες παραγωγής βιοντίζελ είναι στην αρχική τους μορφή, στα στάδια σχεδιασμού και κατασκευής: τέσσερα με χωρητικότητα 5.000 τόνων, δύο με χωρητικότητα 11.000 τόνων, ένα με χωρητικότητα 22.000 τόνων και ένα με χωρητικότητα 100.000 τόνων.

Οι πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται από τις παραπάνω μονάδες παραγωγής βιοντίζελ αποτελούνται περίπου το 70-80% από τα εισαγόμενα έλαια (κραμβόσποροι, σπόροι σόγιας κλπ.) και περίπου 30% από εγχώρια έλαια (βαμβακέλαιο, ηλιέλαιο, χρησιμοποιημένο μαγειρικό λάδι κ.λπ.) [104].

Οι προσπάθειες για εντατικοποίηση της εγχώριας ελαιοκαλλιέργειας και ελαιοκράμβησι καλλιέργειες αυξάνονται, ενόψει των εγχώριων πρώτων υλών που υπερβαίνουν τις εισαγωγές. Μπορεί επίσης να εισάγεται βιοντίζελ, τόσο από άλλα κράτη μέλη της ΕΕ όσο και από τις υπονήφιες χώρες (Βουλγαρία, Ρουμανία, Τουρκία) και από τρίτες χώρες, εφόσον η τιμή του βιοντίζελ δεν αυξάνεται υπερβολικά από τα έξοδα μεταφοράς.

Αρχικά, το βιοντίζελ προορίζεται μόνο για ανάμειξη με ντίζελ αυτοκινήτων σε ποσοστό να μην υπερβαίνει το 5% κατ'όγκο. Η κατανομή του καθαρού βιοντίζελ στην αγορά λιανικής θα ακολουθήσει την ανάμειξη με μεγαλύτερο ποσοστό βιοντίζελ στο ντίζελ αυτοκινήτων που προορίζεται για στόλους οχημάτων(π.χ. οχήματα δημόσιας μεταφοράς).

Στη συνέχεια λοιπόν με το Ν. 4062 (ΦΕΚ 70/Α/30.3.2012) ενσωματώνεται η Οδηγία 2009/28 και καταργείται η Οδηγία 2003/30 με το ελάχιστο ποσοστό χρήσης βιοντίζελ σε ντίζελ κίνησης να τίθεται στο 10%. Σε αυτό το ποσοστό επιτρέπεται και η εισαγωγή βιοντίζελ από άλλες χώρες[105].

Μια λοιπόν εναλλακτική διαχείρισης του εναπομένοντος βιοντίζελ είναι να προμηθεύεται σε πρατήρια καυσίμων καθώς υπάρχει μεγάλος μέρος βιοντίζελ που εισάγεται και επίσης όπως προαναφέρθηκε στο μέλλον πρόκειται να υπάρξει μεγαλύτερο ποσοστό ανάμειξης βιοντίζελ με ντίζελ κίνησης. Για αυτό το σκοπό στις επόμενες παραγράφους αναλύεται το θεσμικό πλαίσιο σχετικά με τα βιοκαύσιμα και την εμπορία βιοκαυσίμων και μεταπώληση.

Με βάση το Ν.3423/2005 (ΦΕΚ Α 304/13.12.2005) η παραλαβή καθώς και η διάθεση των βιοκαυσίμων και συγκεκριμένα του βιοντίζελ αυτούσιου που έχει σκοπό να χρησιμοποιηθεί για ανάμειξη με άλλα προϊόντα διύλισης, πρέπει να γίνεται από τα διυλιστήρια και μόνο[105].

Τα διυλιστήρια με τη σειρά τους πρέπει να δέχονται βιοντίζελ μόνο από κατόχους ειδικής άδειας. Ο κάθε κάτοχος ειδικής άδειας έχει το δικαίωμα είτε να κάνει εισαγωγή ή να παράγει ο ίδιος βιοκαύσιμα για να τροφοδοτεί είτε τα διυλιστήρια ή όσους έχουν κατοχή άδειας εμπορίας πετρελαιοειδών κατηγορίας Α. Τα βιοκαύσιμα μπορούν να διατίθενται στην αγορά αυτούσια ή αναμειγμένα μόνο αν πληρούν τις απαιτήσεις του Ανώτατου Χημικού Συμβουλίου. Πιο συγκεκριμένα, η ποιότητα του βιοντίζελ πρέπει να πληροί τα πρότυπα EN590 και EN228[105].

Αρχικά σχετικά με τη διάθεση βιοκαυσίμων ισχύει ο Ν.3054/2002 ο οποίος επέρχεται τροποποιήσεις από τους Ν.3769/2009, 4062/2012, 4093/2012 και 4111/2013. Ο νόμος 3054/2002 (ΦΕΚ 230Α'02.10.2002)αφορά στο θεσμικό πλαίσιο για τα πετρελαιοειδή προϊόντα και την εμπορία τους, καθώς και την οργάνωση της αγοράς πετρελαιοειδών[105].

Επίσης με βάση αυτό το νόμο με το άρθρο 1 του διατυπώνεται ο σκοπός του νομοθετήματος που είναι η ρύθμιση θεμάτων πετρελαϊκής πολιτικής της χώρας και ορίζεται ότι η διύλιση, εμπορία, μεταφορά και αποθήκευση αργού πετρελαίου και πετρελαιοειδών προϊόντων διενεργούνται σύμφωνα με τους κανόνες του νόμου αυτού και εξυπηρετούν το δημόσιο συμφέρον.

Με το άρθρο 2 ορίζεται ότι το κράτος χαράσσει την πετρελαϊκή πολιτική της χώρας προς εξυπηρέτηση του γενικού συμφέροντος στο πλαίσιο του άρθρου 106, παρ. 1, 2 και 3 του Συντάγματος, ενώ σε σχέση με τον μέχρι τότε ισχύοντα Νόμο, ορίζει ότι το κράτος είναι υπεύθυνο για την εύρυθμη λειτουργία της αγοράς πετρελαίου και την εποπτεία τήρησης των κανόνων του υγιούς ανταγωνισμού[105].

Στο άρθρο 3 δίδονται οι αναγκαίοι ορισμοί για την ερμηνεία των διατάξεων του Νόμου, ενώ ορίζονται οι 6 κατηγορίες στις οποίες κατατάσσονται τα προϊόντα διύλισης του αργού πετρελαίου, ελαφρά κλάσματα, μεσαία κλάσματα, βαρέα κλάσματα, άσφαλτος, υγραέρια και άλλα προϊόντα (νάφθα, κωκ, θείο, κήρος κ.λ.π.)[105].

Στο άρθρο 4 προβλέπεται ότι η άσκηση των δραστηριοτήτων διύλισης, εμπορίας, λιανικής εμπορίας, μεταφοράς με αγωγό πετρελαιοειδών προϊόντων και εμφιάλωσης υγραερίων επιτρέπεται μόνον εφόσον έχει χορηγηθεί η αντίστοιχη άδεια. Όλες οι άδειες χορηγούνται με απόφαση του υπουργού Ανάπτυξης, εκτός των αδειών λιανικής εμπορίας πετρελαιοειδών προϊόντων και εμφιάλωσης υγραερίων που χορηγούνται από την Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση. Η χορήγηση των αδειών για κάθε κατηγορία γίνεται με βάση το άρθρο 14 του ίδιου νόμου, όπου θεσπίζεται ο κανονισμός αδειών και ρυθμίζονται οι απαραίτητες προϋποθέσεις και οι επιμέρους λεπτομέρειες από τον υπουργό Ανάπτυξης μετά και από τη γνώμη της Ρ.Α.Ε[105].

Το άρθρο 5 προβλέπει ότι η άδεια διύλισης χορηγείται μόνο σε νομικά πρόσωπα με τη μορφή της ανώνυμης εταιρείας ή άλλης αντίστοιχης μορφής που εδρεύει σε κράτος μέλος της Ε.Ε. και στη συνέχεια, ορίζει ότι ο κάτοχος αυτής της άδειας μπορεί να πωλεί τα προϊόντα του σε κατόχους άδειας εμπορίας, σε προμηθευτικούς συνεταιρισμούς ή κοινοπραξίες πρατηρίων υγρών καυσίμων και υγραερίου κίνησης, σε Μεγάλους Τελικούς Καταναλωτές και στις Ένοπλες Δυνάμεις. Ο κάτοχος της άδειας αυτής έχει τη δυνατότητα να εμπορεύεται αργό πετρέλαιο και άλλα πετρελαιοειδή προϊόντα, ωστόσο θα πρέπει να διαθέτει κατάλληλους αποθηκευτικούς χώρους[105].

Η εναρμόνιση σχετικά με την εισαγωγή βιοκαυσίμων επήλθε με το 3423/2005 (ΦΕΚ 304^Α/13.12.2005) που αφορούσε την εισαγωγή βιοκαυσίμων στην ελληνική αγορά. Ο νόμος 3423/2005 ήταν αυτός που ουσιαστικά όρισε ότι η προμήθεια και η διάθεση βιοντίζελ που αναμιγνύεται με ντίζελ κίνησης πρέπει να γίνεται όπως προαναφέρθηκε από διυλιστήρια ή από τους αρμόδιους που έχουν άδεια εμπορίας κατηγορίας Α'[105].

Στο άρθρο 6 ορίζεται ότι η άδεια εμπορίας αργού πετρελαίου και πετρελαιοειδών προϊόντων χορηγείται σε νομικά πρόσωπα που έχουν τις ίδιες ιδιότητες μ' αυτές των νομικών προσώπων του άρθρου 5. Ο κάτοχος της άδειας αυτής μπορεί να διαθέτει τα προϊόντα του σε όσους έχουν άδεια εμπορίας ή λιανικής εμπορίας ή σε τελικούς καταναλωτές με ίδιους αποθηκευτικούς χώρους. Συγκεκριμένα, στην παράγραφο 4 του άρθρου θεσπίζονται οι κατηγορίες προϊόντων για τις οποίες χορηγούνται ξεχωριστές άδειες, οι οποίες αντικατέστησαν τις κατηγορίες προϊόντων του Ν. 1751/85[105].

Το άρθρο 7 ορίζει ότι η άδεια λιανικής εμπορίας χορηγείται σε φυσικά ή νομικά πρόσωπα οποιασδήποτε μορφής, σε αντίθεση με αυτά που ορίζουν τα άρθρα 5 και 6 του συγκεκριμένου νόμου. Οι κάτοχοι της άδειας λιανικής εμπορίας προμηθεύονται τα προϊόντα τους μόνο από τους κατόχους άδειας εμπορίας και έχουν την αποκλειστική ευθύνη για την διακίνηση και διάθεση των προϊόντων τους σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 17 του νόμου αυτού. Η άδεια διακρίνεται στις εξής επιμέρους κατηγορίες [105]:

- πρατηρίου πώλησης υγραερίων αποκλειστικά για κίνηση οχημάτων.
- μεταπωλητή που προορίζεται για καταναλωτές και
- διανομής εμφιαλωμένου υγραερίου.

Προβλέπεται η δυνατότητα σύστασης προμηθευτικών συνεταιρισμών ή κοινοπραξιών από τους κατόχους αδειών λιανικής εμπορίας πρατηρίων βενζίνης ή υγρών καυσίμων προκειμένου να λάβουν υπουργική άδεια για την απευθείας προμήθεια από τα διυλιστήρια.

Στο ίδιο άρθρο παρουσιάζονται οι απαιτήσεις για την χορήγηση εμπορίας πετρελαιοειδών. Οι απαιτήσεις αυτές διακρίνονται στο ελάχιστο εταιρικό κεφάλαιο, στη διαθεσιμότητα των αποθηκευτικών χώρων και των μεταφορικών μέσων. Σημειώνεται ότι με βάση την παράγραφο 4 του άρθρου 5Α του ν. 3054/2002

που προστίθεται με την περίπτωση 3 αυτός ο οποίος είναι υπεύθυνος για την ποιότητα του βιοκαυσίμου είναι ο κάτοχος άδειας διάθεσης βιοκαυσίμων.

Στη συνέχεια το 2009 τροποποιείται ο νόμος του 2002 (Ν.3054/2002) [106] και τα βιοκαύσιμα μπορούν να προστίθενται στα προϊόντα διύλισης αργού πετρελαίου σε μεγαλύτερο όριο από ότι ορίζονται από τις αποφάσεις του ανώτατου χημικού συμβουλίου, αρκεί να βρίσκονται στο όριο του ανωτάτου χημικού συμβουλίου οι υπόλοιπες προδιαγραφές των μιγμάτων[107].

Με την παραπάνω νομοθεσία θεσπίζονται και άλλα θέματα όπως η ειδική σήμανση που πρέπει να χρησιμοποιείται στα σημεία πώλησης, η ετήσια κατανομή του αυτούσιου βιοντίζελ, η κατανομή, η ποσότητα και τα κριτήρια αξιολόγησης όλων των παραπάνω.

Στη συνέχεια λοιπόν, με βάση τα προαναφερόμενα τίθεται το ερώτημα πώς διατίθεται η άδεια διάθεσης βιοκαυσίμων καθώς μπορεί να θεωρηθεί μια πιθανή διέξοδος εκμετάλλευσης του εναπομένοντος βιοντίζελ. Σύμφωνα με το Ν. 4015/2011, η άδεια λοιπόν μπορεί να δοθεί σε συλλογικές αγροτικές οργανώσεις, σε ανώνυμες εταιρίες και σε εταιρίες περιορισμένης ευθύνης.

Αξίζει να αναφερθεί ότι η Διεύθυνση εποπτείας διαχείρισης πετρελαιοειδών της Γενικής Γραμματείας Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής του Υπουργείου Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής είναι η αρμόδια υπηρεσία για τη χορήγηση της άδειας.

Ωστόσο υπάρχει ένας επιπλέον αριθμός προϋποθέσεων για τη χορήγηση άδειας. Αρχικά η άδεια χορηγείται στους παράγοντες που προαναφέρθηκαν με την προϋπόθεση ότι κατέχουν επίσης άδεια λειτουργίας για μονάδα παραγωγής βιοκαυσίμων. Ή είναι απαραίτητη η ύπαρξη συμβάσεων εν ενεργεία για αγορά αυτούσιων βιοκαυσίμων από μονάδες παραγωγής εντός ή εκτός της Ελλάδος.

Για διάθεση βιοκαυσίμων πρέπει να διατίθεται αποθηκευτικός χώρος με όγκο παραπάνω από 100 m³, αλλιώς δεν μπορεί να δοθεί η άδεια. Η άδεια διάθεσης βέβαια συνήθως χορηγείται σε διυλιστήρια.

Ο κάτοχος της άδειας έχει το δικαίωμα είτε να προβεί ο ίδιος σε παραγωγή ή να εισάγει αυτούσια τα βιοκαύσιμα, τα οποία τα διαθέτει σε κατόχους εμπορίας πετρελαιοειδών κατηγορίας Α' ή τα διαθέτει εντός της Ελλάδος σε καταναλωτές ή σε κατόχους άδειας διύλισης[107].

Η διαθεσιμότητα των μεταφορικών μέσων (βυτιοφόρα οχήματα ή πλωτά μέσα) θα πρέπει να εξασφαλίζουν την ομαλή τροφοδοσία της αγοράς και την ομαλή και συνεχή διακίνηση μέρους των προϊόντων που εμπορεύεται ο κάτοχος της άδειας. Με απόφαση των υπουργών Ανάπτυξης και Μεταφορών και Επικοινωνιών ή προκειμένου για ναυτιλιακά καύσιμα των υπουργών Ανάπτυξης και Εμπορικής Ναυτιλίας, ρυθμίζεται η σχέση του όγκου πωλήσεων με τον αριθμό και τη δυναμικότητα των Ι.Χ. βυτιοφόρων οχημάτων ή πλωτών μέσων που δύνανται να έχει στην κατοχή του ο κάτοχος της άδειας, το ειδικό σήμα και κάθε άλλο σχετικό θέμα.

Σε περίπτωση όμως των υγρών βιοκαυσίμων ή των βιορευστών που πρόκειται να αναμιχτούν με προϊόντα διύλισης, αυτά διατίθενται μόνο σε κατόχους άδειας εμπορίας και σε κατόχους άδειας διύλισης. Επίσης επισημαίνεται ότι ο κάτοχος άδειας διάθεσης βιοκαυσίμων δεν απαλλάσσεται από άλλες προβλεπόμενες άδειες ή εγκρίσεις που είναι απαραίτητες από την κείμενη νομοθεσία[107].

Σύμφωνα με το Άρθρο 6 του Ν.3054 την άδεια εμπορίας μπορεί να την πάρουν μόνο νομικά πρόσωπα τα οποία είναι ανώνυμη εταιρία ή έχουν άλλη εταιρία άλλης μορφής και εφόσον έχουν έδρα κράτος-μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Ο κάθε κάτοχος άδειας εμπορίας έχει το δικαίωμα με βάση τη νομοθεσία να διαθέτει τα πετρελαιοειδή προϊόντα σε κατόχους άδειας εμπορίας, στους τελικούς καταναλωτές και ακόμα σε μεγάλους τελικούς καταναλωτές.

Ο κάτοχος άδειας εμπορίας έχει την ευθύνη για τον τρόπο με τον οποίο θα διαθέσει τα προϊόντα του καθώς θα πρέπει να εξασφαλίσει την ποιότητά τους κατά τη διάρκεια αποθήκευσης των καυσίμων, να είναι σίγουρος για την ασφάλεια των εγκαταστάσεων, την προστασία του περιβάλλοντος αλλά και για την ορθή τιμολόγηση (διαφάνεια).

Σχετικά με την άδεια εμπορίας, ισχύει για όλη την επικράτεια. Ακόμα χορηγείται με βάση τη νομοθεσία ξεχωριστή άδεια ανάλογα με τον τύπο του καυσίμου. Σύμφωνα με την παράγραφο 4 του Ν.3054/2002 υπάρχουν ξεχωριστές άδειες εμπορίας για τα ναυτιλιακά και τα αεροπορικά καύσιμα, το υγραέριο και την άσφαλτο. Επίσης ξεχωριστή άδεια χορηγείται για αφορολόγητα ναυτιλιακά καύσιμα και αφορολόγητα αεροπορικά καύσιμα.

Όπως προαναφέρθηκε για την εμπορία βιοκαυσίμων απαιτείται η άδεια κατηγορίας Α, η οποία όμως για να εκδοθεί το νομικό πρόσωπο είναι απαραίτητο να έχει εταιρικό κεφάλαιο 2.000.000 ευρώ, σύμφωνα με το Ν. 3054/2002 παρ.5(α). Επιπλέον θα πρέπει να διατίθενται με αποδεικτικά στοιχεία, αποθηκευτικοί χώροι οι οποίοι πρέπει να είναι ιδιόκτητοι ή μισθωμένοι ή να έχει γίνει παραχώρηση για αποκλειστική χρήση. Τόσο η μίσθωση όσο και η παραχώρηση πρέπει να ισχύουν για τη χρονική διάρκεια που ισχύει και η άδεια εμπορίας και να υπάρχει απόδειξη εγγράφως[107].

Πιο αναλυτικά για τους αποθηκευτικούς χώρους, αυτοί πρέπει να διαθέτουν τον κατάλληλο τεχνικό εξοπλισμό και επίσης την κατάλληλη δυναμικότητα. Σε περίπτωση που η μεταφορά γίνεται κατευθείαν στο διυλιστήριο θα πρέπει να υπάρχουν οι κατάλληλοι αγωγοί ή να υπάρχει κοντά θάλασσα ή σιδηροδρομικός σταθμός για την ασφαλή και γρήγορη μεταφορά των καυσίμων. Όταν λοιπόν αφορά για άδεια κατηγορίας Α' απαιτείται απαραίτητως ελάχιστος όγκος χώρου αποθήκευσης, 13.000m³.

Ένα τρίτο καθοριστικό στοιχείο που πρέπει να διαθέτει ένα νομικό πρόσωπο που θέλει να πάρει την άδεια εμπορίας είναι να διαθέτει μεταφορικά μέσα (βυτιοφόρα οχήματα ή πλωτά μέσα)έτσι ώστε να εξασφαλίζεται ότι θα πραγματοποιηθεί η τροφοδοσία της αγοράς με ομαλό τρόπο για να γίνεται συνεχής διακίνηση των προϊόντων. Επιπλέον σε κάθε αποθηκευτικό χώρο θα πρέπει να τηρούνται αποθέματα σε ποσοστό 5/365 ημερών.

Σε αυτό το σημείο σημειώνεται ότι αρχικά με βάση το Ν.3054/2002 δεν είχαν συμπεριληφθεί στην άδεια εμπορίας και τα βιοκαύσιμα, αλλά με την υπουργική απόφαση υπ' αριθ. Δ2/16570/7.9.2005 που τροποποιεί τον «Κανονισμό Αδειών» (ΦΕΚ 1306/Β/16.9.2005) προστίθενται και τα βιοκαύσιμα[108].

Μια σημαντική προϋπόθεση άδειας εμπορίας είναι η συνεχής τροφοδότηση της αγοράς, όπως ορίζεται από τη νομοθεσία. Όπως προαναφέρθηκε μαζί με τον έμπορο λιανικής ευθύνεται κατά τις διατάξεις του Άρθρου 17 τόσο για την ποσότητα όσο και για την ποιότητα των καυσίμων.

Ακόμα με βάση την υπουργική απόφαση υπ' αριθ. Δ2/16570/7.9.2005 και το Παράρτημα 9 για την εμπορία των βιοκαυσίμων απαιτείται πιστοποιητικό ISO 9000, το οποίο πρέπει να ισχύει καθόλη τη διάρκεια ισχύος της άδειας και θα πρέπει οπωσδήποτε να ανανεώνεται 30 ημέρες πριν τη λήξη της άδειας.

Με βάση λοιπόν τα προαναφερόμενα το εμπόριο βιοντίζελ είναι εφικτό μόνο εφόσον προσφέρεται μια σταθερή ποσότητα βιοντίζελ στην αγορά και εξασφαλίζονται όλα οι σχετικές προϋποθέσεις με βάση τη νομοθεσία, όσον αφορά στην ποιότητα, αποθήκευση, κ.ά. Άρα θα χρειάζονταν η προμήθεια και η εισαγωγή πολλών κυβικών βιοντίζελ για να υπάρχει ασφάλεια στην ποσότητα.

Ένα ωστόσο σημαντικό θέμα που δημιουργεί ερωτήματα είναι η ποιότητα του βιοντίζελ και εάν η εναπομένουσα ποσότητα θα μπορούσε να λάβει το πιστοποιητικό ISO. Όπως προαναφέρθηκε σε προηγούμενα κεφάλαια το ντίζελ που απομένει χάνει τις ιδιότητές του και για αυτό πρέπει να περνάει από ποιοτικό έλεγχο ξανά.

Σε μια άλλη περίπτωση θα μπορούσε να ληφθεί υπόψη ο Ν.3423/2005 και να διατεθεί το εναπομένον αυτούσιο βιοντίζελ, στην περίπτωση που θεωρηθεί ότι η γεννήτρια λειτουργεί μόνο με αυτούσιο βιοντίζελ, καθώς μόνο ένας ελάχιστος αριθμός σύγχρονων γεννητριών λειτουργεί με αυτούσιο βιοντίζελ[108].

Συνοπτικά, ο κάτοχος της άδειας μπορεί να είναι είτε παραγωγός ή να είναι εισαγωγέας αυτούσιων βιοκαυσίμων τα οποία μπορεί να τα προμηθεύει στα διυλιστήρια ή σε κατόχους εμπορίας πετρελαιοειδών Α κατηγορίας, με στόχο να αναμιγνύονται με συμβατικά καύσιμα. Επίσης μπορούν να διατίθενται εξαρχής σε μίγματα με συμβατικά καύσιμα. Αξίζει να σημειωθεί ότι μέχρι το 2007 υπήρχε και αποφορολόγηση, με πιθανή πλήρη φορολόγηση μετά.

Το 2012 με το Ν. 4062/2012πραγματοποιείται κατάργηση της Οδηγίας 2003/30 και πλέον τα βιοκαύσιμα τα οποία διακινούνται στην αγορά θα πρέπει να ορίζονται από ένα σύστημα παρακολούθησης αειφορίας βιοκαυσίμων και να ακολουθούν τα κριτήρια της Οδηγίας 2009/30.

Η Οδηγία 2009/30 με τη σειρά της ενσωματώνεται σύμφωνα με τον Ν. 4062/2012). Εκτός από τις περιβαλλοντικές προδιαγραφές για τη βενζίνη και το ντίζελ δίνει τη δυνατότητα να υπάρξουν πρόσθετα του Μη μέχρι το έτος 2014, αυτό που είναι σημαντικό είναι ότι συμπεριλαμβάνονται τα κριτήρια αειφορίας των βιοκαυσίμων και η προσπάθεια μείωσης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.

Συμπερασματικά, εκτός από την άδεια εμπορίας και το ISO πλέον πρέπει τα βιοκαύσιμα που διατίθενται στην αγορά να διαθέτουν και τα κριτήρια αειφορίας. Για τα κριτήρια αειφορίας θα πρέπει να υπάρχει απόδειξη ότι πληρούνται, σύμφωνα με το Άρθρο 20, παρ.1 του Ν.4062/2012. Αυτά τα κριτήρια είναι σημαντικά καθώς έχουν τεθεί κάποιοι εθνικοί στόχοι σύμφωνα με το Άρθρο 11 του Ν. 3468/2006. Οι

υποχρεώσεις και οι στόχοι αφορούν την παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας[108].

Σύμφωνα με την Παράγραφο 2, Άρθρο 3 του Ν.4062/2012 υποχρεωμένοι να έχουν πιστοποιητικό αειφορίας είναι όλοι οι οικονομικοί φορείς οι οποίοι εμπλέκονται είτε σε ένα ή περισσότερα στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας των βιοκαυσίμων. Επιπλέον τα βιοκαύσιμα πρέπει να πληρούν τα κριτήρια του Ν.4062/2012, όπως διατυπώνονται στο Άρθρο 20, παρ. 2-5. Για να το αποδείξουν αυτό πρέπει να σχεδιαστεί ένα ισοζύγιο μάζας σύμφωνα με το Άρθρο 5 του οικ.175700/14.04.2016 ΚΥΑ, (ΦΕΚ Β'1212).

Ωστόσο πριν γίνει αναφορά στο πιστοποιητικό ισοζυγίου μάζας θα γίνει σύντομη αναφορά στα κριτήρια αειφορίας. Τα κριτήρια αειφορίας και το θεσμικό πλαίσιο που τα διέπει είναι σημαντικά να αναφερθούν καθώς θα επιτρέψει να εξαχθεί το συμπέρασμα αν το ίδιο το εναπομένον βιοντίζελ υπάρχει περίπτωση να τα πληροί.

Αρχικά, το προϊόν το οποίο διακινείται ως βιοκαύσιμο θα πρέπει τα αέρια που παράγονται κατά την καύση του να παράγουν μέγιστη τιμή εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου έως 35% των συνολικών αερίων εκπομπών. Τα παραπάνω όρια ίσχυαν πριν την 01/01/17. Από 1^η Ιανουαρίου του 2017 η μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου, πρέπει να είναι πάνω από 50%. Ενώ σημειώνεται ότι το 2018 το ποσοστό αυτό ανέρχεται σε 60%.

Επιπλέον τα βιοκαύσιμα για να ειπωθεί ότι συμβάλλουν στην αειφορία δεν πρέπει να προέρχονται από πρώτες ύλες οι οποίες έχουν προέλευση εδάφη υψηλής αξίας βιοποικιλότητας ή είναι υπό καθεστώς προστασίας. Τέτοιες περιοχές είναι κυρίως δασικές εκτάσεις και οικοσυστήματα υπό προστασία.

Ακόμα τα βιοκαύσιμα που διακινούνται δεν πρέπει να προέρχονται από εκτάσεις οι οποίες είχαν χαρακτηριστεί τυρφώνες (βαλτώδεις εκτάσεις) από τον Ιανουάριο του 2008. Στην περίπτωση που αποδειχθεί ότι η πρώτη ύλη δεν προήλθε από εκτάσεις που είχαν υποστεί αποξήρανση μη αποξηραμένου εδάφους, τότε μπορούν τα βιοκαύσιμα να προέρχονται από τυρφώνες από τον Ιανουάριο του 2008.

Όπως προαναφέρθηκε για την απόδειξη της αειφορίας πρέπει να χρησιμοποιείται ένα ισοζύγιο μάζας το οποίο:

α) πρώτες ύλες ή βιοκαύσιμα με διαφορετικά χαρακτηριστικά αειφορίας επιτρέπεται να αναμιχτούν.

β) τα χαρακτηριστικά αειφορίας θα πρέπει να είναι ίδια για όλα τα δείγματα που αναμιγνύονται και για όλες τις παρτίδες των βιοκαυσίμων.

Το πιστοποιητικό αειφορίας αποτελεί μια από τις σημαντικότερες εξελίξεις στις αγορές βιοκαυσίμων και αποτέλεσε αντικείμενο αυστηρών κανονισμών, με ιδιαίτερη έμφαση στον κύκλο ζωής των εκπομπών του αερίου του θερμοκηπίου, συγκρίνοντας τις επιδόσεις των βιοκαυσίμων με τα αντίστοιχα ορυκτά τους.

Οι κύριες πρωτοβουλίες πιστοποίησης βιοκαυσίμων πραγματοποιήθηκαν στην ΕΕ και στις ΗΠΑ [109]. Οι νομοθεσίες που εγκρίθηκαν κατά τη διάρκεια του 2007 και του 2013, είχαν διαφορετικές περιβαλλοντικές, οικονομικές και κοινωνικές πτυχές που έχουν αναλάβει την παραγωγή και το εμπόριο βιοκαυσίμων, συμπεριλαμβανομένων των έμμεσων επιπτώσεων της παραγωγής.

Ενώ υπήρχε συναίνεση ως προς την ανάγκη βιωσιμότητας στα βιοκαύσιμα, η παραγωγή και η χρήση βιοκαυσίμων είναι ένα σύνθετο σύστημα, το οποίο μπορεί να υποδιαιρεθεί σε διάφορα στάδια [110]. Αυτά περιλαμβάνουν την καλλιέργεια, τη συγκομιδή, τη μεταφορά, την αποθήκευση, την επεξεργασία και τη διανομή στους αναμικτήρες καυσίμων και στους τελικούς χρήστες.

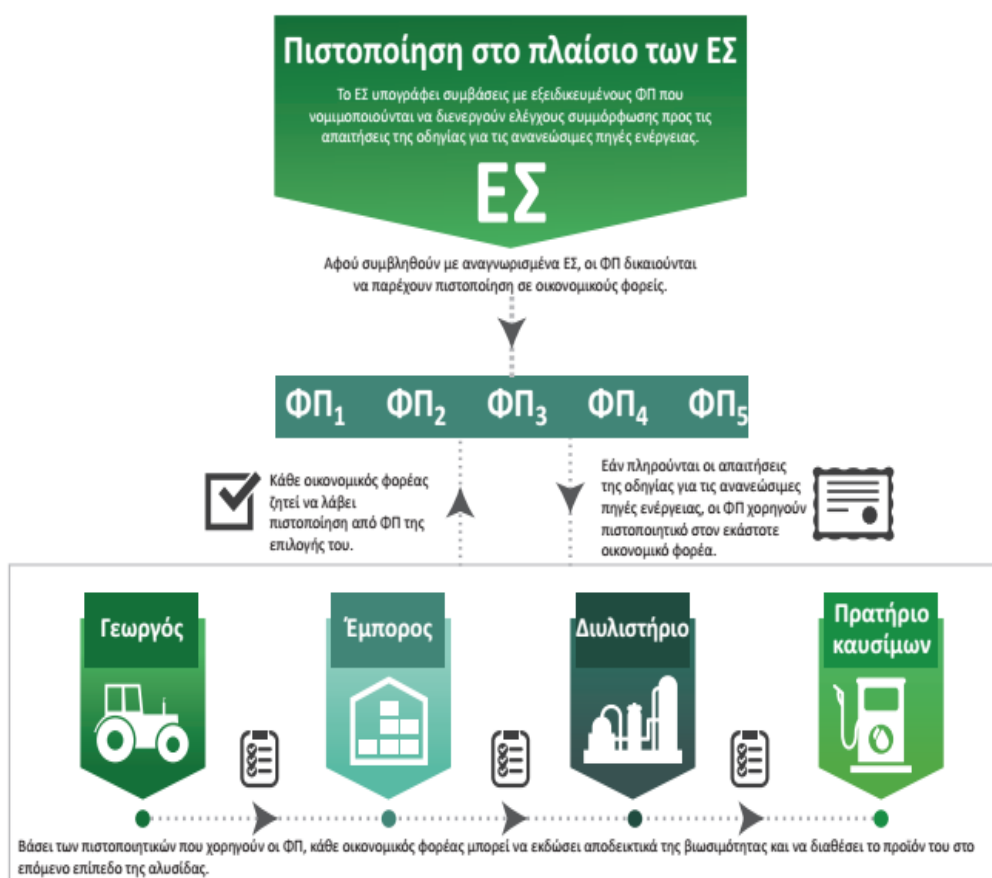
Κάθε προσπάθεια που αναζητά βιωσιμότητα απαιτεί πληροφορίες από όλα αυτά τα βήματα στην αλυσίδα παραγωγής. Οι λεπτομέρειες σχετικά με τις διαδικασίες πιστοποίησης και το κόστος ήταν σε μεγάλο βαθμό άγνωστες μέχρι τη στιγμή που η οδηγία RES εγκρίθηκε στην ΕΕ τον Απρίλιο του 2009. Οι υπεύθυνοι για τη χάραξη πολιτικής και οι ιδιωτικοί φορείς σε επίπεδο κρατών μελών στην ΕΕ είχαν 20 μήνες για να συμμορφωθούν με την οδηγία.

Για την εμπορία λοιπόν, αλλά και τη μεταπώληση βιοκαυσίμων είναι απαραίτητο να υπάρχουν τα πιστοποιητικά αειφορίας και ισοζυγίου μάζας, σύμφωνα με την 175700/14.04.2016 ΚΥΑ, ΦΕΚ Β' 1212.

Μόνον τα βιώσιμα βιοκαύσιμα μπορούν να λαμβάνονται υπόψη για την επίτευξη του στόχου του 10% στις μεταφορές. Είναι ευθύνη των κρατών μελών, αφενός, να διασφαλίζουν ότι οι ποσότητες που δηλώνονται τεκμηριώνονται με έγκυρα πιστοποιητικά και, αφετέρου, να συγκεντρώνουν και να υποβάλλουν τα εν λόγω στοιχεία στη Eurostat.

Προκειμένου να εξασφαλίζεται η βιωσιμότητα των βιοκαυσίμων που διατίθενται στην αγορά της ΕΕ, τα κράτη μέλη πρέπει να ζητούν από τους οικονομικούς φορείς που συμμετέχουν στην αλυσίδα εφοδιασμού με βιοκαύσιμα να αποδεικνύουν ότι πληρούνται τα κριτήρια βιωσιμότητας. Οι οικονομικοί φορείς αποδεικνύουν ότι τα φορτία βιοκαυσίμων τους συμμορφώνονται με τα κριτήρια βιωσιμότητας είτε με την πλήρωση των απαιτήσεων των εθνικών συστημάτων ελέγχου είτε με τη χρήση εθελοντικών συστημάτων αναγνωρισμένων από την Επιτροπή.

Στην Εικ.



Εικόνα 5.2. Συμμετέχοντες πιστοποίησης είτε διάθεσης ή εμπορίου βιοντίζελ κίνησης σύμφωνα με την Οδηγία της ΕΕ και την Ελληνική νομοθεσία[109].

Όπως απεικονίζεται στην Εικ.4.3 ο φορέας που παράγει βιομάζα ή βιοκαύσιμα καταβάλλει έξοδα πιστοποίησης στον οργανισμό πιστοποίησης και τέλη στο εθελοντικό καθεστώς, και λαμβάνει πιστοποιητικό που φέρει το λογότυπο του εθελοντικού καθεστώτος.

Κάθε οικονομικός φορέας που δραστηριοποιείται στην αλυσίδα της καλλιέργειας και μετατροπής της βιομάζας σε βιοκαύσιμα πρέπει να παρέχει στους αγοραστές

βιομάζας ή βιοκαυσίμων πληροφορίες σχετικά με το πιστοποιητικό που απέκτησε και τα χαρακτηριστικά βιωσιμότητας των παρεχόμενων προϊόντων του. Επομένως στην περίπτωση που είναι επιθυμητό να γίνει εμπόριο του εναπομένοντος βιοντίζελ πρέπει να γίνει ποιοτικός έλεγχος αυτού ώστε να πληροί τα κριτήρια βιωσιμότητας.

Το πιστοποιητικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε όλες τις περιπτώσεις διακίνησης του βιοντίζελ. Όταν ένας οικονομικός φορέας έχει λάβει πιστοποίηση από αναγνωρισμένο εθελοντικό σύστημα, το κράτος μέλος μπορεί να μην ζητήσει περαιτέρω αποδεικτικά στοιχεία για τη συμμόρφωση με τα κριτήρια βιωσιμότητας.

Επομένως, ένα πιστοποιητικό που εκδίδεται από αναγνωρισμένο εθελοντικό σύστημα είναι έγκυρο σε όλα τα κράτη μέλη της ΕΕ. Τα αναγνωρισμένα εθελοντικά συστήματα πιστοποιούν τη βιομάζα που παράγεται στην ΕΕ, αλλά και εκείνη που εισάγεται από τρίτες χώρες.

5.3.1 Εξαγωγή του εναπομένοντος καυσίμου βιοντίζελ

Μια άλλη εναλλακτική που θα μπορούσε να συζητηθεί είναι η εξαγωγή του βιοντίζελ σε άλλες χώρες, εκτός Ελλάδος. Για το λόγο αυτό στις επόμενες παραγράφους αναφέρεται συνοπτικά η νομοθεσία που αφορά το εμπόριο στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Το 2014, περίπου το 26% του βιοντίζελ που καταναλώνεται στην ΕΕ ήταν εισαγόμενο. Η Μαλαισία ήταν η κυριότερη χώρα εξαγωγής για το βιοντίζελ. Η Μαλαισία συμμετέχει στο διακανονισμό της ΕΕ για την αειφόρο ανάπτυξη και την ορθή διακυβέρνηση. Ενώ οι μεγαλύτεροι εξαγωγείς πρώτων υλών για την παραγωγή βιοντίζελ στην ΕΕ είναι η Ινδονησία και η Μαλαισία (φοινικέλαιο), η Βραζιλία και οι ΗΠΑ (σόγια) [111].

Σε αυτό το σημείο αξίζει να σημειωθεί ότι περισσότερο από το 50% του βιοντίζελ που καταναλώνεται στην ΕΕ παράγεται από κραμβέλαιο ενώ η χρήση των χρησιμοποιημένων ορυκτελαίων και λιπαρών ουσιών, αλλά και του φοινικέλαιου, έχει αυξηθεί σημαντικά από το 2010 σύμφωνα με δεδομένα βιομηχανίας, με περισσότερο από 60% βιοντίζελ που καταναλώθηκε στην ΕΕ προήλθε από πηγές της ΕΕ.

Σύμφωνα με στοιχεία της Eurostat, το 2014 η συνολική ποσότητα βιοκαυσίμων που χρησιμοποίηθηκε στην Ευρωπαϊκή Ένωση ανήλθε σε 14.370 χιλιάτονους ισοδύναμου πετρελαίου, χΤΠΠ, οι οποίοι περιλάμβαναν 11.367 χΤΠΠ βιοντίζελ (περίπου το 4 % των συνολικών καυσίμων μεταφορών) και 2 637 χΤΠΠ βιοβενζίνης (περίπου το 0,9 % των συνολικών καυσίμων μεταφορών).

Από τα πλέον πρόσφατα στοιχεία που δημοσίευσε η Επιτροπή προκύπτει ότι το 2012, το 79 % του βιοντίζελ που καταναλώθηκαν στην ΕΕ είχαν παραχθεί εντός της ΕΕ. Οι εισαγωγές προέρχονταν πρωτίστως από την Αργεντινή και την Ινδονησία στο βιοντίζελ.

Στην Ευρώπη και παγκόσμια οι πολιτικές για την προώθηση των βιοκαυσίμων κατηγοριοποιούνται σε τρεις μεγάλες ομάδες με διάφορες υποκατηγορίες [108,109]:

- Προώθηση της εγχώριας κατανάλωσης, συμπεριλαμβανομένων:
 - Εντολές κατανάλωσης
 - Κίνητρα, όπως φορολογικές απαλλαγές για τα βιοκαύσιμα ή κίνητρα που προωθούν τα οχήματα με καύσιμα
- Προώθηση της εγχώριας παραγωγής, συμπεριλαμβανομένων:
 - Εντολές παραγωγής
 - Επενδυτική στήριξη, όπως οι εγγυήσεις δανείων και πιστώσεις φόρου για εγκαταστάσεις και έρευνα-ανάπτυξη για τα βιοκαύσιμα.
 - Υποστήριξη τροφοδοσίας
 - Φορολογικά κίνητρα
- Εμπορικά μέτρα, όπως:
 - Προστατευτικές ενέργειες, όπως τιμολόγια εισαγωγής
 - Μέτρα για την αποφυγή εξαγωγών, όπως τα τιμολόγια εξαγωγής

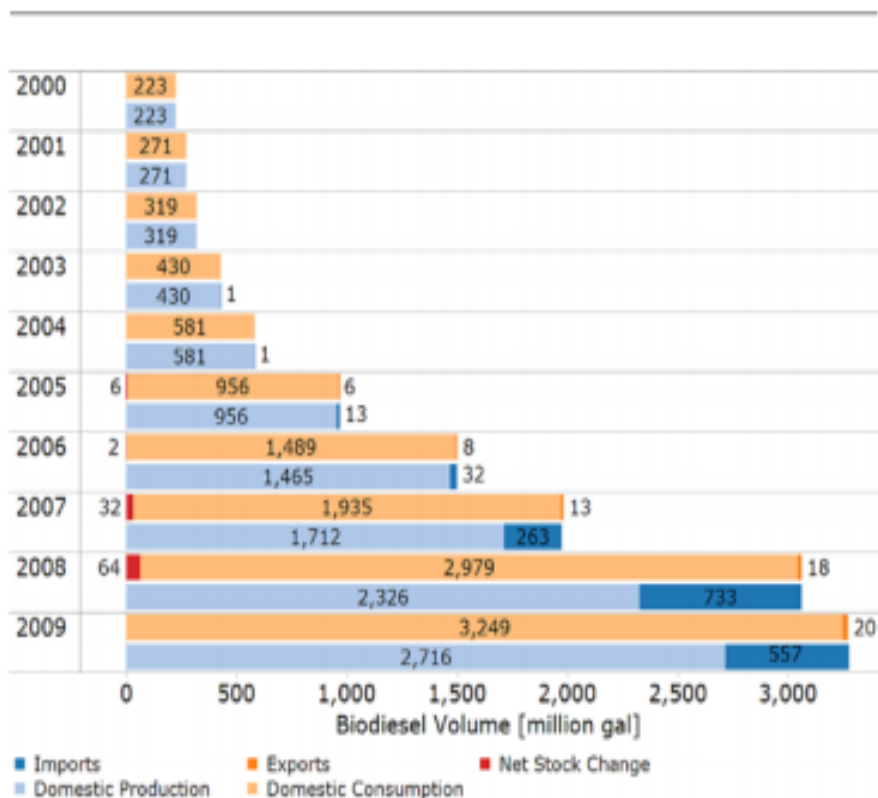
Άρα σε αυτήν την περίπτωση της εξαγωγής η χώρα εξαγωγής θα πρέπει να είναι κατά κύριο λόγο εντός της ΕΕ. Όλοι αυτοί οι τύποι πολιτικής έχουν χρησιμοποιηθεί για να επηρεάσουν το εμπόριο των βιοκαυσίμων μεταξύ των μεγάλων χωρών. Κάποιες από τις πιο σημαντικότερες πολιτικές που ισχύουν είναι οι Οδηγίες της ΕΕ για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας για την ενέργεια (Renewable Energy Directives) και των διεθνών τιμολογίων [109].

Οι πολιτικές αυτές επηρεάζουν σε σημαντικό βαθμό. Για παράδειγμα, το RED έχει προκαλέσει πολύ περισσότερη ζήτηση για εισαγωγές βιοντίζελ στην ΕΕ ενώ η τιμή για το βιοντίζελ στις Ηνωμένες Πολιτείες δεν ήταν ανταγωνιστική με ντίζελ πετρελαίου. Σε αυτό το σημείο αξίζει να αναφερθεί η πολιτική της ΕΕ για τη διακίνηση των βιοκαυσίμων.

Η ΕΕ υπήρξε σημαντικός καταναλωτής τόσο του βιοντίζελ όσο και της αιθανόλης από το 2003, και η αποδοχή του RED το 2009 αύξησε μόνο την παραγωγή και την κατανάλωση βιοκαυσίμων. Το RED απαιτεί ανανεώσιμη ενέργεια 10% μερίδιο στον τομέα των μεταφορών μέχρι το 2020 και περιγράφεται κριτήρια βιωσιμότητας, τα οποία περιλαμβάνουν την αλλαγή της χρήσης γης και αποταμίευση αερίων θερμοκηπίου (GHG)[109].

Εκτός από το πρόγραμμα RED η Οδηγία της ΕΕ για την ποιότητα των καυσίμων δημιούργησε επίσης απαιτήσεις για χρήση ανανεώσιμων καυσίμων - συμπεριλαμβανομένης της μείωσης κατά 6% τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου που σχετίζονται με τις μεταφορές και τα υπαγορευμένα καύσιμα ποιότητας.

Τα τεχνικά πρότυπα των καυσίμων για την ποιότητα σε συνδυασμό με τις απαιτήσεις της βιωσιμότητας ενδέχεται να αυξήσουν τα εμπόδια στο εμπόριο, αλλά ταυτόχρονα αυξάνουν τη συνέπεια στην ποιότητα των καυσίμων και παρέχουν ασφάλεια για τους παραγωγούς και τους καταναλωτές[109].



Εικόνα 5.3. Εμπόριο και διακίνηση βιοντίζελ στην ΕΕ[109].

Επί του παρόντος, εξετάζεται μόνο η άμεση αλλαγή χρήσης γης και οι δύο κανονισμοί, αλλά οι μελλοντικές αναθεωρήσεις ενδέχεται να περιλαμβάνουν και έμμεσες αλλαγές στη χρήση γης.

Αυτές οι αλλαγές θα μπορούσαν να περιορίσουν σημαντικά τις πηγές βιομάζας που εξετάζονται ως βιώσιμες και τις απαιτήσεις του RED, οι οποίες θα μπορούσαν να έχουν μεγάλες συνέπειες για την εισαγωγή και το εμπόριο βιοκαυσίμων στην ΕΕ. Η υπό εξέταση ισχύουσα νομοθεσία προτείνει ότι μόνο το 5% της συνολικής ενέργειας μεταφοράς της ΕΕ επιτρέπεται να προέρχεται από βιοκαύσιμα με βάση την καλλιέργεια.

Η πολιτική αυτή θα περιόριζε σοβαρά την αύξηση των εισαγωγών στην ΕΕ βιοντίζελ καθώς περίπου το 4,5% της συνολικής ενέργειας μεταφοράς από την ΕΕ προέρχεται από τα βιοκαύσιμα με βάση τα φυτικά τρόφιμα.

Ωστόσο, μπορεί να οδηγήσει σε ταχύτερη ανάπτυξη βιοκαυσίμων που δεν χρησιμοποιούν καλλιεργούμενα εδάφη και της εγκαθίδρυσης μεγάλης κλίμακας προηγμένου εμπορίου βιοκαυσίμων[109].

Παρά την υψηλή παραγωγή βιοντίζελ στο εσωτερικό της ΕΕ, πρέπει να εισάγονται μεγάλες ποσότητες βιοντίζελ στην ΕΕ και να αναπτύσσεται υψηλό επίπεδο εμπορίου μεταξύ των μελών της ΕΕ (Εικ. 4.2). Επί του παρόντος, τα μέλη της ΕΕ είναι οι κύριοι καταναλωτές βιοντίζελ. Εκτός αν υπάρχουν σημαντικές αλλαγές στις απαιτήσεις βιωσιμότητας των βιοκαυσίμων, οι υψηλές εισαγωγές βιοκαυσίμων είναι πιθανό να συνεχιστούν λόγω ισχυρών εντολών για μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και αδυναμίας παροχής βιοκαυσίμων εντός της ΕΕ.

Με βάση τη νομοθεσία της ΕΕ για να είναι ένα βιοκαύσιμο αποδεκτό σε οποιαδήποτε αγορά πρέπει να πληροί τα εξής κριτήρια[109]:

Πρώτον, η εξοικονόμηση εκπομπών αερίων θερμοκηπίου από τη χρήση βιοκαυσίμων πρέπει να είναι τουλάχιστον 35% σε σύγκριση με τα ορυκτά καύσιμα, αυξάνοντας με την πάροδο του χρόνου στο 50% από το 2017 και μετά, έως 60% από το 2018 και μετά. Με την Ευρωπαϊκή νομοθεσία έχει εναρμονιστεί και η Ελληνική νομοθεσία.

Δεύτερον, τα βιοκαύσιμα δεν πρέπει να προέρχονται από πρώτες ύλες που καλλιεργούνται σε γη με υψηλή αξία βιοποικιλότητας. Τελικό, και το σημαντικότερο, τα παραπάνω κριτήρια βιωσιμότητας ισχύουν για τις πηγές πρώτης ύλης εντός και εκτός της ΕΕ. Εν ολίγοις, στη συζήτηση που ξεκίνησε το 2007 και κορυφώθηκε με την έγκριση της οδηγίας για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, τα αυστηρά κριτήρια βιωσιμότητας υποστηρίζονται για την παραγωγή των βιοκαυσίμων και έτσι κατόρθωσε να οδηγήσει στην αυστηρότητα του εγχώριου ρυθμιστικού πλαισίου της ΕΕ.

Συμπεράσματα

Σήμερα τα ασύρματα και τα κινητά τηλεπικοινωνιακά δίκτυα είναι πολύ δημοφιλή κυρίως λόγω της ικανότητά τους να παρέχουν ραδιοφωνική κάλυψη σε μια ευρεία γεωγραφική περιοχή. Αυτό, ειδικότερα, είναι πρακτικό για τηλεπικοινωνιακές εφαρμογές εξ αποστάσεως όπου, μέσω της εγκατάστασης των Σταθμών Βάσης (BS), μπορεί να επιτευχθεί η ανάπτυξη ασύρματων και κινητών τηλεπικοινωνιακών δικτύων.

Σήμερα, η πλειοψηφία των σταθμών για την παροχή ενέργειας χρησιμοποιεί γεννήτριες ντίζελ. Ωστόσο γίνεται και μια προσπάθεια για ανάπτυξη υβριδικών σταθμών βάσης και ήδη κάποιες εταιρίες έχουν συμπεριλάβει συστήματα φωτοβολταϊκών. Τα συστήματα των φωτοβολταϊκών λειτουργούν την ημέρα, ενώ οι γεννήτριες λειτουργούν εφεδρικά το βράδυ. Πλέον με στόχο την κυκλοφορία αειφόρων καυσίμων, με βάση την ΕΕ στις γεννήτριες προστίθεται και ποσότητα βιοντίζελ. Η ποσότητα αυτή είχε οριστεί στο 6%, μέχρι το 2017 έπρεπε να είναι στο 10%.

Ένα σημαντικό πρόβλημα το οποίο αντιμετωπίζουν πολλές εταιρίες χρήσης ασύρματων σταθμών βάσης είναι η μη ορθή διαχείριση του εναπομένοντος καυσίμου. Πολλές γεννήτριες παραμένουν εκτός λειτουργίας ή το καύσιμο βιοντίζελ παραμένει αποθηκευμένο για μεγάλο χρονικό διάστημα με αποτέλεσμα να χάνει τις ιδιότητές του. Στόχος λοιπόν της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση της επικείμενης νομοθεσίας, με στόχο την ορθή διαχείριση του εναπομένοντος βιοντίζελ, αλλά και η θεωρητική διερεύνηση τρόπων αξιοποίησης του.

Με βάση τη διεθνή βιβλιογραφία το ντίζελ αποτελεί σημαντική πηγή γλυκερόλης, η οποία με την κατάλληλη καταλυτική αντίδραση μπορεί να γίνει πηγή παραγωγής σημαντικών βιομηχανικών ωφέλιμων χημικών προϊόντων. Μερικά από τα πολύ ωφέλιμα προϊόντα που μπορούν να παραχθούν είναι ολεφίνες, προπένιο, προπάνιο, προπυλένιο, κ.ά. Ωστόσο για να διατεθεί το εναπομένον βιοντίζελ σε εταιρίες εξευγενισμού καυσίμων, δηλαδή ουσιαστικά διυλιστήρια πρέπει να υιοθετηθεί η νομοθεσία περί εμπορίου καυσίμων.

Μια πρώτη προϋπόθεση για τη διακίνηση βιοντίζελ είναι η κατοχή άδειας εμπορίας πρώτης κατηγορίας. Για την κατοχή άδειας πρώτης κατηγορίας πρέπει να υπάρχουν συγκεκριμένα κυβικά αποθήκευσης καυσίμων και επίσης ένα συγκεκριμένο εταιρικό κεφάλαιο, παράγοντες που αποτελούν τη δεύτερη προϋπόθεση.

Μια τρίτη προϋπόθεση για εμπόριο του εναπομένοντος βιοντίζελ πρέπει να γίνει ποιοτικός έλεγχος αυτού ώστε να πληροί τα κριτήρια βιωσιμότητας. Τα κριτήρια βιωσιμότητας που περιγράφονται στο άρθρο 17, παράγραφοι 2 έως 6, της οδηγίας για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, πρέπει να πληρούνται για να γίνει εμπόριο του εναπομένοντος καυσίμου. Δηλαδή πρέπει να πληρούνται τα ακόλουθα κριτήρια:

- α) Η μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου που επιτυγχάνεται με τη χρήση βιοκαυσίμων πρέπει να είναι τουλάχιστον 35 %.
- β) Τα βιοκαύσιμα δεν πρέπει να έχουν παραχθεί από πρώτες ύλες προερχόμενες από εδάφη με υψηλή αξία βιοποικιλότητας, (π.χ. πρωτογενή δάση και άλλες δασώδεις εκτάσεις, περιοχή με προστατευόμενη φύση, λειμώνες υψηλής βιοποικιλότητας).
- γ) Τα βιοκαύσιμα δεν πρέπει να έχουν παραχθεί από πρώτες ύλες προερχόμενες από εκτάσεις υψηλών αποθεμάτων άνθρακα (π.χ. υδροβιότοποι, δασωμένες περιοχές, τυρφώνες).
- δ) Οι γεωργικές πρώτες ύλες που καλλιεργούνται στην ΕΕ και χρησιμοποιούνται για την παραγωγή βιοκαυσίμων πρέπει να πληρούν τις στοιχειώδεις απαιτήσεις καλής γεωργικής και περιβαλλοντικής κατάστασης και ορισμένες κανονιστικές απαιτήσεις διαχείρισης.

Άρα με όλους τους παραπάνω περιορισμούς που θέτει ουσιαστικά η ΕΕ πλέον για το βιοντίζελ, για να υπάρξει μεταπώληση είτε εμπόριο πρέπει να είναι γνωστή η πηγή του βιοντίζελ και να έχει υπάρξει εξ αρχής πιστοποιητικό ποιότητας πριν και μετά τη χρήση του βιοντίζελ. Επίσης με βάση τους αυστηρούς κανονισμούς για την ορθή διαχείριση του βιοντίζελ η πηγή προτείνεται να είναι ίδια καθώς οι προσμίξεις μπορεί να αλλοιώσουν την ποιότητά του.

Μια δεύτερη επιλογή είναι η χρήση του ίδιου του καυσίμου που εναπομένει για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και παροχή στο κεντρικό ηλεκτρικό δίκτυο. Ωστόσο η επιλογή αυτή περιορίζεται καθώς η νομοθεσία αναφέρει ρητά ότι η γεννήτρια θα πρέπει να χρησιμοποιείται μόνο για αυτό το σκοπό και όχι για διττό σκοπό.

Μια εναλλακτική που θα μπορούσε να προταθεί στην παρούσα εργασία είναι η χρήση μιας δεύτερης γεννήτριας στην οποία θα τροφοδοτούνταν το εναπομένον καύσιμο και η δημιουργία ενός ξεχωριστού υβριδικού συστήματος. Καθώς ακόμα και το υβριδικό σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και παροχής αυτής στο κεντρικό δίκτυο πρέπει να εξυπηρετεί αυτό και μόνο το σκοπό με βάση τη νομοθεσία, μπορεί να ήταν οικονομικά ωφέλιμη η δημιουργία υβριδικού συστήματος με φωτοβολταϊκό, γεννήτρια και μπαταρία, χωρίς να χρησιμοποιείται για την παροχή ενέργειας στο σταθμό βάσης. Ένας άλλος περιορισμός που τίθεται από τη νομοθεσία σχετικά με την παροχή ενέργειας στο κεντρικό δίκτυο είναι ότι η ποσότητα της ισχύος που παράγεται πρέπει να είναι οπωσδήποτε σταθερή. Συμπερασματικά λοιπόν αυτή η επιλογή δε δύναται να είναι και η πιο εύλογη, εκτός εάν γίνεται εμπόριο σταθερής ποσότητας ντίζελ που απομένει, κάτι που είναι πρακτικά ανέφικτο.

Τέλος, μια πιο ασφαλής επιλογή, η οποία δε δέχεται κανέναν περιορισμό από κάποια νομοθεσία, είναι η δημιουργία υβριδικού συστήματος, το οποίο θα συμπεριλαμβάνει, φωτοβολταϊκό, μπαταρίες και γεννήτρια. Η γεννήτρια μπορεί να λειτουργεί να φορτίζει τις μπαταρίες και να λειτουργεί εφεδρικά. Τότε σε αυτήν την περίπτωση γίνεται πιο ορθή διαχείριση της ποσότητας καυσίμου και δεν υπάρχει εναπομένον καύσιμο.

Βιβλιογραφία

- [1] Perry ML, Kotso S. A back-up power solution with no batteries. Telecommunications Energy Conference, 2004 INTELEC 2004 26th Annual International: IEEE; 2004. 210-7.
- [2] Serincan MF. Reliability considerations of a fuel cell backup power system for telecom applications. Journal of Power Sources. 2016;309:66-75.
- [3] Assendria, Monitoring and Managing Generators in a Wireless Telecommunications Network, (2016) Access: https://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiN8fvu_sfVAhWPJhoKHcliAl4QFggmMAA&url=https%3A%2F%2Fhol4g.com%2Fasentria%2Fdocuments%2FAsentria_Monitoring-and-Managing-Generators-in-a-Wireless-Telecom-Network.pdf&usq=AFQjCNFkNojEzxsebWoBFo23AwDC3X1Cag.
- [4] Meo M, Le Rouzic E, Cuevas R, Guerrero C. Research challenges on energy-efficient networking design. Computer Communications. 2014;50:187-95.
- [5] Webb M. SMART 2020: Enabling the low carbon economy in the information age. The Climate Group London. 2008;1:1-.
- [6] Hasan Z, Boostanimehr H, Bhargava VK. Green cellular networks: A survey, some research issues and challenges. IEEE Communications surveys & tutorials. 2011;13:524-40.
- [7] Lambert S, Van Heddeghem W, Vereecken W, Lannoo B, Colle D, Pickavet M. Worldwide electricity consumption of communication networks. Optics express. 2012;20:B513-B24.
- [8] Alsharif MH. Techno-Economic Evaluation of a Stand-Alone Power System Based on Solar Power/Batteries for Global System for Mobile Communications Base Stations. Energies. 2017;10:392.
- [9] Murthy CR, Kavitha C. A survey of green base stations in cellular networks. International Journal of Computer Networks and Wireless Communications (IJCNWC). 2012;2:232-6.

- [10] Lorincz J, Bule I. Renewable energy sources for power supply of base station sites. *International Journal of Business Data Communications and Networking (IJBDCN)*. 2013;9:53-74.
- [11] Piro G, Miozzo M, Forte G, Baldo N, Grieco LA, Boggia G, et al. HetNets Powered by Renewable Energy Sources: Sustainable Next-Generation Cellular Networks. *IEEE Internet Computing*. 2013;17:32-9. 10.1109/mic.2012.124.
- [12] Auer G, Giannini V, Desset C, Godor I, Skillermark P, Olsson M, et al. How much energy is needed to run a wireless network? *IEEE Wireless Communications*. 2011;18.
- [13] Taverner D, Gubbi S, Sanders D, Kodeck C, Graham A, Cooksley M, et al. Community Power—Using Mobile to Extend the Grid. *Groupe Speciale Mobile Association (GSMA)*: London, UK. 2010:1-77.
- [14] Zhang H, Jiang C, Mao X, Chen H-H. Interference-limited resource optimization in cognitive femtocells with fairness and imperfect spectrum sensing. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*. 2016;65:1761-71.
- [15] Zhang H, Jiang C, Beaulieu NC, Chu X, Wang X, Quek TQ. Resource allocation for cognitive small cell networks: A cooperative bargaining game theoretic approach. *IEEE Transactions on Wireless Communications*. 2015;14:3481-93.
- [16] Rijssenbeek J, Wiegman H, Hall D, Chuah C, Balasubramanian G, Brady C. Sodium-metal halide batteries in diesel-battery hybrid telecom applications. *Telecommunications Energy Conference (INTELEC), 2011 IEEE 33rd International*: IEEE; 2011. 1-4.
- [17] Nordin H, Lindemark B. System reliability, dimensioning and environmental impact of diesel engine generator sets used in telecom applications. *Telecommunication Energy Conference, 1999 INTELEC'99 The 21st International*: IEEE; 1999. 377.
- [18] Kusakana K, Vermaak HJ. Hybrid renewable power systems for mobile telephony base stations in developing countries. *Renewable energy*. 2013;51:419-25.
- [19] Conteh A. Overcoming the vast challenge of deploying a mobile network in the democratic republic of congo (drc). *Proceedings of VODACOM Singapore Annual Meeting, Singapore2006*.

- [20] Yang H, Lu L, Burnett J. Weather data and probability analysis of hybrid photovoltaic–wind power generation systems in Hong Kong. *Renewable energy*. 2003;28:1813-24.
- [21] Hashimoto S, Yachi T, Tani T. A new stand-alone hybrid power system with wind generator and photovoltaic modules for a radio base station. *Telecommunications Energy Conference, 2004 INTELEC 2004 26th Annual International: IEEE*; 2004. 254-9.
- [22] Aris AM, Shabani B. Sustainable power supply solutions for off-grid base stations. *Energies*. 2015;8:10904-41.
- [23] Yu W, Qian X. Design of 3kw wind and solar hybrid independent power supply system for 3g base station. *Knowledge Acquisition and Modeling, 2009 KAM'09 Second International Symposium on: IEEE*; 2009. 289-92.
- [24] Bezmalinović D, Barbir F, Tolj I. Techno-economic analysis of PEM fuel cells role in photovoltaic-based systems for the remote base stations. *International journal of hydrogen energy*. 2013;38:417-25.
- [25] Husain SM, Sharma DK. Techno-economic analysis of solar pv/diesel hybrid energy system for electrification of television substation-“a case study of nepal television substation at ilam”. *Proceedings of IOE Graduate Conference2014*. 421.
- [26] Karakoulidis K, Mavridis K, Bandekas D, Adoniadis P, Potolias C, Vordos N. Techno-economic analysis of a stand-alone hybrid photovoltaic–diesel–battery–fuel cell power system. *Renewable energy*. 2011;36:2238-44.
- [27] Guinot B, Champel B, Montignac F, Lemaire E, Vannucci D, Sailler S, et al. Techno-economic study of a PV-hydrogen-battery hybrid system for off-grid power supply: Impact of performances' ageing on optimal system sizing and competitiveness. *International journal of hydrogen energy*. 2015;40:623-32.
- [28] Dufo-López R, Bernal-Agustín JL. Design and control strategies of PV-Diesel systems using genetic algorithms. *Solar energy*. 2005;79:33-46.
- [29] Dufo-López R, Bernal-Agustín JL, Yusta-Loyo JM, Domínguez-Navarro JA, Ramírez-Rosado IJ, Lujano J, et al. Multi-objective optimization minimizing cost and life cycle emissions of stand-alone PV–wind–diesel systems with batteries storage. *Applied Energy*. 2011;88:4033-41.

- [30] Goel S, Ali SM. Cost analysis of solar/wind/diesel hybrid energy systems for Telecom tower by using HOMER. *International Journal of Renewable Energy Research (IJRER)*. 2014;4:305-11.
- [31] Bitterlin IF. Modelling a reliable wind/PV/storage power system for remote radio base station sites without utility power. *Journal of Power Sources*. 2006;162:906-12.
- [32] Goel S, Ali SM. Hybrid energy systems for off-grid remote telecom tower in Odisha, India. *International Journal of Ambient Energy*. 2015;36:116-22.
- [33] Sharma A, Singh A, Khemariya M. Homer optimization based solar pv; wind energy and diesel generator based hybrid system. *International Journal of Soft Computing and Engineering (IJSCE) ISSN*. 2013:2231-307.
- [34] Olatomiwa L, Mekhilef S, Huda A. Optimal sizing of hybrid energy system for a remote telecom tower: A case study in Nigeria. *Energy Conversion (CENCON)*, 2014 IEEE Conference on: IEEE; 2014. 243-7.
- [35] Jiang Z. Power management of hybrid photovoltaic-fuel cell power systems. *Power Engineering Society General Meeting, 2006 IEEE: IEEE; 2006*. 6 pp.
- [36] Shabani B, Andrews J. Standalone solar-hydrogen systems powering fire contingency networks. *International journal of hydrogen energy*. 2015;40:5509-17.
- [37] Shabani B, Andrews J. Hydrogen and fuel cells. *Energy sustainability through green energy: Springer; 2015* 453-91.
- [38] Rekioua D, Bensmail S, Bettar N. Development of hybrid photovoltaic-fuel cell system for stand-alone application. *International journal of hydrogen energy*. 2014;39:1604-11.
- [39] Benjumea P, Agudelo J, Agudelo A. Basic properties of palm oil biodiesel–diesel blends. *Fuel*. 2008;87:2069-75.
- [40] Compatibility CTV. Comply with NFPA 110. Field quality-control test reports.
- [41] González-Pajuelo M, Meynial-Salles I, Mendes F, Andrade JC, Vasconcelos I, Soucaille P. Metabolic engineering of *Clostridium acetobutylicum* for the industrial production of 1, 3-propanediol from glycerol. *Metabolic Engineering*. 2005;7:329-36.
- [42] Thompson JC, He BB. Characterization of crude glycerol from biodiesel production from multiple feedstocks. *Applied engineering in agriculture*. 2006;22:261-5.

- [43] Bauer F, Hulteberg C. Is there a future in glycerol as a feedstock in the production of biofuels and biochemicals? *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*. 2013;7:43-51.
- [44] Pagliaro M, Rossi M. *The Future of Glycerol*. Cambridge, United Kingdom: Royal Society of Chemistry; 2010.
- [45] Schröder A, Südekum K-H. Glycerol as a by-product of biodiesel production in diets for ruminants. *INTERNATIONAL RAPESEED CONGRESS: Regional Institute Gosford*; 1999. 241.
- [46] Eglinton JM, Heinrich AJ, Pollnitz AP, Langridge P, Henschke PA, de Barros Lopes M. Decreasing acetic acid accumulation by a glycerol overproducing strain of *Saccharomyces cerevisiae* by deleting the ALD6 aldehyde dehydrogenase gene. *Yeast*. 2002;19:295-301.
- [47] Steiman M, *Biodiesel Safety and Best Management Practices for Small-Scale Noncommercial Use and Production*, (2008) Access: <https://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjGkZOv8-zVAhVCuhoKHetgCZoQFggpMAA&url=http%3A%2F%2Fextension.psu.edu%2Fpublications%2Fagrs-103%2Fview&usq=AFQjCNEYkYxYO0GSG5WJo0Wov9PfibbsZg>.
- [48] Johnson DT, Taconi KA. The glycerin glut: Options for the value-added conversion of crude glycerol resulting from biodiesel production. *Environmental Progress & Sustainable Energy*. 2007;26:338-48.
- [49] Sugiura Y, Matsuda K, Yamada Y, Nishikawa M, Shioya K, Katsuzaki H, et al. Anti-allergic phlorotannins from the edible brown alga, *Eisenia arborea*. *Food science and technology research*. 2007;13:54-60.
- [50] Holm-Nielsen JB, Lomborg CJ, Oleskowicz-Popiel P, Esbensen KH. On-line near infrared monitoring of glycerol-boosted anaerobic digestion processes: Evaluation of process analytical technologies. *Biotechnology and bioengineering*. 2008;99:302-13.
- [51] DeFrain J, Hippen A, Kalscheur K, Jardon P. Feeding glycerol to transition dairy cows: effects on blood metabolites and lactation performance. *Journal of dairy science*. 2004;87:4195-206.

- [52] Lammers P, Kerr B, Weber T, Dozier W, Kidd M, Bregendahl K, et al. Digestible and metabolizable energy of crude glycerol for growing pigs. *Journal of Animal Science*. 2008;86:602-8.
- [53] Cerrate S, Yan F, Wang Z, Coto C, Sacakli P, Waldroup P. Evaluation of glycerine from biodiesel production as a feed ingredient for broilers. *International Journal of Poultry Science*. 2006;5:1001-7.
- [54] Alhanash A, Kozhevnikova EF, Kozhevnikov IV. Hydrogenolysis of glycerol to propanediol over Ru: polyoxometalate bifunctional catalyst. *Catalysis letters*. 2008;120:307-11.
- [55] Chiu C-W, Dasari MA, Sutterlin WR, Suppes GJ. Removal of residual catalyst from simulated biodiesel's crude glycerol for glycerol hydrogenolysis to propylene glycol. *Industrial & Engineering Chemistry Research*. 2006;45:791-5.
- [56] Cortright RD, Davda R, Dumesic JA. Hydrogen from catalytic reforming of biomass-derived hydrocarbons in liquid water. *Nature*. 2002;418:964-7.
- [57] Wen Z, Pyle DJ, Athalye SK. Glycerol waste from biodiesel manufacturing. *Microbial conversions of raw glycerol*. 2009:1-7.
- [58] Lee PC, Lee WG, Lee SY, Chang HN. Succinic acid production with reduced by-product formation in the fermentation of *Anaerobiospirillum succiniciproducens* using glycerol as a carbon source. *Biotechnology and bioengineering*. 2001;72:41-8.
- [59] Dharmadi Y, Murarka A, Gonzalez R. Anaerobic fermentation of glycerol by *Escherichia coli*: a new platform for metabolic engineering. *Biotechnology and bioengineering*. 2006;94:821-9.
- [60] Papanikolaou S, Aggelis G. Lipid production by *Yarrowia lipolytica* growing on industrial glycerol in a single-stage continuous culture. *Bioresource technology*. 2002;82:43-9.
- [61] Rymowicz W, Rywińska A, Żarowska B, Juszczyk P. Citric acid production from raw glycerol by acetate mutants of *Yarrowia lipolytica*. *Chemical Papers*. 2006;60:391-4.
- [62] Mu Y, Teng H, Zhang D-J, Wang W, Xiu Z-L. Microbial production of 1, 3-propanediol by *Klebsiella pneumoniae* using crude glycerol from biodiesel preparations. *Biotechnology letters*. 2006;28:1755-9.

- [63] Athalye SK, Garcia RA, Wen Z. Use of biodiesel-derived crude glycerol for producing eicosapentaenoic acid (EPA) by the fungus *Pythium irregulare*. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2009;57:2739-44.
- [64] Liang Y, Cui Y, Trushenski J, Blackburn JW. Converting crude glycerol derived from yellow grease to lipids through yeast fermentation. *Bioresource technology*. 2010;101:7581-6.
- [65] Zakaria ZY, Amin NAS, Linnekoski J. A perspective on catalytic conversion of glycerol to olefins. *Biomass and Bioenergy*. 2013;55:370-85. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2013.02.014>.
- [66] Villa A, Dimitratos N, Chan-Thaw CE, Hammond C, Prati L, Hutchings GJ. Glycerol oxidation using gold-containing catalysts. *Accounts of chemical research*. 2015;48:1403-12.
- [67] Liu S, Tamura M, Shen Z, Zhang Y, Nakagawa Y, Tomishige K. Hydrogenolysis of glycerol with in-situ produced H₂ by aqueous-phase reforming of glycerol using Pt-modified Ir-ReO_x/SiO₂ catalyst. *Catalysis Today*. 2017.
- [68] Fernandes A, Ribeiro MF, Lourenço JP. Gas-phase dehydration of glycerol over hierarchical silicoaluminophosphate SAPO-40. *Catalysis Communications*. 2017;95:16-20.
- [69] Huang M-Y, Han X-X, Hung C-T, Lin J-C, Wu P-H, Wu J-C, et al. Heteropolyacid-based ionic liquids as efficient homogeneous catalysts for acetylation of glycerol. *Journal of Catalysis*. 2014;320:42-51.
- [70] Narkhede N, Patel A. Sustainable valorisation of glycerol via acetalization as well as carboxylation reactions over silicotungstates anchored to zeolite H β . *Applied Catalysis A: General*. 2016;515:154-63.
- [71] Okoye P, Hameed B. Review on recent progress in catalytic carboxylation and acetylation of glycerol as a byproduct of biodiesel production. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2016;53:558-74.
- [72] Fantozzi F, Frassoldati A, Bartocci P, Cinti G, Quagliarini F, Bidini G, et al. An experimental and kinetic modeling study of glycerol pyrolysis. *Applied Energy*. 2016;184:68-76.
- [73] Tan H, Aziz AA, Aroua M. Glycerol production and its applications as a raw material: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2013;27:118-27.

- [74] Yang F, Hanna MA, Sun R. Value-added uses for crude glycerol--a byproduct of biodiesel production. *Biotechnology for biofuels*. 2012;5:13.
- [75] Blass SD, Hermann RJ, Persson NE, Bhan A, Schmidt LD. Conversion of glycerol to light olefins and gasoline precursors. *Applied Catalysis A: General*. 2014;475:10-5.
- [76] Mota CJ, Gonçalves VL, Mellizo JE, Rocco AM, Fadigas JC, Gambetta R. Green propene through the selective hydrogenolysis of glycerol over supported iron-molybdenum catalyst: The original history. *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*. 2016;422:158-64.
- [77] Chen D, Moljord K, Holmen A. A methanol to olefins review: Diffusion, coke formation and deactivation on SAPO type catalysts. *Microporous and mesoporous materials*. 2012;164:239-50.
- [78] Han Z, Li S, Jiang F, Wang T, Ma X, Gong J. Propane dehydrogenation over Pt-Cu bimetallic catalysts: the nature of coke deposition and the role of copper. *Nanoscale*. 2014;6:10000-8.
- [79] Zhang M, Yu Y. Dehydration of ethanol to ethylene. *Industrial & Engineering Chemistry Research*. 2013;52:9505-14.
- [80] Dunn JB, Adom F, Sather N, Han J, Snyder S, He C, et al., Life-cycle analysis of bioproducts and their conventional counterparts in GREET, (2015) *Acess*:
- [81] Nakagawa Y, Tomishige K. Heterogeneous catalysis of the glycerol hydrogenolysis. *Catalysis science & technology*. 2011;1:179-90.
- [82] Mizugaki T, Arundhathi R, Mitsudome T, Jitsukawa K, Kaneda K. Selective hydrogenolysis of glycerol to 1, 2-propanediol using heterogeneous copper nanoparticle catalyst derived from Cu-Al hydrotalcite. *Chemistry Letters*. 2013;42:729-31.
- [83] Akiyama M, Sato S, Takahashi R, Inui K, Yokota M. Dehydration-hydrogenation of glycerol into 1, 2-propanediol at ambient hydrogen pressure. *Applied Catalysis A: General*. 2009;371:60-6.
- [84] Martin A, Armbruster U, Gandarias I, Arias PL. Glycerol hydrogenolysis into propanediols using in situ generated hydrogen--A critical review. *European journal of lipid science and technology*. 2013;115:9-27.

- [85] D'Hondt E, Van de Vyver S, Sels BF, Jacobs PA. Catalytic glycerol conversion into 1, 2-propanediol in absence of added hydrogen. *Chemical Communications*. 2008;6011-2.
- [86] Musolino MG, Scarpino LA, Mauriello F, Pietropaolo R. Selective transfer hydrogenolysis of glycerol promoted by palladium catalysts in absence of hydrogen. *Green Chemistry*. 2009;11:1511-3.
- [87] Xia S, Zheng L, Wang L, Chen P, Hou Z. Hydrogen-free synthesis of 1, 2-propanediol from glycerol over Cu–Mg–Al catalysts. *RSC Advances*. 2013;3:16569-76.
- [88] Gandarias I, Requies J, Arias P, Armbruster U, Martin A. Liquid-phase glycerol hydrogenolysis by formic acid over Ni–Cu/Al₂O₃ catalysts. *Journal of Catalysis*. 2012;290:79-89.
- [89] Gandarias I, Arias P, Requies J, El Doukkali M, Güemez M. Liquid-phase glycerol hydrogenolysis to 1, 2-propanediol under nitrogen pressure using 2-propanol as hydrogen source. *Journal of Catalysis*. 2011;282:237-47.
- [90] Gandarias I, Fernández SG, El Doukkali M, Requies J, Arias PL. Physicochemical study of glycerol hydrogenolysis over a Ni–Cu/Al₂O₃ catalyst using formic acid as the hydrogen source. *Topics in Catalysis*. 2013;56:995-1007.
- [91] Vasiliadou ES, Lemonidou AA. Catalytic glycerol hydrodeoxygenation under inert atmosphere: Ethanol as a hydrogen donor. *Catalysts*. 2014;4:397-413.
- [92] Vasiliadou E, Yfanti V-L, Lemonidou A. One-pot tandem processing of glycerol stream to 1, 2-propanediol with methanol reforming as hydrogen donor reaction. *Applied Catalysis B: Environmental*. 2015;163:258-66.

1. Perry ML, Kotso S A back-up power solution with no batteries. In: *Telecommunications Energy Conference, 2004. INTELEC 2004. 26th Annual International, 2004. IEEE*, pp 210-217
2. Serincan MF (2016) Reliability considerations of a fuel cell backup power system for telecom applications. *Journal of Power Sources* 309:66-75
3. Assendria (2016) Monitoring and Managing Generators in a Wireless Telecommunications Network.

4. Meo M, Le Rouzic E, Cuevas R, Guerrero C (2014) Research challenges on energy-efficient networking design. *Computer Communications* 50:187-195
5. Webb M (2008) SMART 2020: Enabling the low carbon economy in the information age. The Climate Group London 1 (1):1-1
6. Hasan Z, Boostanimehr H, Bhargava VK (2011) Green cellular networks: A survey, some research issues and challenges. *IEEE Communications surveys & tutorials* 13 (4):524-540
7. Lambert S, Van Heddeghem W, Vereecken W, Lannoo B, Colle D, Pickavet M (2012) Worldwide electricity consumption of communication networks. *Optics express* 20 (26):B513-B524
8. Alsharif MH (2017) Techno-Economic Evaluation of a Stand-Alone Power System Based on Solar Power/Batteries for Global System for Mobile Communications Base Stations. *Energies* 10 (3):392
9. Murthy CR, Kavitha C (2012) A survey of green base stations in cellular networks. *International Journal of Computer Networks and Wireless Communications (IJCNWC)* 2 (2):232-236
10. Lorincz J, Bule I (2013) Renewable energy sources for power supply of base station sites. *International Journal of Business Data Communications and Networking (IJBDCN)* 9 (3):53-74
11. Piro G, Miozzo M, Forte G, Baldo N, Grieco LA, Boggia G, Dini P (2013) HetNets Powered by Renewable Energy Sources: Sustainable Next-Generation Cellular Networks. *IEEE Internet Computing* 17 (1):32-39. doi:10.1109/mic.2012.124
12. Auer G, Giannini V, Desset C, Godor I, Skillermark P, Olsson M, Imran MA, Sabella D, Gonzalez MJ, Blume O (2011) How much energy is needed to run a wireless network? *IEEE Wireless Communications* 18 (5)
13. Taverner D, Gubbi S, Sanders D, Kodeck C, Graham A, Cooksley M, Davies R, Harding-Newman T (2010) Community Power—Using Mobile to Extend the Grid. Groupe Speciale Mobile Association (GSMA): London, UK:1-77
14. Zhang H, Jiang C, Mao X, Chen H-H (2016) Interference-limited resource optimization in cognitive femtocells with fairness and imperfect spectrum sensing. *IEEE Transactions on Vehicular Technology* 65 (3):1761-1771

15. Zhang H, Jiang C, Beaulieu NC, Chu X, Wang X, Quek TQ (2015) Resource allocation for cognitive small cell networks: A cooperative bargaining game theoretic approach. *IEEE Transactions on Wireless Communications* 14 (6):3481-3493
16. Rijssenbeek J, Wiegman H, Hall D, Chuah C, Balasubramanian G, Brady C Sodium-metal halide batteries in diesel-battery hybrid telecom applications. In: *Telecommunications Energy Conference (INTELEC), 2011 IEEE 33rd International, 2011. IEEE*, pp 1-4
17. Nordin H, Lindemark B System reliability, dimensioning and environmental impact of diesel engine generator sets used in telecom applications. In: *Telecommunication Energy Conference, 1999. INTELEC'99. The 21st International, 1999. IEEE*, p 377
18. Kusakana K, Vermaak HJ (2013) Hybrid renewable power systems for mobile telephony base stations in developing countries. *Renewable energy* 51:419-425
19. Conteh A Overcoming the vast challenge of deploying a mobile network in the democratic republic of congo (drc). In: *Proceedings of VODACOM Singapore Annual Meeting, Singapore, 2006*.
20. Yang H, Lu L, Burnett J (2003) Weather data and probability analysis of hybrid photovoltaic–wind power generation systems in Hong Kong. *Renewable energy* 28 (11):1813-1824
21. Hashimoto S, Yachi T, Tani T A new stand-alone hybrid power system with wind generator and photovoltaic modules for a radio base station. In: *Telecommunications Energy Conference, 2004. INTELEC 2004. 26th Annual International, 2004. IEEE*, pp 254-259
22. Aris AM, Shabani B (2015) Sustainable power supply solutions for off-grid base stations. *Energies* 8 (10):10904-10941
23. Yu W, Qian X Design of 3kw wind and solar hybrid independent power supply system for 3g base station. In: *Knowledge Acquisition and Modeling, 2009. KAM'09. Second International Symposium on, 2009. IEEE*, pp 289-292
24. Bezmalinović D, Barbir F, Tolj I (2013) Techno-economic analysis of PEM fuel cells role in photovoltaic-based systems for the remote base stations. *International journal of hydrogen energy* 38 (1):417-425
25. Husain SM, Sharma DK Techno-economic analysis of solar pv/diesel hybrid energy system for electrification of television substation-“a case study of nepal

television substation at ilam”. In: Proceedings of IOE Graduate Conference, 2014. p 421

26. Karakoulidis K, Mavridis K, Bandekas D, Adoniadis P, Potolias C, Vordos N (2011) Techno-economic analysis of a stand-alone hybrid photovoltaic-diesel–battery-fuel cell power system. *Renewable energy* 36 (8):2238-2244

27. Guinot B, Champel B, Montignac F, Lemaire E, Vannucci D, Sailer S, Bultel Y (2015) Techno-economic study of a PV-hydrogen-battery hybrid system for off-grid power supply: Impact of performances' ageing on optimal system sizing and competitiveness. *International journal of hydrogen energy* 40 (1):623-632

28. Dufo-López R, Bernal-Agustín JL (2005) Design and control strategies of PV-Diesel systems using genetic algorithms. *Solar energy* 79 (1):33-46

29. Dufo-López R, Bernal-Agustín JL, Yusta-Loyo JM, Domínguez-Navarro JA, Ramírez-Rosado IJ, Lujano J, Aso I (2011) Multi-objective optimization minimizing cost and life cycle emissions of stand-alone PV–wind–diesel systems with batteries storage. *Applied Energy* 88 (11):4033-4041

30. Goel S, Ali SM (2014) Cost analysis of solar/wind/diesel hybrid energy systems for Telecom tower by using HOMER. *International Journal of Renewable Energy Research (IJRER)* 4 (2):305-311

31. Bitterlin IF (2006) Modelling a reliable wind/PV/storage power system for remote radio base station sites without utility power. *Journal of Power Sources* 162 (2):906-912

32. Goel S, Ali SM (2015) Hybrid energy systems for off-grid remote telecom tower in Odisha, India. *International Journal of Ambient Energy* 36 (3):116-122

33. Sharma A, Singh A, Khemariya M (2013) Homer optimization based solar pv; wind energy and diesel generator based hybrid system. *International Journal of Soft Computing and Engineering (IJSCE)* ISSN:2231-2307

34. Olatomiwa L, Mekhilef S, Huda A Optimal sizing of hybrid energy system for a remote telecom tower: A case study in Nigeria. In: *Energy Conversion (CENCON)*, 2014 IEEE Conference on, 2014. IEEE, pp 243-247

35. Jiang Z Power management of hybrid photovoltaic-fuel cell power systems. In: *Power Engineering Society General Meeting*, 2006. IEEE, 2006. IEEE, p 6 pp.

36. Shabani B, Andrews J (2015) Standalone solar-hydrogen systems powering fire contingency networks. *International journal of hydrogen energy* 40 (15):5509-5517

37. Shabani B, Andrews J (2015) Hydrogen and fuel cells. In: Energy sustainability through green energy. Springer, pp 453-491
38. Rekioua D, Bensmail S, Bettar N (2014) Development of hybrid photovoltaic-fuel cell system for stand-alone application. International journal of hydrogen energy 39 (3):1604-1611
39. Abdulqader M (2006) Diesel Generator Auxiliary Systems and Instruments. Lulu.com, USA
40. Osborne G (2000) Method and wireless terminal for monitoring communications and providing network with terminal operation information. Google Patents,
41. Bartlett T (2013) The Adlard Coles Book of Diesel Engines. Bloomsbury Publishing,
42. Benjumea P, Agudelo J, Agudelo A (2008) Basic properties of palm oil biodiesel–diesel blends. Fuel 87 (10):2069-2075
43. Compatibility CTV Comply with NFPA 110. Field quality-control test reports
44. Government fleet (2016) How to maintain stored diesel fuel <http://www.government-fleet.com/channel/fuel-management/article/story/2016/11/preventing-microbes-contamination-how-to-maintain-stored-diesel-fuel.aspx>. Accessed 05/09 2017
45. Karim GA (2015) Dual-Fuel Diesel Engines. CRC Press, USA
46. González-Pajuelo M, Meynial-Salles I, Mendes F, Andrade JC, Vasconcelos I, Soucaille P (2005) Metabolic engineering of Clostridium acetobutylicum for the industrial production of 1, 3-propanediol from glycerol. Metabolic Engineering 7 (5):329-336
47. Thompson JC, He BB (2006) Characterization of crude glycerol from biodiesel production from multiple feedstocks. Applied engineering in agriculture 22 (2):261-265
48. Bauer F, Hulteberg C (2013) Is there a future in glycerol as a feedstock in the production of biofuels and biochemicals? Biofuels, Bioproducts and Biorefining 7 (1):43-51
49. Pagliaro M, Rossi M (2010) The Future of Glycerol. Royal Society of Chemistry, Cambridge, United Kingdom

50. Schröder A, Südekum K-H Glycerol as a by-product of biodiesel production in diets for ruminants. In: INTERNATIONAL RAPESEED CONGRESS, 1999. Regional Institute Gosford, p 241
51. Eglinton JM, Heinrich AJ, Pollnitz AP, Langridge P, Henschke PA, de Barros Lopes M (2002) Decreasing acetic acid accumulation by a glycerol overproducing strain of *Saccharomyces cerevisiae* by deleting the ALD6 aldehyde dehydrogenase gene. *Yeast* 19 (4):295-301
52. Steiman M (2008) Biodiesel Safety and Best Management Practices for Small-Scale Noncommercial Use and Production.
53. Johnson DT, Taconi KA (2007) The glycerin glut: Options for the value-added conversion of crude glycerol resulting from biodiesel production. *Environmental Progress & Sustainable Energy* 26 (4):338-348
54. Sugiura Y, Matsuda K, Yamada Y, Nishikawa M, Shioya K, Katsuzaki H, Imai K, AMANO H (2007) Anti-allergic phlorotannins from the edible brown alga, *Eisenia arborea*. *Food science and technology research* 13 (1):54-60
55. Holm-Nielsen JB, Lomborg CJ, Oleskowicz-Popiel P, Esbensen KH (2008) On-line near infrared monitoring of glycerol-boosted anaerobic digestion processes: Evaluation of process analytical technologies. *Biotechnology and bioengineering* 99 (2):302-313
56. DeFrain J, Hippen A, Kalscheur K, Jardon P (2004) Feeding glycerol to transition dairy cows: effects on blood metabolites and lactation performance. *Journal of dairy science* 87 (12):4195-4206
57. Lammers P, Kerr B, Weber T, Dozier W, Kidd M, Bregendahl K, Honeyman M (2008) Digestible and metabolizable energy of crude glycerol for growing pigs. *Journal of Animal Science* 86 (3):602-608
58. Cerrate S, Yan F, Wang Z, Coto C, Sacakli P, Waldroup P (2006) Evaluation of glycerine from biodiesel production as a feed ingredient for broilers. *International Journal of Poultry Science* 5 (11):1001-1007
59. Alhanash A, Kozhevnikova EF, Kozhevnikov IV (2008) Hydrogenolysis of glycerol to propanediol over Ru: polyoxometalate bifunctional catalyst. *Catalysis letters* 120 (3-4):307-311

60. Chiu C-W, Dasari MA, Sutterlin WR, Suppes GJ (2006) Removal of residual catalyst from simulated biodiesel's crude glycerol for glycerol hydrogenolysis to propylene glycol. *Industrial & Engineering Chemistry Research* 45 (2):791-795
61. Cortright RD, Davda R, Dumesic JA (2002) Hydrogen from catalytic reforming of biomass-derived hydrocarbons in liquid water. *Nature* 418 (6901):964-967
62. Wen Z, Pyle DJ, Athalye SK (2009) Glycerol waste from biodiesel manufacturing. *Microbial conversions of raw glycerol*:1-7
63. Lee PC, Lee WG, Lee SY, Chang HN (2001) Succinic acid production with reduced by-product formation in the fermentation of *Anaerobiospirillum succiniciproducens* using glycerol as a carbon source. *Biotechnology and bioengineering* 72 (1):41-48
64. Dharmadi Y, Murarka A, Gonzalez R (2006) Anaerobic fermentation of glycerol by *Escherichia coli*: a new platform for metabolic engineering. *Biotechnology and bioengineering* 94 (5):821-829
65. Papanikolaou S, Aggelis G (2002) Lipid production by *Yarrowia lipolytica* growing on industrial glycerol in a single-stage continuous culture. *Bioresource technology* 82 (1):43-49
66. Rymowicz W, Rywińska A, Żarowska B, Juszczak P (2006) Citric acid production from raw glycerol by acetate mutants of *Yarrowia lipolytica*. *Chemical Papers* 60 (5):391-394
67. Mu Y, Teng H, Zhang D-J, Wang W, Xiu Z-L (2006) Microbial production of 1, 3-propanediol by *Klebsiella pneumoniae* using crude glycerol from biodiesel preparations. *Biotechnology letters* 28 (21):1755-1759
68. Athalye SK, Garcia RA, Wen Z (2009) Use of biodiesel-derived crude glycerol for producing eicosapentaenoic acid (EPA) by the fungus *Pythium irregulare*. *Journal of agricultural and food chemistry* 57 (7):2739-2744
69. Liang Y, Cui Y, Trushenski J, Blackburn JW (2010) Converting crude glycerol derived from yellow grease to lipids through yeast fermentation. *Bioresource technology* 101 (19):7581-7586
70. Zakaria ZY, Amin NAS, Linnekoski J (2013) A perspective on catalytic conversion of glycerol to olefins. *Biomass and Bioenergy* 55:370-385. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2013.02.014>

71. Villa A, Dimitratos N, Chan-Thaw CE, Hammond C, Prati L, Hutchings GJ (2015) Glycerol oxidation using gold-containing catalysts. *Accounts of chemical research* 48 (5):1403-1412
72. Liu S, Tamura M, Shen Z, Zhang Y, Nakagawa Y, Tomishige K (2017) Hydrogenolysis of glycerol with in-situ produced H₂ by aqueous-phase reforming of glycerol using Pt-modified Ir-ReO_x/SiO₂ catalyst. *Catalysis Today*
73. Fernandes A, Ribeiro MF, Lourenço JP (2017) Gas-phase dehydration of glycerol over hierarchical silicoaluminophosphate SAPO-40. *Catalysis Communications* 95:16-20
74. Huang M-Y, Han X-X, Hung C-T, Lin J-C, Wu P-H, Wu J-C, Liu S-B (2014) Heteropolyacid-based ionic liquids as efficient homogeneous catalysts for acetylation of glycerol. *Journal of Catalysis* 320:42-51
75. Narkhede N, Patel A (2016) Sustainable valorisation of glycerol via acetalization as well as carboxylation reactions over silicotungstates anchored to zeolite H β . *Applied Catalysis A: General* 515:154-163
76. Okoye P, Hameed B (2016) Review on recent progress in catalytic carboxylation and acetylation of glycerol as a byproduct of biodiesel production. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 53:558-574
77. Fantozzi F, Frassoldati A, Bartocci P, Cinti G, Quagliarini F, Bidini G, Ranzi E (2016) An experimental and kinetic modeling study of glycerol pyrolysis. *Applied Energy* 184:68-76
78. Tan H, Aziz AA, Aroua M (2013) Glycerol production and its applications as a raw material: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 27:118-127
79. Yang F, Hanna MA, Sun R (2012) Value-added uses for crude glycerol--a byproduct of biodiesel production. *Biotechnology for biofuels* 5 (1):13
80. Blass SD, Hermann RJ, Persson NE, Bhan A, Schmidt LD (2014) Conversion of glycerol to light olefins and gasoline precursors. *Applied Catalysis A: General* 475:10-15
81. Mota CJ, Gonçalves VL, Mellizo JE, Rocco AM, Fadigas JC, Gambetta R (2016) Green propene through the selective hydrogenolysis of glycerol over supported iron-molybdenum catalyst: The original history. *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical* 422:158-164

82. Chen D, Moljord K, Holmen A (2012) A methanol to olefins review: Diffusion, coke formation and deactivation on SAPO type catalysts. *Microporous and mesoporous materials* 164:239-250
83. Han Z, Li S, Jiang F, Wang T, Ma X, Gong J (2014) Propane dehydrogenation over Pt–Cu bimetallic catalysts: the nature of coke deposition and the role of copper. *Nanoscale* 6 (17):10000-10008
84. Zhang M, Yu Y (2013) Dehydration of ethanol to ethylene. *Industrial & Engineering Chemistry Research* 52 (28):9505-9514
85. Dunn JB, Adom F, Sather N, Han J, Snyder S, He C, Gong J, Yue D, You F (2015) Life-cycle analysis of bioproducts and their conventional counterparts in GREET. Argonne National Lab.(ANL), Argonne, IL (United States),
86. Nakagawa Y, Tomishige K (2011) Heterogeneous catalysis of the glycerol hydrogenolysis. *Catalysis science & technology* 1 (2):179-190
87. Mizugaki T, Arundhathi R, Mitsudome T, Jitsukawa K, Kaneda K (2013) Selective hydrogenolysis of glycerol to 1, 2-propanediol using heterogeneous copper nanoparticle catalyst derived from Cu–Al hydrotalcite. *Chemistry Letters* 42 (7):729-731
88. Akiyama M, Sato S, Takahashi R, Inui K, Yokota M (2009) Dehydration–hydrogenation of glycerol into 1, 2-propanediol at ambient hydrogen pressure. *Applied Catalysis A: General* 371 (1):60-66
89. Martin A, Armbruster U, Gandarias I, Arias PL (2013) Glycerol hydrogenolysis into propanediols using in situ generated hydrogen—A critical review. *European journal of lipid science and technology* 115 (1):9-27
90. D’Hondt E, Van de Vyver S, Sels BF, Jacobs PA (2008) Catalytic glycerol conversion into 1, 2-propanediol in absence of added hydrogen. *Chemical Communications* (45):6011-6012
91. Musolino MG, Scarpino LA, Mauriello F, Pietropaolo R (2009) Selective transfer hydrogenolysis of glycerol promoted by palladium catalysts in absence of hydrogen. *Green Chemistry* 11 (10):1511-1513
92. Xia S, Zheng L, Wang L, Chen P, Hou Z (2013) Hydrogen-free synthesis of 1, 2-propanediol from glycerol over Cu–Mg–Al catalysts. *RSC Advances* 3 (37):16569-16576

93. Gandarias I, Requies J, Arias P, Armbruster U, Martin A (2012) Liquid-phase glycerol hydrogenolysis by formic acid over Ni–Cu/Al₂O₃ catalysts. *Journal of Catalysis* 290:79-89
94. Gandarias I, Arias P, Requies J, El Doukkali M, Güemez M (2011) Liquid-phase glycerol hydrogenolysis to 1, 2-propanediol under nitrogen pressure using 2-propanol as hydrogen source. *Journal of Catalysis* 282 (1):237-247
95. Gandarias I, Fernández SG, El Doukkali M, Requies J, Arias PL (2013) Physicochemical study of glycerol hydrogenolysis over a Ni–Cu/Al₂O₃ catalyst using formic acid as the hydrogen source. *Topics in Catalysis* 56 (11):995-1007
96. Vasiliadou ES, Lemonidou AA (2014) Catalytic glycerol hydrodeoxygenation under inert atmosphere: Ethanol as a hydrogen donor. *Catalysts* 4 (4):397-413
97. Vasiliadou E, Yfanti V-L, Lemonidou A (2015) One-pot tandem processing of glycerol stream to 1, 2-propanediol with methanol reforming as hydrogen donor reaction. *Applied Catalysis B: Environmental* 163:258-266
98. Nayar C (2012) Innovative remote micro-grid systems. *International Journal of Environment and Sustainability* 1 (3)
99. PAE (2011) N.4001/2011
100. ΥΠΕΚΑ (2000) Δ5-ΗΛ/Β/Φ1/οικ.17951/8.12.2000.
101. ΔΕΣΜΗΕ (2007) Ν.2773, ΥΑ.17951/2000, ΦΕΚ. Β' 1498 και ΥΑ.5707/2007, ΦΕΚ.Β' 448 - "Κανονισμός Αδειών Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας από ΑΠΕ και ΣΗΘΥΑ".
102. ΥΠΕΚΑ (2006) Ν.3468/2006.
103. Οδηγία Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου (2003) 2003/30/ΕΚ.
104. Nanaki EA, Koroneos CJ (2012) Comparative LCA of the use of biodiesel, diesel and gasoline for transportation. *Journal of Cleaner Production* 20 (1):14-19
105. Εφημερίς Κυβερνήσεως (2012) Ν. 4062 (ΦΕΚ 70/Α/30.3.2012).
106. ΥΠΕΚΑ (2002) 3054/2002.
107. Εφημερίς Κυβερνήσεως (2009) Άρθρο 15: Τροποποίηση του Ν. 3054/2002.
108. PAE (2005) Δ2/16570/7.9.2005.
109. Scarlat N, Dallemand J-F (2011) Recent developments of biofuels/bioenergy sustainability certification: A global overview. *Energy Policy* 39 (3):1630-1646

110. Lewandowski I, Faaij AP (2006) Steps towards the development of a certification system for sustainable bio-energy trade. *Biomass and Bioenergy* 30 (2):83-104

111. Plan A (2011) Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. European Commission