



ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΜΟΝΩΣΕΩΝ ΑΠΟ
ΣΥΝΘΕΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΣΕ ΥΠΑΙΘΡΙΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΥΨΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ
ΣΤΗΝ ΚΡΗΤΗ

Χριστονάκη Σ. Στυλιανή

Εισηγητής : Σιδεράκης Κυριάκος

Ηράκλειο, Απρίλιος 2012

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Όπως είναι γνωστό η ρύπανση των μονωτήρων αποτελεί μία από τις κυριότερες αιτίες σφαλμάτων στα Δίκτυα Μεταφοράς και Διανομής, καθώς επίσης και στους Σταθμούς Παραγωγής. Πρόκειται για ένα φαινόμενο το οποίο αναπτύσσεται στην διεπιφάνεια της ηλεκτρικής μόνωσης και του ατμοσφαιρικού αέρα, όταν η ύγρανση της επιφάνειας, σε συνδυασμό με το επιφανειακό στρώμα ρύπων, οδηγούν στην ανάπτυξη ενός αγώγιμου επιφανειακού φιλμ. Έτσι ρεύμα αρχίζει να ρέει στην επιφάνεια του μονωτήρα, προκαλώντας λόγω του φαινομένου Joule ξήρανση, ιδιαίτερα μάλιστα σε περιοχές όπου η πυκνότητα ρεύματος είναι μεγάλη. Στην επιφάνεια των μονωτήρων λοιπόν δημιουργούνται περιοχές μεγάλης ωμικής αντίστασης (ξηρές ζώνες) και περιοχές μεγάλης αγωγιμότητας. Η κατάσταση αυτή οδηγεί σε ανακατανομή της τάσης κατά μήκος των ξηρών περιοχών και διάσπαση του αέρα που περιβάλλει της περιοχές αυτές. Η οποία τελικά μπορεί να οδηγήσει σε ολική διάσπαση της μόνωσης (υπερπήδηση) και βραχυκύκλωμα. Η καταστολή αυτού του προβλήματος μπορεί να αντιμετωπιστεί με την χρήση σύνθετων υλικών και ειδικότερα με το ελαστομερές σιλικόνης. Στα πλαίσια αυτής της πτυχιακής εργασίας, δίνεται μια λεπτομερή ανάλυση για την εφαρμογή μονώσεων από σύνθετα υλικά σε υπαίθριες εγκαταστάσεις υψηλής τάσης και η οικονομοτεχνική αξιολόγησή τους.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα εργασία έχει ως στόχο την αντιμετώπιση των προβλημάτων ρύπανσης των μονωτήρων σε ένα σταθμό παραγωγής με την τεχνολογία επικάλυψης των μονωτήρων με RTV's σιλικονούχα υλικά, καθώς επίσης, αξιολογείται η χρήση των υλικών αυτών όσον αφορά το κόστος εφαρμογής σε σχέση με το πλύσιμο των μονωτήρων.

Στο πρώτο κεφάλαιο δίνεται μία γενική περιγραφή σε στοιχεία σχετικά με τους μονωτήρες. Αναλύονται τα υλικά από τα οποία κατασκευάζονται οι μονωτήρες και επιχειρείται μία κατηγοριοποίηση των διαφόρων τύπων μονωτήρων. Παρουσιάζεται το φαινόμενο της υπερπήδησης, δηλαδή της γεφύρωσης με ηλεκτρικό τόξο ενός μονωτήρα. Αναλύονται οι παράγοντες που οδηγούν στο φαινόμενο της υπερπήδησης τόσο σε μονωτήρες πορσελάνης, όσο και σε πολυμερείς μονωτήρες.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύεται η ρύπανση των μονωτήρων στην Κρήτη, η οποία αποτελεί τον σημαντικότερο παράγοντα που επηρεάζει τη διηλεκτρική συμπεριφορά τους. Αναφέρονται οι τρόποι ρύπανσης και οι τρόποι αντιμετώπισης της ρύπανσης των μονωτήρων σε νέες εγκαταστάσεις, σε συνήθης συνθήκες ρύπανσης και σε ήδη υπαρχών εγκατεστημένο εξοπλισμό. Καθώς επίσης παρατίθενται στοιχεία που αφορούν την σύνθεση των σιλικονούχων υλικών επικάλυψης και την επίδραση που αυτή έχει στην ηλεκτρική συμπεριφορά και στη διάρκεια ζωής των υλικών.

Στο τρίτο κεφάλαιο θα δοθούν πληροφορίες σχετικά με την εφαρμογή της τεχνολογίας των RTV's σιλικονούχων υλικών επικάλυψης. Παρατίθενται μετρήσεις του ρεύματος διαρροής σε μονωτήρες πορσελάνης 150KV και συγκριτικές μετρήσεις μεταξύ μονωτήρων ιδίου τύπου με ή χωρίς επικάλυψη, από τον Υ/Σ Ηράκλειο II του συστήματος Κρήτης. Καθώς επίσης θα ελεγχθούν τρεις διαφορετικές εταιρίες παροχής υλικού επικάλυψης όπου θα

πραγματοποιηθούν υπολογισμοί για το πάχος της επικάλυψης και για το κόστος τοποθέτησης των υλικών RTV.

Στο τέταρτο κεφάλαιο εισάγεται η έννοια της ορθολογικής δρώσας επιχείρησης, της βελτιστοποιημένης συναρτήσεως κόστους και ορίζονται το βραχυχρόνιο και μακροχρόνιο κόστος. Καθώς επίσης δίνεται μια περιγραφή για το κόστος μίας μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και το διαχωρισμό του σε σταθερό και μεταβλητό κόστος. Στην συνέχεια εξετάζεται το συνολικό κόστος ενός συστήματος παραγωγής ηλεκτρισμού.

Στο πέμπτο κεφάλαιο πραγματοποιούνται υπολογισμοί του κόστους λειτουργίας των μονάδων στον Α.Η.Σ. Λινοπεραμάτων, το κόστος πλυσίματος των μονωτήρων στον Α.Η.Σ. Λινοπεραμάτων, καθώς επίσης και οι υπολογισμοί του κόστους τοποθέτησης των RTV's υλικών στον Α.Η.Σ. Λινοπεραμάτων για της τρεις εταιρίες ξεχωριστά. Και τέλος αξιολογείτε η χρήση της μεθόδου των RTV's επικαλύψεων όσον αφορά το κόστος εφαρμογής σε σχέση με το πλύσιμο των μονωτήρων.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Το παρόν σύγγραμμα είναι αφιερωμένο,

Στην οικογένεια μου, την μητέρα μου **Αντωνία** που σε όλα τα χρόνια της ζωής μου με στήριξε ηθικά και υλικά και με βοήθησε να πραγματοποιήσω τα όνειρα μου.

Στην μνήμη του αδικοχαμένου πατέρα μου **Στέλιου Χριστονάκη**

(17/ 12/1985)

Στον ανιψιό μου **Στέλιο**, στον αδερφό μου **Μιχάλη** και στην νύφη μου **Νίκη** για τις όμορφες στιγμές που μου έχουν χαρίσει όλα αυτά τα χρόνια και για την συμπαράσταση που μου έχουν δείξει.

Στην ανιψιά μου **Μπέμπα**, στην αδερφή μου **Πόπη** και στον γαμπρό μου **Επαμεινώνδα** για τις όμορφες στιγμές που μου έχουν χαρίσει όλα αυτά τα χρόνια και για την συμπαράσταση που μου έχουν δείξει.

Στον αρραβωνιαστικό μου, **Σώτα Γεώργιο** που του χρωστάω όλα αυτά που έχω υλοποιήσει κατά την διάρκεια των σπουδών μου, και για την εμπιστοσύνη και την βοήθεια που μου έδειξε όλα αυτά τα χρόνια που είμαστε μαζί.

Στον κ. **Σιδεράκη Κυριάκο** για την εμπιστοσύνη, την στήριξη και την υπομονή που έδειξε όλο αυτό τον καιρό μέχρι την ολοκλήρωση της εργασίας. Επίσης, ένα μεγάλο ευχαριστώ για όλα αυτά που μου δίδαξε και που αποκόμισα όλα αυτά τα χρόνια των σπουδών μου.

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	1
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	1
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΜΟΝΩΤΗΡΕΣ	7
1.1 ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΟΝΩΤΗΡΕΣ	7
1.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΤΩΝ ΜΟΝΩΤΗΡΩΝ	7
1.3 ΒΑΣΙΚΟΙ ΟΡΙΣΜΟΙ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΟΝΩΤΗΡΕΣ	11
1.4 ΥΛΙΚΑ ΤΩΝ ΜΟΝΩΤΗΡΩΝ	16
1.4.1 ΚΕΡΑΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ	16
1.4.2 ΠΟΛΥΜΕΡΗ ΥΛΙΚΑ	17
1.5 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΕΡΑΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΠΟΛΥΜΕΡΩΝ ΜΟΝΩΤΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ	17
1.6 ΕΙΔΗ ΜΟΝΩΤΗΡΩΝ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟ ΥΛΙΚΟ ΚΑΙ ΤΟ ΣΧΗΜΑ ΤΟΥΣ ΣΤΟΥΣ ΠΥΛΩΝΕΣ ΤΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ.....	20
1.7 ΡΥΠΑΝΣΗ	27
1.8 ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΥΠΕΡΠΗΔΗΣΗΣ (FLASHOVER).....	28
1.8.1 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΥΠΕΡΠΗΔΗΣΗΣ	29
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : Η ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΩΝ ΜΟΝΩΤΗΡΩΝ ΚΑΙ Η ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΗΣ ΣΤΗΝ ΚΡΗΤΗ	32
2.1 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΘΕΣΗ ΤΟΥ ΝΗΣΙΟΥ.....	32
2.1.1 ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΝΗΣΙΟΥ.....	33
2.2 ΡΥΠΑΝΣΗ ΜΟΝΩΤΗΡΩΝ	34
2.2.1 Η ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΩΝ ΜΟΝΩΤΗΡΩΝ ΣΤΗΝ ΚΡΗΤΗ	34
2.2.2 ΤΡΟΠΟΙ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΤΩΝ ΜΟΝΩΤΗΡΩΝ	34
2.2.2.1 ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	35
2.2.2.2 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	35
2.2.2.2.1 ΣΥΣΣΩΡΕΥΣΗ ΑΛΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΤΩΝ ΜΟΝΩΤΗΡΩΝ	36
2.3 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΤΩΝ ΜΟΝΩΤΗΡΩΝ	36
2.3.1 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΣΕ ΝΕΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ	37
2.3.1.1 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΛΕΙΣΤΩΝ ΥΠΟΣΤΑΘΜΩΝ.....	37
2.3.2 ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΟΝΩΤΗΡΑ ΣΕ ΣΥΝΗΘΕΙΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ	39
2.3.3 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΣΤΟΝ ΗΔΗ ΥΠΑΡΧΩΝ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΟ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟ	40
2.3.3.1 ΠΛΥΣΙΜΟ ΤΩΝ ΜΟΝΩΤΗΡΩΝ	40
2.3.3.2 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗΣ ΤΩΝ ΜΟΝΩΤΗΡΩΝ ΜΕ ΣΙΛΙΚΟΝΟΥΧΑ ΥΛΙΚΑ ΤΗΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ RTV'S ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ	42

2.4 ΣΙΛΙΚΟΝΟΥΧΕΣ ΕΠΙΚΑΛΥΨΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΜΟΝΩΣΗΣ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΡΥΠΑΝΣΗΣ.....	45
2.4.1 ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΩΝ RTV SILICON RUBBER ΕΠΙΚΑΛΥΨΕΩΝ.....	47
2.4.1.1 ΥΔΡΟΦΟΒΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ – ΚΑΤΑΣΤΟΛΗ ΤΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΔΙΑΡΡΟΗΣ.....	48
2.4.1.2 ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ.....	48
2.4.1.3 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΠΑΧΟΥΣ ΣΤΗΝ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΖΩΗΣ ΤΟΥ ΥΛΙΚΟΥ	48
2.4.1.4 ΠΡΟΣΚΟΛΛΗΣΗ ΣΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΤΟΥ ΜΟΝΩΤΗΡΑ	49
2.5 ΠΡΟΣΘΕΤΗ ΑΥΞΗΣΗ ΤΟΥ ΜΗΚΟΥΣ ΕΡΠΥΣΜΟΥ	49
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 :ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΩΝ RTV ΣΙΛΙΚΟΝΟΥΧΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗΣ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ.....	50
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	50
3.2 ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΟΥ ΚΑΤΑΛΗΛΟΥ ΥΛΙΚΟΥ	51
3.3 ΣΙΛΙΚΟΝΟΥΧΕΣ ΕΠΙΚΑΛΥΨΕΙΣ RTV	52
3.3.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΑΧΟΥΣ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗΣ	54
3.3.1.1 ΟΙ ΤΡΕΙΣ ΣΗΜΑΝΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗΣ.....	57
3.3.1.2 Η ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΤΗΣ ΥΔΡΟΦΟΒΙΚΟΤΗΤΑΣ.....	60
3.4 ΥΛΙΚΑ ΠΛΗΡΩΣΗΣ	60
3.5 ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΔΙΑΡΡΟΗΣ	63
3.6 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ RTV'S ΕΠΙΚΑΛΥΨΕΩΝ ΑΠΟ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΔΙΑΡΡΟΗΣ.....	64
3.7 ΚΟΣΤΟΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ RTVS.....	65
3.8 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ RTV ΓΙΑ ΤΑ ΤΡΕΙΑ ΥΛΙΚΑ.....	67
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Η ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΜΙΑΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗΣ	77
4.1 ΟΡΘΟΛΟΓΙΚΩΣ ΔΡΩΣΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ.....	77
4.2 ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ	78
4.3 ΒΡΑΧΥΧΡΟΝΙΑ ΘΕΩΡΗΣΗ.....	78
4.4 ΜΑΚΡΟΧΡΟΝΙΑ ΘΕΩΡΗΣΗ	79
4.5 ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΜΙΑΣ ΜΟΝΑΔΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	80
4.5.1 ΤΟ ΣΤΑΘΕΡΟ ΚΟΣΤΟΣ	80
4.5.2 ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ	80
4.6 ΛΟΙΠΕΣ ΣΤΑΘΕΡΕΣ ΔΑΠΑΝΕΣ.....	81
4.6.1 ΜΟΡΦΕΣ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΣΤΑΘΕΡΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ.....	82
4.7 ΤΟ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟ Η ΑΝΑΛΟΓΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ.....	82
4.7.1 ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ	82
4.7.2 ΛΟΙΠΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ ΔΑΠΑΝΕΣ ΚΑΙ ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟ ΚΟΣΤΟΣ	83

4.7.3 ΤΟ ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ.....	84
4.8 ΧΡΗΣΙΜΟΙ ΤΥΠΟΙ.....	85
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΤΩΝ RTV _s ΕΠΙΚΑΛΥΨΕΩΝ ΚΑΙ ΤΟΥ ΠΛΥΣΙΜΑΤΟΣ ΤΩΝ ΜΟΝΩΤΗΡΩΝ	86
5.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΩΝ Α.Η.Σ. ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ	86
5.2 ΚΟΣΤΟΣ ΠΛΥΣΙΜΑΤΟΣ ΜΟΝΩΤΗΡΩΝ Α.Η.Σ. ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ	127
5.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ RTV ΥΛΙΚΩΝ ΣΤΟΝ Α.Η.Σ. ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ	135
5.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	142
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	150

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΜΟΝΩΤΗΡΕΣ

1.1 ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΟΝΩΤΗΡΕΣ

Οι μονωτήρες είναι διατάξεις που χρησιμοποιούνται για την απομόνωση των ηλεκτροφόρων στοιχείων μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης από τα μη ηλεκτροφόρα στα εναέρια δίκτυα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας και τα οποία πρέπει να καλύπτουν τόσο ηλεκτρικές, όσο και μηχανικές λειτουργικές ανάγκες, οι οποίες συνήθως εμφανίζουν αλληλοσυγκρουόμενες απαιτήσεις κατά τη σχεδίαση. Ο σημαντικότερος παράγοντας, από τον οποίο πηγάζει η ως άνω πολυπλοκότητα, είναι η αδυναμία δημιουργίας ενός ιδανικά μη αγώγιμου στοιχείου στην πράξη. Όλοι οι μονωτήρες έχουν εξωτερικές επιφάνειες, οι οποίες κατά τη χρήση τους θα ρυπανθούν, σε διαφορετικό, φυσικά, βαθμό ανάλογα με την περιοχή τοποθέτησης τους. Κατά κανόνα, το επιφανειακό στρώμα ενός ρυπασμένου μονωτήρα περιέχει αδρανή ορυκτή ύλη, ηλεκτρικά αγώγιμη σκόνη, όπως άνθρακα ή οξειδία μετάλλου, διαλυτά στο νερό άλατα και υγρασία. Το ρεύμα διαρροής, που μεταφέρεται μέσω του επιφανειακού στρώματος ρύπανσης, προκαλεί αύξηση της θερμοκρασίας, των ηλεκτροχημικών προϊόντων ηλεκτρόλυσης και των ηλεκτρικών μερικών εκκενώσεων, οι οποίες μπορούν να οδηγήσουν στην υπερπήδηση του μονωτήρα και το σχηματισμό ηλεκτρικού τόξου στο περιβάλλον μέσο.[3]

Η σχεδίαση της γεωμετρίας, το υλικό κατασκευής των μονωτήρων, ο τρόπος της χρησιμοποίησής τους και το κόστος παίζουν καθοριστικό ρόλο στην τελική επιλογή των μονωτήρων ανάλογα με το πεδίο εφαρμογής τους.[2]

Τα τρία βασικά μέρη των μονωτήρων είναι το μονωτικό (διηλεκτρικό), οι ακροδέκτες, που συνδέουν το διηλεκτρικό με την υπόλοιπη μηχανολογική δομή, και τα ενδιάμεσα υλικά στο εσωτερικό του μονωτήρα, όπως τσιμέντο.[3]

Το διηλεκτρικό, που είναι συνήθως πορσελάνη, γυαλί ή πολυμερές, απαιτείται να διατηρεί την εφαρμοσμένη διαφορά δυναμικού για αρκετές δεκαετίες χωρίς να αστοχήσει. Πρέπει, επίσης, να ανθίσταται σε καταπονήσεις κρουστικών τάσεων που προκαλούνται από κεραυνούς ή χειρισμούς διακοπών του δικτύου, χωρίς να διασπάται. Επειδή οι επιφάνειες των διηλεκτρικών είναι στην πράξη, πάντα, ηλεκτρικά αγώγιμες, εξαιτίας της υγρασίας και των επικαθίσεων, είναι απαραίτητη μία διαχρονική ανθεκτικότητα στις επιφανειακές ηλεκτρικές εκκενώσεις, τα ηλεκτροχημικά προϊόντα και τη διάβρωση.[3]

1.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΤΩΝ ΜΟΝΩΤΗΡΩΝ

Οι πρώτοι μονωτήρες χρονολογούνται από το έτος 1835 στα δίκτυα τηλεγράφων. Το έτος 1882 χρησιμοποιούνται σε δίκτυο μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας όταν τέθηκε σε λειτουργία η πρώτη γραμμή μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας συνεχούς τάσης (1343Vdc) που συνέδεε το Miesbach με το Μόναχο και σχεδιάστηκε από τους Miller και Dyrguez προκειμένου να χρησιμοποιηθεί για την λειτουργία ενός τεχνητού καταρράχτη στην ηλεκτρική έκθεση του Μονάχου. Οι ηλεκτρικές και μηχανικές τάσεις στις οποίες έπρεπε να ανθίστανται η τηλεγραφικοί μονωτήρες ήταν προφανές αμελητέες με εκείνες που προκύπτουν από το φορτίο μιας εναέριας γραμμής μεταφοράς. Οι νέες απαιτήσεις σίγουρα αποκάλυψαν σοβαρές ελλείψεις όχι μόνο στα υλικά, αλλά και στα σχέδια των μονωτήρων τα οποία αρχικά ήταν απλά αντίγραφα των τύπων τηλεγράφων. Μερικοί από τους

μονωτήρες στις αρχές του 19^{ου} αιώνα αναγνωρίζονται σαν εξελιγμένες κατασκευές των μονωτήρων τηλεγραφικών γραμμών. Όμως το μεγάλο μέγεθος και βάρος των αρχικών μονωτήρων στήριξης αποτέλεσε ανασταλτικό παράγοντα στην κατασκευή, το χειρισμό και την εγκατάστασή τους.[4]

Οι μονωτήρες στήριξης που χρησιμοποιούνταν στην Αμερική αποτελούνταν από λεπτά περιβλήματα πορσελάνης και συνηθισμένο γυαλί που είχε υποστεί ειδική κατεργασία σε υψηλές θερμοκρασίες. Μερικά τμήματα πορσελάνης συνδέονται μεταξύ τους με γυαλί το οποίο ήταν συνήθως στερεωμένο σε μονωτικό τσιμέντο. Η ευρωπαϊκή τεχνολογία πορσελάνης όμως προηγείτο της αμερικανικής καθώς επέτρεπε την κατασκευή μεγάλων μονωτήρων ανάρτησης οι οποίοι αποτελούνταν από ένα ή δυο τμήματα πορσελάνης αποφεύγοντας τις πολλαπλές εσωτερικές μεταλλικές ενθέσεις που ήταν απαραίτητες για την συνδεσμολογία τους. Σε όλους αυτούς τους μονωτήρες το κεραμικό υλικό ή το γυαλί συμπίεζονταν μηχανικά. Για τους μονωτήρες που είχαν υποστεί διαδικασία μηχανικής προέντασης κατά την κατασκευή η τακτική που ακολουθήθηκε προερχόταν κυρίως από τις εμπειρίες που είχαν αποκτηθεί από τις τηλεγραφικές γραμμές.[4]

Ο βασικός μονωτήρας ωοειδούς σχήματος οδήγησε το 1907 στην κατασκευή ενός δισκοειδούς μονωτήρα, του Hewlett. Ο μονωτήρας αυτός χαρακτηρίζεται από ένα μεγάλο μήκος ερπυσμού ανάμεσα στα ηλεκτρόδια, ασφαλή συμπεριφορά σε περίπτωση θραύσης από μηχανική κρούση κατά τη λειτουργία και απουσία τσιμέντου εσωτερικά. Υπάρχει βέβαια μεγάλη δυσκολία στην κατασκευή του.[4]

Οι μεταλλικές ενθέσεις σε κεραμικούς μονωτήρες, πρωτοπαρουσιάστηκαν στις Η.Π.Α. το 1903, και επέτρεψαν στους μονωτήρες στήριξης να τίθενται σε σταθερούς στύλους και να ανθίστανται σε σημαντικά φορτία κάμψης. Αυτό ήταν ένα καθοριστικό βήμα για την ανάπτυξη της τεχνολογίας των μονωτικών υλικών.[4]

Η ευρωπαϊκή πρακτική, όπως παρουσιάστηκε αρχικά στο μονωτήρα motor, και αργότερα η εισαγωγή μονωτήρων τύπου ράβδου, χρησιμοποίησε δύο εξωτερικά περιβλήματα δισκοειδούς μορφής συγκρατημένα με τσιμέντο ή χυτό μέταλλο προκειμένου να μπορεί να εφαρμοστεί κατά τη λειτουργία το εφελκυστικό φορτίο στο κεντρικό μέρος της πορσελάνης. Η μοναδική επίπτωση της χρησιμοποίησης τσιμέντου για την σύνδεση με το μεταλλικό τμήμα ήταν να τοποθετηθεί η πορσελάνη με αυξημένη μηχανική πίεση ακτινικά. Δυστυχώς όμως δεν διατηρούσε το σημαντικό πλεονέκτημα όλων των μορφών κελύφους – πείρου δηλαδή την ικανότητα τους να διατηρούν τη μηχανική τους ακεραιότητα ακόμα και όταν συντριβούν.[4]

Με το σταδιακό πέρασμα σε όλο και υψηλότερες τάσεις, τα μειονεκτήματα της απώλειας απόδοσης και οι βλάβες στις εγκαταστάσεις των σταθμών παραγωγής που προέρχονταν από τα τόξα γύρω από τους μονωτήρες των γραμμών αυξήθηκαν σημαντικά. Η ανάγκη για αυξημένη αξιοπιστία έγινε πιο επιτακτική και αυτό οδήγησε στην ανάπτυξη των δισκοειδών μονωτήρων με μεγάλο μήκος ερπυσμού θέτοντας τις βάσεις για την κατασκευή μεγάλων μονωτήρων στους υποσταθμούς.[4]

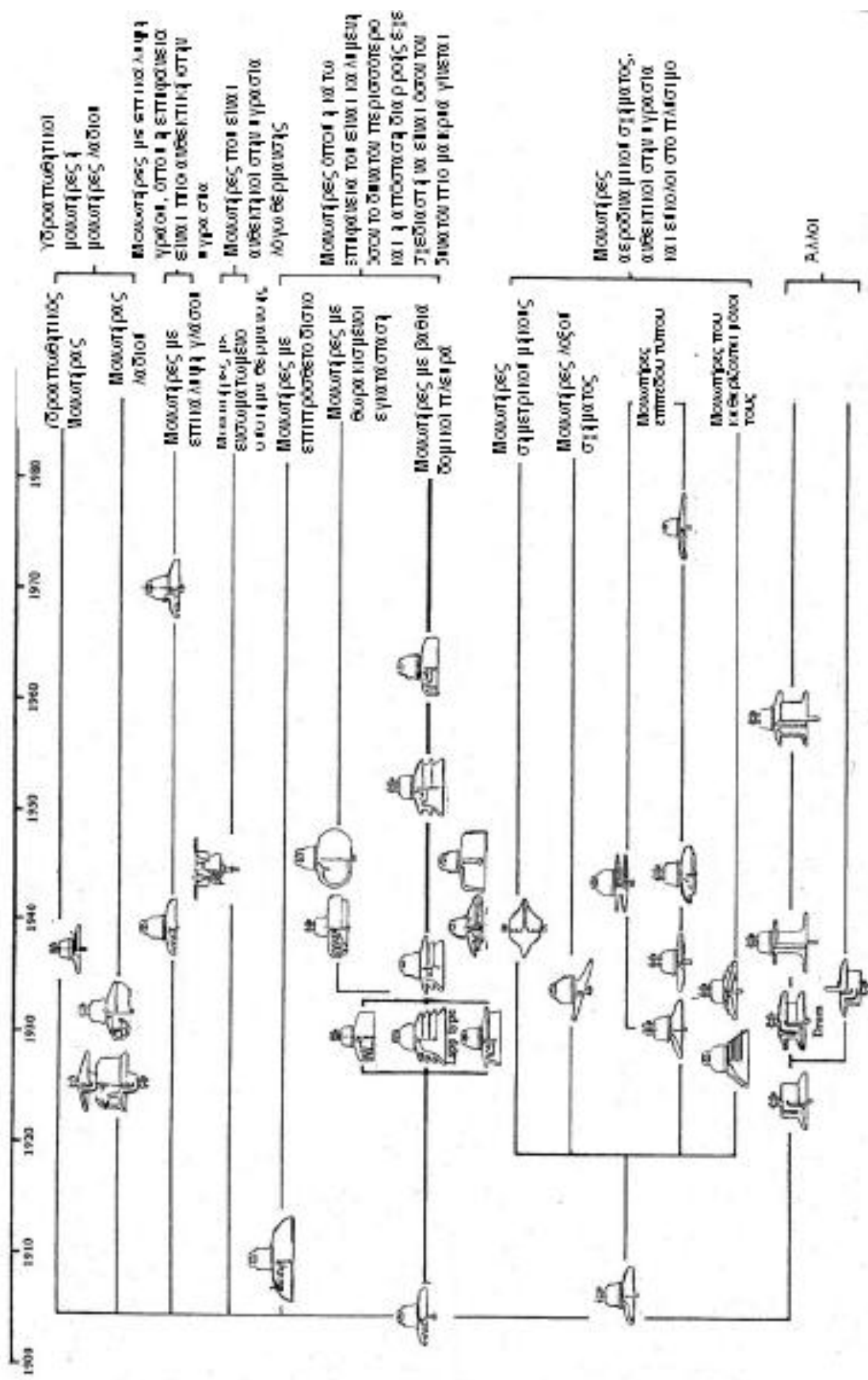
Από τότε οι μονωτήρες τροποποιούνται ως προς τα υλικά κατασκευής τους, το σχήμα τους, την ανάγκη εφαρμογής υψηλότερων τάσεων, τη βελτίωση της απόδοσής τους σε συνθήκες ρύπανσης (Σχήμα 1.1). [2]

Λίγο πριν το 1962 διαπιστώθηκε ότι η απόδοση των μονωτήρων μπορεί να προβλεφθεί από εργαστηριακές δοκιμές και έτσι η γεωμετρία και ο όγκος τους είναι δυνατό να εξεταστούν επιστημονικά. Η σημαντικότερη δοκιμή ήταν η δοκιμή λειτουργίας σε περιβάλλον ομίχλης και αλάτων βάσει της οποίας απορρίφθηκαν αρκετά παράδοξα σχήματα μονωτήρων. Η

συγκεκριμένη δοκιμή τυποποιήθηκε το 1975 με το πρότυπο IEC 507, κατόπιν μακροχρόνιας έρευνας .[4]

Οι πρώτοι μονωτήρες από πολυμερές υλικό και συγκεκριμένα από εποξική ρητίνη κατασκευάστηκαν για εγκατάσταση σε εξωτερικό περιβάλλον μετά το 1960 στις Ηνωμένες Πολιτείες, αλλά αστόχησαν σε σύντομο χρονικό διάστημα. Λίγα χρόνια αργότερα οι κατασκευαστές εισήγαγαν σε γενικές γραμμές τη μορφή που παρουσιάζουν σήμερα οι πολυμερείς μονωτήρες.[4]

Με την έρευνα σήμερα γίνονται προσπάθειες να επιλυθούν προβλήματα αξιοπιστίας ώστε να καλυφθούν επιτυχώς οι απαιτήσεις μεταφοράς υψηλής ή υπερυψηλής τάσης καθώς και συνεχούς τάσης.[4]



Σχήμα 1.1 : Χρονολογική κατάταξη των κανόνων σχεδιασμού των μονωτήρων με στόχο την αποφυγή εναπόθεσης ρύπανσης.[2]

1.3 ΒΑΣΙΚΟΙ ΟΡΙΣΜΟΙ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΟΝΩΤΗΡΕΣ

Μονωτικά υλικά ή διηλεκτρικά: Είναι τα υλικά στα οποία όλοι οι φορείς (ηλεκτρόνια) είναι πλήρως και σταθερά δεσμευμένοι στα άτομα του κρυσταλλικού πλέγματος και μια συνηθισμένη προσφορά ενέργειας δεν μπορεί να δημιουργήσει ελεύθερα ηλεκτρόνια. Συνεπώς τα υλικά αυτά δεν είναι αγωγοί του ηλεκτρικού ρεύματος.[2]

Μονωτήρες δικτύων μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας: Είναι εξαρτήματα των γραμμών μεταφοράς, αποτελούμενα κυρίως από μονωτικό υλικό, τα οποία χρησιμοποιούνται για να στηρίζουν, να διαχωρίζουν ή να εμπεριέχουν αγωγούς τάσης.[2]

Μήκος ερπυσμού (L): Είναι η συντομότερη διαδρομή επί της επιφάνειας του μονωτήρα ανάμεσα σε δύο μεταλλικά άκρα του (μήκος της εξωτερικής ημιπεριμέτρου του μονωτικού υλικού σε επίπεδο τομής διερχόμενο από τον άξονα συμμετρίας του μονωτήρα).[2]

Ειδικό μήκος ερπυσμού (L_s): Είναι το ολικό μήκος ερπυσμού ενός μονωτήρα διαιρεμένο με το γινόμενο της rms τιμής της τάσης επί $\sqrt{3}$. Συνήθως εκφράζεται σε mm/kV.[2]

Αλμυρότητα: Η συγκέντρωση άλατος σε διάλυμα προερχόμενο από νερό, εκφρασμένο σε ποσότητα άλατος διαιρεμένη με τον όγκο του διαλύματος. Συνήθως εκφράζεται σε kg/m³. [2]

Στρώμα ρύπανσης: Είναι ένα αγώγιμο ηλεκτρολυτικό στρώμα στην επιφάνεια του μονωτήρα, το οποίο αποτελείται από άλατα και αδρανή υλικά. [2]

Αγωγιμότητα στρώματος: Η αγωγιμότητα του στρώματος ρύπανσης πολλαπλασιασμένη με τον συντελεστή μορφής. Συνήθως εκφράζεται σε μS.[2]

Πυκνότητα επικάλυψης άλατος (salt deposit density – SDD): Η ποσότητα άλατος που εναποτίθεται σε δεδομένη επιφάνεια του μονωτήρα (μεταλλικά μέρη και υλικά σύνδεσης δεν πρέπει να συμπεριλαμβάνονται σε αυτή την επιφάνεια) διαιρεμένη με το εμβαδόν της επιφάνειας. Συνήθως εκφράζεται σε mg/cm². [2]

Ισοδύναμη πυκνότητα επικάλυψης άλατος (equivalent salt deposit density – ESDD): Είναι η ισοδύναμη ποσότητα εναποθέματος σε mg NaCl ανά cm² στην επιφάνεια ενός μονωτήρα, η οποία έχει ηλεκτρική αγωγιμότητα ίση με το πραγματικό εναπόθεμα διαλυμένο στην ίδια ποσότητα νερού.[2]

Καθορισμένος βαθμός ρύπανσης αντοχής: Ο βαθμός ρύπανσης, στον οποίο ένας μονωτήρας θ' αντέξει την προδιαγεγραμμένη τάση δοκιμής, σε τρία τουλάχιστον από τα τέσσερα τεστ.[2]

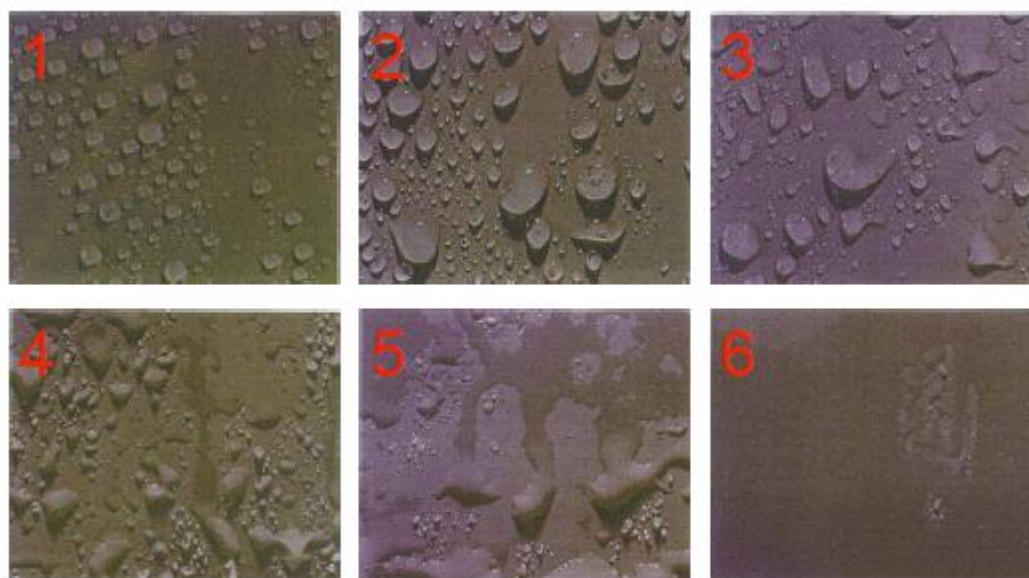
Μέγιστος βαθμός ρύπανσης αντοχής: Ο υψηλότερος βαθμός ρύπανσης, στον οποίο μπορούν να επιτευχθούν τουλάχιστον τρεις στις τέσσερις δοκιμές αντοχής στην καθορισμένη τάση δοκιμής.[2]

Καθορισμένη τάση αντοχής: Η τάση δοκιμής την οποία θ' αντέξει ένας μονωτήρας υπό καθορισμένο βαθμό ρύπανσης, τουλάχιστον σε τρία από τα τέσσερα τεστ.[2]

Μέγιστη τάση αντοχής: Η υψηλότερη τάση δοκιμής, με την οποία μπορούν να επιτευχθούν τουλάχιστον τρεις στις τέσσερις δοκιμές υπό τον καθορισμένο βαθμό ρύπανσης.[2]

Διαβρεξιμότητα (wettability): Είναι η ικανότητα μίας επιφάνειας να υγρανθεί από ένα υγρό (π.χ. νερό).[2]

Υδροφοβικότητα: Χαρακτηρίζει μία επιφάνεια με χαμηλό βαθμό διαβρεξιμότητας. Μία υδρόφοβη επιφάνεια έχει χαμηλή επιφανειακή τάση με αποτέλεσμα να απωθεί το νερό. Παρακάτω στην εικόνα 1.3.1 φαίνονται τα στάδια της υδροφοβικότητας, όπου στο 1^ο στάδιο φαίνεται η δημιουργία των σταγονιδίων νερού και εν συνεχεία στο 2^ο, 3^ο, 4^ο, 5^ο και τέλος στο 6^ο στάδιο η διαδικασία απόθεσης του νερού από την επιφάνεια του μονωτήρα.



Εικόνα 1.3.1: Στάδια υδροφοβικότητας

Υδροφιλικότητα: Χαρακτηρίζει μία επιφάνεια με υψηλό βαθμό διαβρεξιμότητας. Μία υδρόφιλη επιφάνεια έχει υψηλή επιφανειακή τάση με αποτέλεσμα να υγραίνεται από το νερό, το οποίο σχηματίζει ένα λεπτό στρώμα πάνω στην επιφάνεια. [2]

Tracking: Είναι μια μη-αναστρέψιμη επιδείνωση του μονωτικού υλικού, λόγω του σχηματισμού αγώγιμων δρόμων που ξεκινούν και αναπτύσσονται στην επιφάνεια του υλικού αυτού. Αυτοί οι δρόμοι είναι αγώγιμοι ακόμα και σε ξηρές συνθήκες. Αυτή η διεργασία μπορεί να συμβεί στην επιφάνεια του μονωτικού υλικού που έρχεται σε επαφή με τον αέρα, αλλά και σε διεπιφάνειες μεταξύ δύο διαφορετικών μονωτικών υλικών.[2]

Διάβρωση (Erosion): Η διάβρωση είναι μια ανέκκλητη και μη-αγώγιμη επιδείνωση της επιφάνειας του μονωτήρα που συμβαίνει μέσω της απώλειας μέρους του υλικού. Η απώλεια αυτή μπορεί να είναι ομοιόμορφη ή τοπική.[2]

Θραύση (Cracking): Είναι οποιοδήποτε είδος θραύσης στην επιφάνεια με βάθος μεγαλύτερο από 0.1 mm.[2]

Υδρόλυση: Είναι μια χημική διαδικασία που περιλαμβάνει την αντίδραση του υλικού με νερό σε υγρή ή αέρια κατάσταση. Μπορεί να οδηγήσει σε ηλεκτρικό ή μηχανικό υποβιβασμό των ιδιοτήτων του υλικού.[2]

Ιξωδοελαστική συμπεριφορά πολυμερών υλικών: Τα πολυμερή όταν βρίσκονται στην ελαστομερή κατάσταση παρουσιάζουν κάτω από την επίδραση εξωτερικών δυνάμεων ιξωδοελαστική συμπεριφορά, η οποία είναι ένας συνδυασμός της ελαστικής συμπεριφοράς των στερεών σωμάτων και της νευτώνειας συμπεριφοράς των ρευστών.[2]

Η γνώση της ιξωδοελαστικής συμπεριφοράς και γενικότερα της μηχανικής συμπεριφοράς των πολυμερών παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον κυρίως για τους παρακάτω λόγους:

α) Κατά τη διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας ενός προϊόντος από πολυμερικό υλικό, αυτό συνήθως δέχεται την επίδραση εξωτερικών δυνάμεων (π.χ. εφελκυστικών για την παραγωγή ινών ή θλιπτικών για την παραγωγή διαφόρων πλαστικών αντικειμένων με συμπίεση). Αν γνωρίζουμε τη συμπεριφορά του πολυμερούς, είναι δυνατή η ρύθμιση των συνθηκών (θερμοκρασία, χρόνος, πίεση κ.α.) ώστε να αποφεύγεται η εμφάνιση ελαττωμάτων στο τελικό προϊόν. Επίσης είναι δυνατή η ρύθμιση διαφόρων παραμέτρων που επηρεάζουν την παραγωγική διαδικασία του προϊόντος, όπως π.χ.: απαιτούμενο μέγεθος εγκατάστασης, κατανάλωση ενέργειας, με στόχο τη μείωση του κόστους παραγωγής. [2]

β) Το προϊόν που θα παραχθεί συνήθως δέχεται την επίδραση εξωτερικών δυνάμεων κατά τη χρησιμοποίησή του. Αν λοιπόν γνωρίζουμε τη μηχανική συμπεριφορά των πολυμερών γίνεται σωστότερη επιλογή του πιο κατάλληλου, ώστε να ικανοποιούνται καλύτερα οι απαιτήσεις των ιδιοτήτων που πρέπει να έχει το τελικό προϊόν. Σε πολλές εφαρμογές απαιτούνται πολυμερή που δεν παραμορφώνονται εύκολα και παρουσιάζουν σταθερότητα διαστάσεων όταν βρεθούν κάτω από τη μακρόχρονη επίδραση εξωτερικών δυνάμεων.[2]

Τα πολυμερή γενικά κάτω από συνθήκες μηχανικής φόρτισης συμπεριφέρονται ως:

α) Ελαστικά στερεά β) Ιξωδοελαστικά γ) Ρευστά

Ως ελαστικά στερεά συμπεριφέρονται όταν βρίσκονται σε θερμοκρασίες που είναι κάτω από τη θερμοκρασία T_g (θερμοκρασία υαλώδους κατάστασης) στην περίπτωση των άμορφων και ημικρυσταλλικών πολυμερών (υαλώδης κατάσταση), ή κάτω από τη θερμοκρασία T_m (θερμοκρασία σημείου τήξης) στην περίπτωση των κρυσταλλικών. Στην περιοχή αυτή των θερμοκρασιών, όπου παρατηρούνται μόνο δονήσεις των ομοιοπολικών δεσμών των μακρομορίων η επίδραση εξωτερικών δυνάμεων προκαλεί ελαστικές παραμορφώσεις (επιμήκυνση, κάμψη) των δεσμών, με αποτέλεσμα το πολυμερές. [2]

Σ' ένα ελατήριο εάν εφαρμοστεί μία δύναμη F θα προκαλέσει μία ελαστική παραμόρφωση ως αποτέλεσμα του εφελκυσμού. Το μέγεθος της παραμόρφωσης είναι ανάλογο προς την τάση που εφαρμόζεται, όπως ορίζεται από το νόμο του Hooke (νόμος ελαστικών στερεών):

$$\sigma = E \gamma \quad (1.3)$$

όπου σ είναι η τάση που εφαρμόζεται (Δύναμη / Επιφάνεια S), E είναι το μέτρο ελαστικότητας σε εφελκυσμό ή μέτρο του Young, και γ είναι η ανηγμένη επιμήκυνση του ελατηρίου ($\Delta l/l_0$), όπου Δl η επιμήκυνση και l_0 το μήκος του ελατηρίου στην κατάσταση ισορροπίας και πριν την εφαρμογή της σταθερής δύναμης F . [2]

Όταν απομακρυνθεί η εξωτερική δύναμη, το ελατήριο επανέρχεται ακριβώς στην αρχική του θέση (ελαστική συμπεριφορά).

Στην περίπτωση των πολυμερών κάτω από την επίδραση μιας σταθερής τάσης αυτά παρουσιάζουν μια ορισμένη ελαστική παραμόρφωση ανεξάρτητη από το χρόνο η οποία εξαφανίζεται όταν πάψει να επενεργεί η δύναμη.[2]

Ως ιξωδοελαστικά συμπεριφέρονται τα άμορφα και ημικρυσταλλικά πολυμερή όταν βρίσκονται στην ελαστομερή κατάσταση, δηλαδή σε θερμοκρασίες μεταξύ T_g και T_f , ή T_g και T_m αντίστοιχα. [2]

Η ιξωδοελαστική συμπεριφορά, η οποία πρέπει να σημειωθεί ότι παρατηρείται μόνο στα πολυμερή, είναι ένας αρκετά πολύπλοκος συνδυασμός της μηχανικής συμπεριφοράς των ελαστικών στερεών και των νευτώνειων ρευστών. [2]

Ως ρευστά τέλος τα πολυμερή συμπεριφέρονται όταν βρίσκονται στην ιξώδη κατάσταση, σε θερμοκρασίες δηλαδή πάνω από τη θερμοκρασία ροής T_f ή το σημείο τήξης T_m και κάτω από την επίδραση εξωτερικής δύναμης είτε ακολουθούν το νόμο του Νεύτωνα (Νευτώνεια ρευστά) ή αποκλίνουν απ' αυτόν (μη Νευτώνεια ρευστά). [2]

Στην πρώτη περίπτωση η επίδραση σταθερής διατμητικής τάσης προκαλεί μη αντιστρεπτή παραμόρφωση του ρευστού (ροή) όπως ορίζεται από τη σχέση:

$$\sigma = n\dot{\gamma} \text{ (νόμος του Νεύτωνα)}$$

όπου σ είναι η διατμητική τάση, n είναι το ιξώδες, $\dot{\gamma}$ ο ρυθμός διάτμησης. [2]

Εδώ, σε αντίθεση με τα ελαστικά στερεά, η τάση που εφαρμόζεται είναι ανάλογη του χρόνου φόρτισης[2]

$$\sigma = n \gamma t$$

Υαλώδης κατάσταση ($T < T_g$ ή T_m): Ως ελαστικά στερεά συμπεριφέρονται τα πολυμερή όταν βρίσκονται σε θερμοκρασίες που είναι κάτω από τη θερμοκρασία υαλώδους κατάστασης T_g στην περίπτωση των άμορφων και ημικρυσταλλικών πολυμερών, ή κάτω από τη θερμοκρασία του σημείου τήξης T_m στην περίπτωση των κρυσταλλικών.[2]

Ελαστομερής κατάσταση ($T_g < T < T_g + 30^\circ\text{C}$ και $T_g + 30^\circ\text{C} < T < T_f$ ή T_m): Ως ιξωδοελαστικά συμπεριφέρονται τα άμορφα και ημικρυσταλλικά πολυμερή όταν βρίσκονται στην ελαστομερή κατάσταση, δηλαδή σε θερμοκρασίες μεταξύ T_g και θερμοκρασίας ροής T_f , ή T_g και σημείου τήξης T_m αντίστοιχα. Η ιξωδοελαστική συμπεριφορά, η οποία πρέπει να σημειωθεί ότι παρατηρείται μόνο στα πολυμερή, είναι ένας αρκετά πολύπλοκος συνδυασμός της μηχανικής συμπεριφοράς των ελαστικών στερεών και των νευτώνειων ρευστών. [2]

Ιξώδης κατάσταση ($T > T_f$ ή T_m): Ως ρευστά συμπεριφέρονται τα πολυμερή όταν βρίσκονται στην ιξώδη κατάσταση, σε θερμοκρασίες δηλαδή πάνω από τη θερμοκρασία ροής T_f ή το σημείο τήξης T_m και κάτω από την επίδραση εξωτερικής δύναμης είτε ακολουθούν το νόμο του Νεύτωνα (Νευτώνεια ρευστά) ή αποκλίνουν από αυτόν (μη Νευτώνεια ρευστά). [2]

Ελαστομερή: Ελαστομερή ή ελαστικά είναι τα πολυμερή εκείνα που με την εφαρμογή μικρής εφελκυστικής δύναμης, δίνουν μεγάλη σχετικά αντιστρεπτή παραμόρφωση. Η παραμόρφωση αυτή (έκταση) κυμαίνεται συνήθως από 100-500% και μερικές φορές φθάνει στο 1000%. Οι όροι ελαστομερές (elastomer) και ελαστικό (rubber) χρησιμοποιούνται σήμερα χωρίς καμία διάκριση. Δε θα πρέπει όμως να συγχέονται τα ελαστομερή με τα ελαστικά στερεά. (νόμος του Hooke) . [2]

Ένα πολυμερές για να συμπεριφερθεί ως ελαστομερές θα πρέπει να βρεθεί σε μια θερμοκρασία τέτοια που να κείται μεταξύ της θερμοκρασίας T_g και T_m . Θα πρέπει το πολυμερές να έχει χαμηλή θερμοκρασία T_g , χαμηλότερη από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, ώστε στη θερμοκρασία περιβάλλοντος να συμπεριφέρεται ως ελαστομερές ενώ συγχρόνως η παρουσία στη δομή σταυροδεσμών να μην επιτρέπουν την ολίσθηση των μακρομορίων κατά τη μακρόχρονη εφαρμογή μιας τάσης.[2]

Συνδετικό Μέσο: Είναι ενώσεις που το μόριό τους διαθέτει δύο δραστικά άκρα με τα οποία μπορούν να συνδεθούν σταθερά δύο τελείως διαφορετικά υλικά, όπως για παράδειγμα, το πληρωτικό ή ενισχυτικό μέσο με το πολυμερές.[2]

Πληρωτικά υλικά: Ως πληρωτικά υλικά χαρακτηρίζονται τα αδρανή εκείνα υλικά, ανόργανα και οργανικά, που όταν προσθέτονται σ' ένα πολυμερές αυξάνουν την αντοχή και μειώνουν το κόστος παραγωγής. Τα ανόργανα πληρωτικά υλικά προτιμούνται σε σχέση με τα οργανικά, όταν επιδιώκεται η βελτίωση της αντίστασης στη θέρμανση, την υγρασία, τον ηλεκτρισμό και τα χημικά αντιδραστήρια. Επίσης προσδίδουν στο τελικό προϊόν σταθερότητα διαστάσεων. Ενσωματώνονται στο πολυμερές για τη μείωση της πυκνότητας με συνέπεια τη μείωση του κόστους του τελικού προϊόντος .[2]

Ενισχυτικά Μέσα: Ενισχυτικά μέσα είναι τα υλικά που προσθέτονται στα πολυμερή αποκλειστικά για τη βελτίωση των μηχανικών ιδιοτήτων.[2]

Σταθεροποιητές: Τα πολυμερή κάτω από την επίδραση του ατμοσφαιρικού οξυγόνου, της θερμότητας, του ηλιακού φωτός ή εξωτερικών διατμητικών δυνάμεων αποικοδομούνται. Για να αποφευχθεί η αποικοδόμηση αυτή χρησιμοποιούνται ορισμένα πρόσθετα που ονομάζονται γενικά σταθεροποιητές. Οι σταθεροποιητές ανάλογα με τον τρόπο δράσης τους διακρίνονται σε γενικές γραμμές σε τρεις κατηγορίες: αντιοξειδωτικά, απορροφητές υπεριώδους ακτινοβολίας και πρόσθετα για την προστασία από τη θερμότητα.[2]

Πλαστικοποιητές: Είναι ενώσεις στερεές ή υγρές, οι οποίες όταν προσθέτονται σε σκληρά πολυμερή τα μετατρέπουν σε εύκαμπτα μαλακά και ακατέργαστα. Η δράση τους οφείλεται στη μείωση των διαμοριακών δυνάμεων που υπάρχουν μεταξύ των μακρομορίων, με αποτέλεσμα την αύξηση της ευκαμψίας και τη μείωση της θερμοκρασίας T_g και T_f του πολυμερούς, ώστε στη θερμοκρασία του περιβάλλοντος το πολυμερές να βρίσκεται περίπου στην ελαστομερή κατάσταση. [2]

Άλλα πρόσθετα: Επιβραδυντές καύσης (αλογονούχες κυρίως ενώσεις που προστατεύουν τα πολυμερή από τη φωτιά), αντιστατικά (υγροσκοπικές ενώσεις που απορροφούν την ατμοσφαιρική υγρασία και δημιουργούν ένα λεπτό στρώμα νερού οργανικά με τα οποία

επιτυγχάνεται η εύκολη βαφή των πολυμερών που γίνεται σ' όλη τη μάζα τους), συντηρητικά (ενώσεις προστατευτικές των επικαλυπτικών από μικροοργανισμούς) .[2]

Βουλκανισμός: Αποτελεί συνήθως το τελευταίο στάδιο παραγωγής ενός πολυμερούς υλικού μαζί με τη μορφοποίηση του. Με το βουλκανισμό (δημιουργία σταυροδεσμών μεταξύ γραμμικών μορίων, συνήθως σε ποσοστό 1:100 επαναλαμβανόμενες μονάδες) βελτιώνεται η μηχανική αντοχή και η ελαστικότητα και διευρύνεται επίσης η περιοχή θερμοκρασιών που διατηρείται η ελαστικότητα, ενώ μειώνεται η ευαισθησία στους διαλύτες.[2]

1.4 ΥΛΙΚΑ ΤΩΝ ΜΟΝΩΤΗΡΩΝ

Τα τρία βασικά μέρη των μονωτήρων είναι το διηλεκτρικό (πορσελάνη, γυαλί, πολυμερές υλικό), ο εξοπλισμός, που συνδέει το διηλεκτρικό με την υπόλοιπη μηχανολογική δομή, και τα ενδιάμεσα υλικά στο εσωτερικό του μονωτήρα, όπως τσιμέντο.[2]

1.4.1 ΚΕΡΑΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

Το συχνότερο χρησιμοποιούμενο μονωτικό υλικό των μονωτήρων στα κεραμικά υλικά είναι η πορσελάνη ή το γυαλί. Το SiO_2 είναι στερεό και τήκεται σε υψηλή θερμοκρασία (1700°C).

Στα κεραμικά υλικά κάθε άτομο Si ενώνεται με ισχυρούς ομοιοπολικούς δεσμούς με τέσσερα άτομα οξυγόνου. Τα άτομα αυτά του οξυγόνου είναι τετραεδρικά διατεταγμένα γύρω από κάθε άτομο Si και κάθε άτομο οξυγόνου ενώνεται, επιπλέον, με δύο άτομα Si με ομοιοπολικό, επίσης δεσμό. Η διάταξη αυτή των δεσμών, επεκτείνεται προς όλες τις κατευθύνσεις στο πλέγμα του SiO_2 , με αποτέλεσμα το υλικό να έχει μεγάλη σκληρότητα,

υψηλό σημείο τήξεως, κακή αγωγιμότητα και ελάχιστη διαλυτότητα. Το σχηματιζόμενο υλικό είναι είτε ένα κρυσταλλικό ορυκτό, ο χαλαζίας, η δομή του οποίου εξαρτάται από τη θερμοκρασία και αποτελείται από κανονικά τετράεδρα Si-O, ή μια άμορφη κατάσταση, που είναι γνωστή με την ονομασία "fuzed silica". Όταν προστεθούν και άλλα στοιχεία στις δύο δομές που προαναφέρθηκαν, δημιουργείται ένας μεγάλος αριθμός πυριτικών αλάτων, κρυσταλλικής ή άμορφης δομής. Η πορσελάνη αποτελείται από ένα υαλώδες πλέγμα (άμορφη δομή) που περιλαμβάνει κρυστάλλους διαφορετικών ειδών και κόκκους από τα αρχικά συστατικά των ορυκτών, ορισμένα από τα οποία έχουν διαλυθεί μερικώς. Το γυαλί, στην ιδανική περίπτωση, είναι ένα μίγμα πυριτικών αλάτων υαλώδους μορφής χωρίς προσμείξεις και ακαθαρσίες. Στην πράξη όμως, πάντα εμπεριέχονται παγιδευμένες φυσαλίδες αερίων και θραύσματα από πυρίμαχο υλικό τα οποία εισάγουν ατέλειες στη δομή του υλικού. Οι μονωτήρες πορσελάνης κατασκευάζονται πάντα από άμορφα υλικά (υαλώδης κατάσταση).[2]

Οι πρώτες ύλες που, συνήθως χρησιμοποιούνται για την παρασκευή γυαλιού σε μονωτικό υλικό είναι το πυρίτιο (περίπου σε ποσοστό 57%), ο ασβεστόλιθος (9%), το άνυδρο ανθρακικό νάτριο (14%) κ.α.. Μια συνήθης διαδικασία που υφίσταται το γυαλί στις ηλεκτρολογικές εφαρμογές του ως μονωτικό υλικό είναι η σκλήρυνση που έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της μηχανικής του αντοχής.[2]

1.4.2 ΠΟΛΥΜΕΡΗ ΥΛΙΚΑ

Ο άνθρακας ενώνεται με άνθρακα, όπως επίσης και με υδρογόνο, οξυγόνο και πολλά άλλα στοιχεία, για το σχηματισμό αλυσίδων και δακτυλίων που μπορούν να συνδέονται σταυροειδώς σε πολύπλοκες δομές σχηματίζοντας μακρομόρια. Τα καθαρά πολυμερή αποτελούνται από ένα επαναλήψιμο βασικό είδος μορίων, και είναι απαλλαγμένα από ξένες ουσίες. Αυτά, σπάνια χρησιμοποιούνται στην κατασκευή μονωτήρων, καθώς η τακτική παγκοσμίως είναι να χρησιμοποιούνται συμπολυμερή και ορυκτά πληρωτικά μέσα για την επίτευξη των επιθυμητών μηχανικών και ηλεκτρικών ιδιοτήτων των παραγομένων προϊόντων. Καθώς επίσης υπάρχουν και άλλα πολυμερή υλικά που βασίζονται στο Si και αναφέρονται στο 3 κεφάλαιο.[2]

1.5 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΕΡΑΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΠΟΛΥΜΕΡΩΝ ΜΟΝΩΤΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Κεραμικά Υλικά

Τη μεγάλη πλειονότητα των μονώσεων εγκατεστημένων σε συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας που άμεσα εκτίθενται στο περιβάλλον συνιστά η πορσελάνη η οποία έχει πάνω από 100 χρόνια ιστορίας στη χρήση της. Το υλικό αυτό απέδειξε ότι ανθίσταται στην περιβαλλοντική γήρανση και δικαίως κάτι τέτοιο υποστηρίζεται, χρησιμοποιείται δε σ' ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών. Από τη φύση της η πορσελάνη είναι ευμεγέθης, ογκώδης και βαριά, σπάει δε κατά τη χρήση, τη μεταφορά ή από βανδαλισμό. Υπόκειται επίσης σε υπερπήδηση σε συνθήκες ρύπανσης. Παρά τα πολλά προτερήματα της πορσελάνης η αξιοπιστία του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας βάλλεται.[2]

Χημική σταθερότητα, μηχανική αντοχή: Οι ισχυροί ηλεκτροστατικοί δεσμοί πυριτίου - οξυγόνου που συγκρατούν τα κεραμικά υλικά (πορσελάνη και γυαλί) έχουν σαν αποτέλεσμα το υψηλό σημείο τήξεως, τη μεγάλη μηχανική αντοχή και τέλος την υψηλή αντίσταση στη διάβρωση από χημικά μέσα. [2]

Χαμηλό Κόστος πρώτης ύλης: Οι κύριες πρώτες ύλες της πορσελάνης όπως ο άργιλος (πηλός), και ο χαλαζίας είναι σχετικά φθηνές και σε εύκολη διάθεση.[2]

Διαβρεξιμότητα και επικάλυψη ρύπανσης: Η ύπαρξη των ισχυρών ηλεκτροστατικών χημικών δεσμών κοντά στην επιφάνεια συμβάλλουν στην αύξηση της ελεύθερης ενέργειας, δηλαδή της θερμοδυναμικής ιδιότητας που καθορίζει τη συνάφεια ή δύναμη συνάφειας των επιφανειακών προσμείξεων, και αποτελεί την κύρια αιτία για την οποία οι κεραμικοί μονωτήρες υγραίνονται και ρυπαίνονται εύκολα. Καθώς μέρος του ύδατος διαλύει τους αγώγιμους ρυπαντές μειώνοντας τη συνολική επιφανειακή αντίσταση του μονωτήρα, σχηματίζεται μία συνεχής διαδρομή από ηλεκτρολύτη, και δημιουργούνται συνθήκες για την εκδήλωση ηλεκτρικής υπερπήδησης.[2]

Παραγωγική Διαδικασία και χρόνος επεξεργασίας: Το στάδιο της παραγωγής πορσελάνης περιλαμβάνει πολλά βήματα. Για μεγαλύτερα καλύμματα, απαιτούνται μεγάλα διαστήματα

ώστε να μειωθεί το περιεχόμενο σε νερό του πυρήνα προτού σχηματοποιηθεί και πυρωθεί.[2]

Σπάσιμο: Τα κεραμικά είναι πολύ εύθραυστα. Αυτό σημαίνει ότι εύκολα σπάνε κατά τη διαχείρισή τους, τη μεταφορά ή την εγκατάσταση. Ο βανδαλισμός είναι ο πρωταρχικός παράγοντας που συνεισφέρει στη μηχανική καταπόνηση. Είναι πλέον κοινή πρακτική να περιλαμβάνεται μία ρωγμή ή ένας παράγοντας απώλειας όταν αγοράζονται μονωτήρες από πορσελάνη για την εγκατάστασή τους σε γραμμές μεταφοράς. Οι ατέλειες αυτές του κεραμικού μονωτήρα προσθέτουν στο κόστος του. [2]

Βάρος: Η πολύ πυκνή φύση των κεραμικών καταδεικνύει ότι τα κομμάτια από πορσελάνη είναι πολύ πυκνά. Αυτό σημαίνει ότι είναι δύσκολη η μεταφορά τους και απαιτεί τη χρήση γερανών ή και άλλων ενισχυτικών δομών. Το μεγάλο μέγεθος και το βάρος των προϊόντων πορσελάνης συνήθως επιβάλλει κατ' ελάχιστον ακριβή και χρονοβόρα μέσα μεταφοράς που ελαχιστοποιούν το κόστος. Έτσι η μεταφορά μέσω ναυσιπλοΐας και η αποστολή εμπορευμάτων δια θαλάσσης ή άλλες περισσότερο οικονομικές μεθόδους παρατείνουν το χρόνο διανομής και παράδοσης τους.[2]

Πολυμερή υλικά

Μειωμένη επιφανειακή ρύπανση, υδροφοβικότητα: Οι δεσμοί των μορίων των πολυμερών είναι ασθενείς και κατά συνέπεια δεν παρατηρείται έντονη επιφανειακή ρύπανση εξαιτίας και των εξαιρετικά χαμηλών τιμών της ελεύθερης επιφανειακής ενέργειας. Το εξωτερικό περίβλημα των ατόμων υδρογόνου, που είναι συνδεδεμένα με τα άτομα του άνθρακα, παρέχει τη δυνατότητα στα πολυμερή να ανθίστανται στην υγρασία και την ατμοσφαιρική ρύπανση περισσότερο από ότι τα κεραμικά υλικά. Τα πολυμερή υλικά είναι υδρόφοβα από τη φύση τους. Η διατήρηση των υδρόφοβων ιδιοτήτων τους κατά την έκθεσή τους είναι ένα επιθυμητό γνώρισμα. Το νερό στην επιφάνεια υδρόφοβων υλικών σχηματίζει σταγόνες με αποτέλεσμα οι ρυπαντές να διαλύονται από τις σταγόνες νερού που δεν έχουν συνενωθεί και το αγωγίμο μέρος να μην είναι συνεχές. Αυτές οι συνθήκες έχουν σαν αποτέλεσμα τη μειωμένη ροή ρεύματος διαρροής και την πιθανότητα σχηματισμού ξηρών ζωνών που με τη σειρά τους απαιτούν την εφαρμογή υψηλότερης τάσης για να προκληθεί υπερπήδηση. Σε σύγκριση με την πορσελάνη, μερικά πολυμερή υλικά έχουν συνήθως μεγαλύτερη αντοχή στην υπερπήδηση ακόμα και γηρασμένα.[2]

Χαμηλό βάρος: Η πυκνότητα των πολυμερών υλικών είναι πολύ χαμηλότερη των κεραμικών και αυτό έχει ως αποτέλεσμα μία σημαντική μείωση στο βάρος των προϊόντων. Η διαφορά βάρους αυξάνει με την κατηγορία των τάσεων. Εξαρτήματα από πολυμερή δεν απαιτούν γερανούς ή άλλα ανυψωτικά για χρήση ή εγκατάσταση. Το μειωμένο βάρος επίσης επιτρέπει τη χρήση ελαφρύτερων και λιγότερο ακριβών δομών και υποστηρικτικών διατάξεων. Το μικρότερο μέγεθος και βάρος έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση των ναύλων (μεταφορά με πλοίο) σε σχέση με τ' αντίστοιχα για εξαρτήματα από πορσελάνη. Οι πολυμερείς μονωτήρες υπερτερούν όταν χρησιμοποιούνται σε πυκνές αστικές περιοχές και έχουν το πλεονέκτημα ότι μπορούν να τοποθετηθούν και σε στενές διαδρομές περιορισμένου χώρου. Οι μη κεραμικοί μονωτήρες προσφέρουν υψηλή αντοχή αναλογικά

ως προς το βάρος τους, που επιτρέπει μεγαλύτερα ανοίγματα, λιγότερο ακριβείς δομές, και βελτιωμένο αισθητικό αποτέλεσμα. Οι πολυμερείς μονωτήρες είναι κατάλληλοι για τη χρήση τους σε γραμμές μεταφοράς που έχουν μειωμένη ένταση ηλεκτρομαγνητικού πεδίου.[2]

Διαδικασία παραγωγής και τρόποι βελτίωσης της απόδοσης και της διάρκειας ζωής: Η διαδικασία παραγωγής πολυμερών μονωτήρων είναι βραχύτερη από εκείνη της πορσελάνης, παρ' ότι χρησιμοποιούνται εκτενώς πρόσθετα στις κατάλληλες συγκεντρώσεις ώστε να ενισχύονται οι ιδιότητες των πολυμερών υλικών. Σε αυτά περιλαμβάνονται αντιοξειδωτικά, πλαστικοποιητές, χρωστικές ουσίες, άλλα μέσα βοηθητικά, καταλύτες, παρεμποδιστές ανάφλεξης, απορροφητές υπεριώδους ακτινοβολίας, αντιδιαβρωτικά. Σε πολλές των περιπτώσεων είναι τα πρόσθετα και τα πληρωτικά υλικά που τόσο όλα μαζί όσο και ανεξάρτητα το καθένα επηρεάζουν την ολική απόδοση του υλικού.[2]

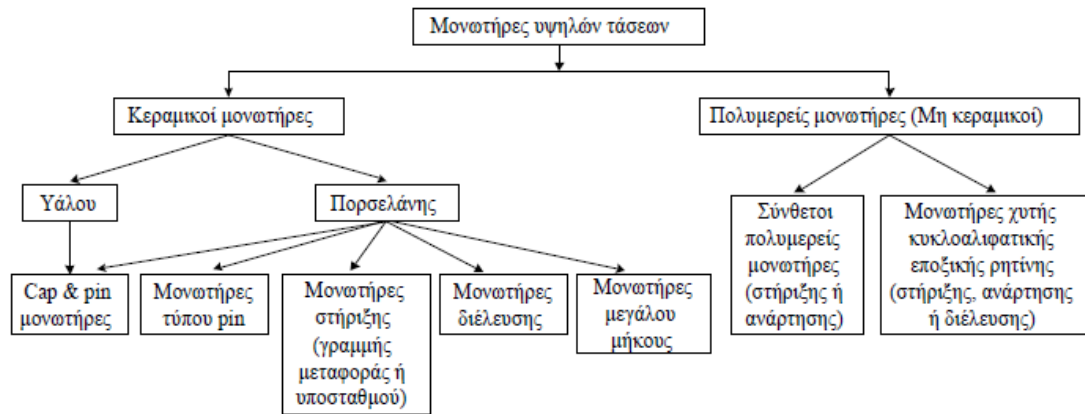
Χημική και φωτοχημική προσβολή: Όμως, όλα τα πολυμερή αποσυντίθεται σε θερμοκρασία μερικών εκατοντάδων βαθμών, υπόκεινται σε φωτο-οξειδωση, δηλαδή σε καταστροφή των επιφανειακών χημικών δεσμών τους από την πρόσπτωση της υπεριώδους ακτινοβολίας και είναι πιθανόν να αντιδράσουν κατά τη λειτουργία τους με το ατμοσφαιρικό οξυγόνο προκαλώντας επιφανειακές ηλεκτρικές εκκενώσεις. Το σημαντικότερο μειονέκτημα των πολυμερών, πηγάζει από το γεγονός ότι το βασικό στοιχείο τους, ο άνθρακας, αποτελεί στις περισσότερες περιπτώσεις έναν καλό ηλεκτρικό αγωγό. Η πιθανή προσβολή της επιφανείας, ιδιαίτερα από τις έρπουσες μερικές εκκενώσεις αυξάνει τοπικά τη θερμοκρασία και δημιουργεί τελικά αγωγίμες επιφανειακές οδούς που είναι δυνατό να οδηγήσουν σε επιφανειακή διάσπαση και δημιουργία υψηλών θερμοκρασιών, οπότε τελικά καταστρέφεται ο μονωτήρας.[2]

Υψηλό κόστος πρώτων υλών: Το κόστος των πρώτων υλών των πολυμερών είναι υψηλότερο από εκείνο της πορσελάνης. Πληρωτικά υλικά και πρόσθετα αναμιγνύονται με το βασικό πολυμερές υλικό όχι μόνον για να μειώσουν το κόστος αλλά και για να αυξήσουν την απόδοση και να διευκολύνουν τη διαδικασία παραγωγής. Το κύριο υλικό μπορεί να αποτελέσει στην % κλίμακα το 20%-80% κατά βάρος του τελικού υλικού.[2]

Μειωμένη μηχανική αντοχή: Οι πολυμερείς μονωτήρες συνήθως δεν είναι ούτε δύσκαμπτοι ούτε μπορούν να υποστηριχτούν από μόνοι τους. Όπου απαιτείται μηχανική αντοχή, μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι κεραμικοί πυρήνες, ενισχυμένοι με σωληνώσεις και στρώματα, τα οποία είναι καλυμμένα από το πολυμερές υλικό, για την αντοχή στις καιρικές συνθήκες όπως εφαρμόζεται σε μικτούς (υβριδικούς) μονωτήρες από πορσελάνη και πολυμερές υλικό .[2]

1.6 ΕΙΔΗ ΜΟΝΩΤΗΡΩΝ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟ ΥΛΙΚΟ ΚΑΙ ΤΟ ΣΧΗΜΑ ΤΟΥΣ ΣΤΟΥΣ ΠΥΛΩΝΕΣ ΤΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ

Οι κατασκευές των μονωτήρων υψηλής τάσης ακολουθούν ηλεκτρολογικές, μηχανολογικές, περιβαλλοντικές προδιαγραφές, διαφέρουν ως προς το υλικό ή το σχήμα τους και κατατάσσονται όπως αναλυτικά περιγράφεται παρακάτω και παρουσιάζεται στο Σχήμα 1.2.

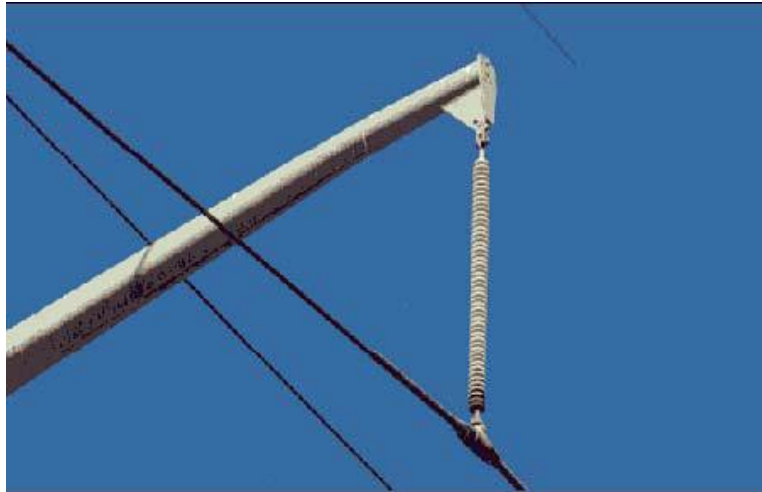


Σχήμα 1.2: Κατάταξη των μονωτήρων υψηλής τάσης [3]

Εικόνες από τους δυο προαναφερθέντες τύπους μονωτήρων φαίνονται στις παρακάτω:



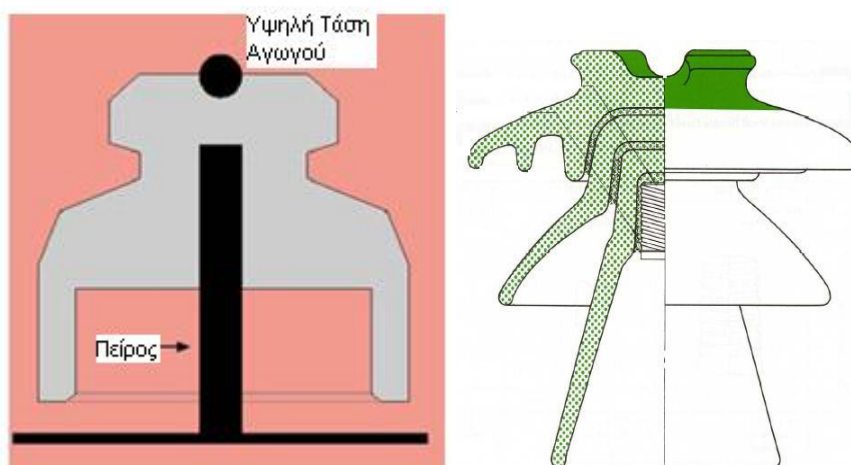
Εικόνα 2.6.1: Κεραμικοί μονωτήρες σε εναέρια γραμμή.



Εικόνα 1.6.3: συνθετικός μονωτήρας σε εναέρια γραμμή.

Μονωτήρες πορσελάνης τύπου pin (porcelain pin type insulators)

Χρησιμοποιήθηκαν στις τηλεφωνικές γραμμές και τα αλεξικέραυνα. Στη συνέχεια τροποποιήθηκαν για να χρησιμοποιηθούν στις γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Μερικές παραλλαγές του τύπου pin είναι ακόμα σε χρήση στα συστήματα μέσης τάσης. Ο μονωτήρας αυτός παρουσιάζεται στην εικόνα 1.6.3.[2],[4]

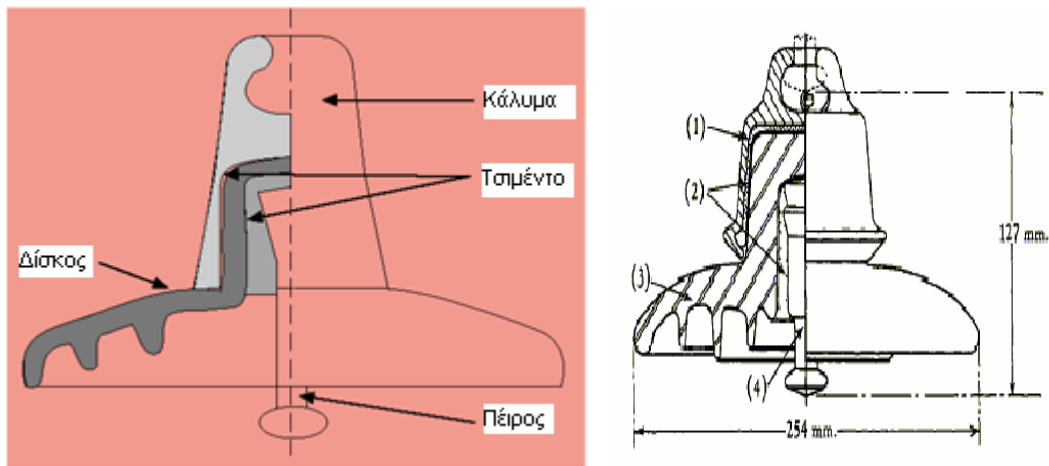


Εικόνα 1.6.3: Μονωτήρας τύπου pin

Μονωτήρες τύπου cap and pin (cap and pin insulators)

Το υλικό κατασκευής τους είναι από πορσελάνη ή γυαλί και δεν διαφέρουν κατά πολύ από το μονωτήρα τύπου pin. Ένας αριθμός τέτοιων μονάδων συνδέεται μέσω χαλύβδινων καλυμμάτων (caps) και πείρων (pin) σχηματίζοντας μια αλυσίδα μονωτήρων. Χρησιμοποιούνται ως μονωτήρες ανάρτησης και στήριξης γραμμών μεταφοράς με τη μορφή αλυσίδων μονωτήρων. Τα καλύμματα και ο πείρος είναι στερεωμένα στο γυάλινο ή πορσελάνινο δίσκο με τσιμέντο. Οι κωνικές μορφές των συναρμολογήσεων εξασφαλίζουν υψηλή μηχανική αντοχή κατά την άσκηση δυνάμεων εφελκυσμού. Στην εικόνα 1.6.4

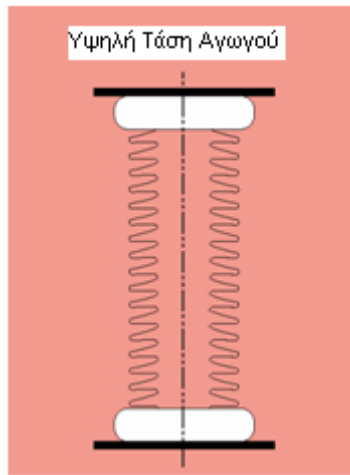
φαίνεται ένας τυπικός δισκοειδής μονωτήρας cap and pin. Στους μονωτήρες τύπου pin και τύπου cap and pin η συντομότερη απόσταση μεταξύ των μεταλλικών ηλεκτροδίων μέσω της πορσελάνης ή του γυαλιού είναι λιγότερη από το 50% της συντομότερης απόστασης μεταξύ των ηλεκτροδίων μέσω του αέρα. Συνεπώς, η πορσελάνη ή το γυαλί μπορεί να διατηρηθεί κατόπιν μεγάλης ηλεκτρικής καταπόνησης. Η διαδικασία κατασκευής των μονωτήρων υάλου περιλαμβάνει τη θερμική ψύξη, που εξασφαλίζει ότι οι γυάλινοι δίσκοι θρυμματίζονται σε περίπτωση διάτρησης, οπότε ο ελαττωματικός δίσκος είναι εμφανής. Βέβαια σε τέτοια περίπτωση η μηχανική ικανότητα του μονωτήρα παραμένει άθικτη. [2],[4]



Εικόνα 1.6.4 : Μονωτήρες τύπου cap and pin

Μονωτήρες στήριξης (post type insulators)

Αποτελούνται από έναν συμπαγή κύλινδρο πορσελάνης, με κυματοειδείς πτυχές για να αυξάνεται το μήκος ερπυσμού, και από μεταλλικά ηλεκτρόδια σε κάθε άκρη. Οι μονωτήρες στήριξης έχουν μεγάλο μήκος. Χρησιμοποιούνται οριζόντια ή κάθετα για να στηρίξουν τον αγωγό υψηλής τάσης και τοποθετούνται στις βάσεις ή στους εγκάρσιους βραχίονες των γραμμών μεταφοράς (line post insulators). Επιπλέον, οι μονωτήρες στήριξης χρησιμοποιούνται ευρέως σε υποσταθμούς (station post insulators). Στους μονωτήρες αυτούς η συντομότερη απόσταση μέσω της πορσελάνης υπερβαίνει το 50% της συντομότερης απόστασης μέσω του αέρα μεταξύ των ηλεκτροδίων, οπότε δεν διαρρηγνύονται εύκολα. Ένας μονωτήρας τύπου post εικονίζεται στην εικόνα 1.6.5. [2],[4]



Εικόνα 1.6.5: Μονωτήρας τύπου post



Εικόνα 1.6.5.1: Μονωτήρες τύπου station post



Εικόνα 1.6.5.2: Μονωτήρες τύπου line post



Εικόνα 1.6.5.3: Μονωτήρες τύπου station post σε υποσταθμούς



Εικόνα 1.6.5.4: Μονωτήρες τύπου line post σε γραμμή Υ.Τ.

Μονωτήρες πορσελάνης μεγάλου μήκους (*longrod insulators*)

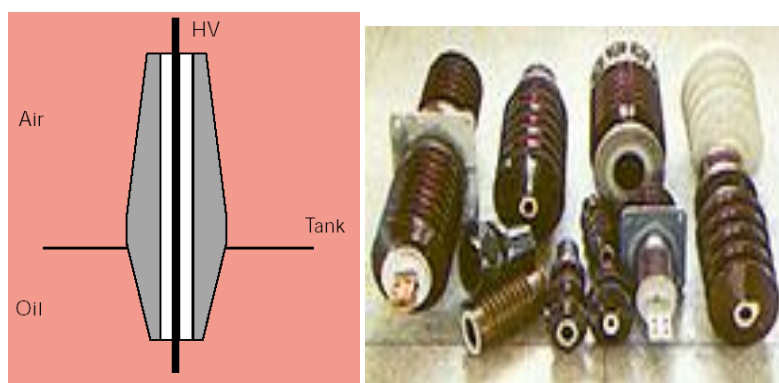
Οι μονωτήρες μεγάλου μήκους είναι παρόμοιοι με τους μονωτήρες στήριξης, αλλά είναι ελαφρύτεροι, λεπτότεροι και χρησιμοποιούνται ως μονωτήρες ανάρτησης.[2],[4]



Εικόνα 1.6.6 : Μονωτήρας τύπου longrod από πορσελάνη

Μονωτήρες διέλευσης (*bushings*)

Οι μονωτήρες αυτού του τύπου χρησιμοποιούνται για να μονώσουν τους αγωγούς των ακροδεκτών υψηλής τάσης κυρίως μετασχηματιστών ή άλλων διατάξεων, όπως παρουσιάζεται στην εικόνα 1.6.7. Συνήθως, οι μονωτήρες διέλευσης κατασκευάζονται από πορσελάνη.[2],[4]



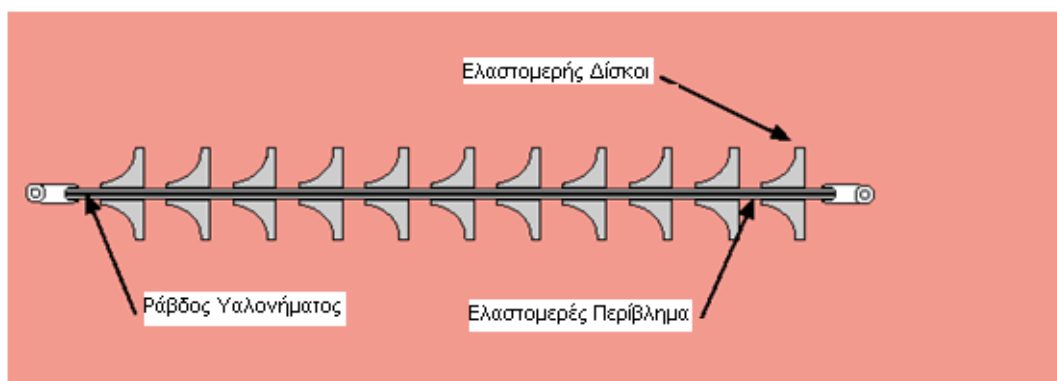
Εικόνα 1.6.7 : Μονωτήρας διέλευσης

Σύνθετοι πολυμερείς μονωτήρες (composite polymeric insulators)

Αυτοί οι μονωτήρες είναι παρόμοιοι με τους πορσελάνινους μονωτήρες μεγάλου μήκους ως προς το σχήμα, αλλά διαφέρουν ως προς τα υλικά κατασκευής, τα οποία είναι τα εξής:

- Ένας πυρήνας ρητίνης ενισχυμένος με υαλώδεις ίνες (glass fibre), ο οποίος παρέχει μηχανική αντοχή, ενώ ταυτόχρονα ανθίσταται και στην ηλεκτρική καταπόνηση.
- Ένα ελαστομερές περίβλημα (sheath/housing) για να προστατεύει τον πυρήνα από τις καιρικές συνθήκες.
- Ελαστομερείς δίσκοι (sheds), οι οποίοι αποσκοπούν στην αύξηση του μήκους ερπυσμού, ώστε να ανθίσταται ο μονωτήρας στις εντάσεις που επικρατούν στο σύστημα. Δύο ευρέως χρησιμοποιημένα υλικά είναι το σιλικονούχο καουτσούκ (silicone rubber) και του ακόρεστου πολυμερούς αιθυλενίου - προπυλενίου - διενίου (ethylene propylene diene monomer -EDPM).

Ένας τυπικός μονωτήρας αυτού του τύπου απεικονίζεται στην εικόνα 1.6.8. Οι μεταλλικοί ακροδέκτες είναι συνήθως στερεωμένοι πάνω στην εξωτερική πλευρά της ράβδου του πυρήνα και τα συγκεκριμένα σημεία επαφής μεταξύ του ελαστομερούς και των ακροδεκτών είναι πολύ σημαντικά. Οι δοκιμές που εξασφαλίζουν την ποιότητα των σύνθετων μονωτήρων περιλαμβάνονται στο IEC 1109 . Ένα σημαντικό πλεονέκτημα των σύνθετων πολυμερών μονωτήρων είναι η μείωση βάρους μέχρι και 90% σε σύγκριση με τους αντίστοιχους κεραμικούς.[2],[4]



Εικόνα 1.6.8 :Σύνθετος πολυμερές μονωτήρας



Εικόνα 1.6.9 : Πολυμερές μονωτήρες

Μονωτήρες κυκλοαλιφατικής εποξικής ρητίνης (Cyclo-aliphatic epoxy resin insulators)

Η κυκλοαλιφατική ρητίνη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να χυτευτούν μονωτήρες παρόμοιοι με αυτούς από πορσελάνη και τύπου line post για διανομή των τάσεων. Σε περιβάλλον με κακές καιρικές συνθήκες οι επιφάνειες των μονωτήρων αυτών γίνονται τραχιές.[2]

Κατηγορίες μονωτήρων	Υλικό κατασκευής	Χρησιμοποίηση
Τύπου pin	Πορσελάνη	Γραμμές μεταφοράς Υ.Τ.
Τύπου cap and pin	Πορσελάνη	Ως μονωτήρες ανάρτησης και στήριξης γραμμών μεταφοράς με τη μορφή αλυσίδων
Στήριξης	Πορσελάνη	Οριζόντια ή κάθετα για τη στήριξη των αγωγών Υ.Τ., και στις βάσεις ή στους εγκάρσιους βραχίονες των γραμμών μεταφοράς. Μονωτήρες μεταφοράς και μονωτήρες σταθμών
Μεγάλου μήκους	Πορσελάνη	Μονωτήρες ανάρτησης
Διέλευσης	Πορσελάνη	Θέσεις εξόδου των αγωγών από τους μετασχηματιστές
Σύνθετοι πολυμερές	1) Πυρήνα ρητίνης ενισχυμένο με υαλώδες ίνες 2) Ελαστομερές περίβλημα 3) Ελαστομερές δίσκοι	Μονωτήρες ανάρτησης
Κυκλοαλιφατικής εποξικής ρητίνης	Κυκλοαλιφατική εποξική ρητίνη	Μονωτήρες στήριξης των αγωγών Υ.Τ.,

1.7 ΡΥΠΑΝΣΗ

Ο σημαντικότερος παράγοντας που επηρεάζει τη μονωτική ικανότητα των μονωτικών υλικών, σε περίπτωση που είναι τοποθετημένα σε εξωτερικό χώρο, όπως στην περίπτωση των μονωτήρων των γραμμών μεταφοράς, είναι η ρύπανση. Με τον όρο ρύπανση προσδιορίζεται η επικάλυψη ρύπων που αιωρούνται στην ατμόσφαιρα ή θαλάσσιας άλμης στην επιφάνεια τους. Η ρύπανση στην επιφάνεια ενός μονωτικού υλικού μπορεί να είναι είτε θαλάσσια, η οποία οφείλεται στο γεγονός ότι το μονωτικό βρίσκεται σε παραθαλάσσια περιοχή και οι άνεμοι μεταφέρουν θαλασσινό νερό υπό μορφή σταγονιδίων στην επιφάνεια του όπου επικάθεται και σχηματίζεται ένα λεπτό υγρό αλατούχο επίστρωμα, είτε βιομηχανική, η οποία προέρχεται από τα στερεά κατάλοιπα των βιομηχανιών που απορρίπτονται στην ατμόσφαιρα. Η συνύπαρξη ρύπανσης (θαλάσσιας, βιομηχανικής ή συνδυασμού των προαναφερθέντων) και δροσιάς, ομίχλης ή σιγανής βροχής αποτελεί δυσμενέστατη συνθήκη λειτουργίας των μονωτικών υλικών και μπορεί να υποβιβάσει τη μονωτική τους ικανότητα σε μεγάλο βαθμό, κατά 40% έως 80%, με αποτέλεσμα τη δημιουργία ηλεκτρικού τόξου.[2]

Συνεπώς, η παρατεταμένη ξηρασία, η περιβαλλοντική ρύπανση καθώς και τα ακραία καιρικά φαινόμενα μεταβάλλουν τη συμπεριφορά των μονωτικών υλικών που εκτίθενται σε αυτές.[2]

Στο Πρότυπο IEC 60815 προκειμένου να υπάρχει μία κατηγοριοποίηση των περιοχών, ανάλογα με τη βαρύτητα ρύπανσης, έχουν καθοριστεί ποιοτικά τέσσερα επίπεδα ρύπανσης: ελαφρά, μεσαία, βαριά και πολύ βαριά. Στην συνέχεια παρουσιάζονται τα επίπεδα ρύπανσης και για καθένα από αυτά δίνονται κατά προσέγγιση παραδείγματα τυπικού περιβάλλοντος.[5]

I. ΕΛΑΦΡΑ :

- Περιοχές χωρίς βιομηχανίες και με μικρή πυκνότητα κατοικιών εξοπλισμένων με εγκατάσταση θέρμανσης.
- Περιοχές με μικρή πυκνότητα βιομηχανιών ή κατοικιών, αλλά εκτεθειμένες σε συχνούς ανέμους και σε βροχοπτώσεις.
- Αγροτικές περιοχές.
- Ορεινές περιοχές.

Όλες αυτές οι περιοχές πρέπει να βρίσκονται τουλάχιστον 10km με 20km από τη θάλασσα και δεν πρέπει να εκτίθενται σε ανέμους κατευθείαν από τη θάλασσα.

II. ΜΕΣΑΙΑ:

- Περιοχές με βιομηχανίες, οι οποίες δεν παράγουν ιδιαίτερα ρυπασμένο καπνό, και με μέση πυκνότητα κατοικιών εξοπλισμένων με εγκατάσταση θέρμανσης.
- Περιοχές με υψηλή πυκνότητα κατοικιών και βιομηχανιών αλλά εκτεθειμένες σε συχνούς ανέμους και βροχοπτώσεις.
- Περιοχές εκτεθειμένες σε ανέμους από τη θάλασσα, αλλά όχι πολύ κοντά στην ακτή (τουλάχιστον σε απόσταση 3-10 km ανάλογα με τη μορφολογία της παράκτιας περιοχής και τις συνθήκες ανέμου.

III. ΒΑΡΙΑ :

- Περιοχές με υψηλή πυκνότητα βιομηχανιών και προάστια μεγάλων πόλεων με υψηλή πυκνότητα εγκαταστάσεων θέρμανσης, οι οποίες παράγουν ρύπανση.
- Περιοχές κοντά στη θάλασσα (3km) ή κάθε περιοχή που εκτίθεται σε σχετικά ισχυρούς ανέμους από τη θάλασσα.

IV. ΠΟΛΥ ΒΑΡΙΑ :

- Περιοχές περιορισμένης έκτασης εκτεθειμένες σε αγώγιμη σκόνη και βιομηχανικό καπνό προκαλώντας αγώγιμες εναποθέσεις σημαντικού πάχους.
- Περιοχές περιορισμένης έκτασης, οι οποίες βρίσκονται πολύ κοντά σε ακτή και εκτίθενται σε ψεκασμό θαλασσινού νερού ή σε πολύ δυνατό και ρυπασμένο αέρα από τη θάλασσα.
- Περιοχές ερήμου, οι οποίες χαρακτηρίζονται από έλλειψη βροχής για μεγάλες χρονικές περιόδους, εκτίθενται σε ισχυρούς ανέμους που μεταφέρουν άμμο και αλάτι και υποβάλλονται σε κανονική συμπύκνωση.

1.8 ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΥΠΕΡΠΗΔΗΣΗΣ (FLASHOVER)

Το φαινόμενο της υπερπήδησης (flashover) μονωτήρων λόγω ρύπανσης αναφέρεται στο γεγονός ότι δημιουργείται γεφύρωση με ηλεκτρικό τόξο που οδεύει διαμέσου του αέρα του διακένου μεταξύ του σημείου πρόσδεσης του αγωγού της γραμμής στο μονωτήρα και του προσγειωμένου σημείου στήριξης ή ανάρτησης του μονωτήρα. Χαρακτηριστική φωτογραφία του φαινομένου της υπερπήδησης φαίνεται στην εικόνα 1.6.[2],[4]



Εικόνα 1.8.1 : το φαινόμενο της υπερπήδησης των μονωτήρων

Το φαινόμενο της υπερπήδησης περιλαμβάνει δυο βασικά στάδια [2]:

α) εντοπισμένη αφυδάτωση ενός στρώματος ηλεκτρολύτη αυξάνει τις ασυνέχειες στο αγώγιμο στρώμα - γνωστές ως ξηρές ζώνες - κατά μήκος των οποίων παράγονται ηλεκτρικές τάσεις (stresses) που επαρκούν για να ιονιστεί ο αέρας.

β) τα τόξα σε ένα αέριο, από τη στιγμή που δημιουργούνται μπορούν εύκολα να επεκταθούν χωρίς εξασθένηση με σχετικά αργή απομάκρυνση των άκρων μεταξύ των οποίων εμφανίζονται.

Το τεχνικό πρόβλημα είναι ότι η επιφανειακή αγωγιμότητα που προκαλεί την υπερπήδηση παραμένει, ακόμα κι όταν το τόξο έχει εξαλειφθεί από τη λειτουργία της προστασίας, γεγονός που επιτρέπει να ακολουθήσουν κι άλλες υπερπηδήσεις.

Συνηθισμένοι παράγοντες που ευνοούν την υπερπήδηση μονωτήρων λόγω ρύπανσης είναι οι παρακάτω[2] :

1. Η πτώση σχεδόν καθαρού νερού, όπως σταγόνες, βροχή ή ομίχλη, σε ένα μονωτήρα, πάνω στον οποίο βρίσκεται ποσότητα ρύπανσης που περιλαμβάνει διαλυτά ιοντικά στοιχεία, όπως το κοινό αλάτι.
2. Η εναπόθεση σταγονιδίων θαλάσσιας ή βιομηχανικής ομίχλης, ή άλλου συνδυασμού νερού και ηλεκτρολύτη.
3. Η συγκέντρωση παγετού, παγετώδους ομίχλης ή πάγου στη βρώμικη επιφάνεια ενός μονωτήρα. Τότε, τα ιοντικά συστατικά των ρύπων ενεργούν ώστε να μειώσουν το σημείο ψύξης του νερού κι έτσι επιτρέπουν την ύπαρξη υγρού διαλύματος στο σημείο επαφής των δύο επιφανειών.
4. Η ένταξη στο δίκτυο ενός τμήματος γραμμής μεταφοράς, που αναρτάται από μονωτήρες υπό συνθήκες ρύπανσης.
5. Η εμφάνιση μιας παροδικής υπέρτασης, ή μιας μεταβατικής αιχμής, σε ένα μονωτήρα υγρό, βρώμικο και πιθανόν ήδη ενεργοποιημένο.

1.8.1 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΥΠΕΡΠΗΔΗΣΗΣ

Μονωτήρες πορσελάνης

Τα βασικά στάδια της διαδικασίας της υπερπήδησης λόγω ρύπανσης σε πορσελάνινους μονωτήρες είναι τα εξής [2]:

- 1. Εναπόθεση ρύπανσης:** Σκόνη ή και άλλα αγωγίμα σωματίδια εναποτίθενται στην επιφάνεια του μονωτήρα από τον αέρα.
- 2. Ύγρανση της επιφάνειας:** Σε συνθήκες υγρασίας, δροσιάς, ομίχλης ή βροχής υγραίνεται η επιφάνεια στην οποία έχει επικαθήσει κάποιο στρώμα ρύπανσης. Δημιουργούνται ηλεκτρολύτες σχεδόν κατά μήκος του μονωτήρα και η επιφανειακή αντίσταση μειώνεται. Ένα υπολογίσιμο ρεύμα διαρροής κυκλοφορεί.
- 3. Ροή ωμικού ρεύματος διαρροής:** Το ρεύμα διαρροής που κυκλοφορεί προκαλεί μείωση στην αντίσταση, αύξηση του ρεύματος μέχρι ο ηλεκτρολύτης να αποκτήσει αρνητικό συντελεστή θερμοκρασίας στην αντίσταση. Με τη συσσώρευση θερμικής ενέργειας (I^2R), προκαλείται εξάτμιση νερού και αύξηση του βαθμού ξηρότητας.
- 4. Σχηματισμός ξηρής ζώνης:** Οι περιοχές της επιφάνειας με τη μεγαλύτερη διαφεύγουσα ισχύ ξηραίνονται πρώτα. Η γεωμετρία του μονωτήρα παίζει ρόλο, καθώς η πυκνότητα ρεύματος τείνει να συγκεντρωθεί σε περιοχές με τα μικρότερα τμήματα, στα οποία η ξήρανση επιταχύνεται. Η ξήρανση αυξάνει τη διαφυγή ισχύος, επειδή αυξάνει την ειδική αντίσταση και οδηγεί σε ασταθείς συνθήκες. Καθώς οι ξηρές ζώνες είναι απομονωμένες, η επιφανειακή δραστηριότητα συνεχίζεται μέσα στην περιοχή της ζώνης.

5. Μερικές εκκενώσεις και υπερπήδηση: Εάν η εκκένωση ξηρής ζώνης επεκταθεί στην εναπομένουσα υγρή επιφάνεια του μονωτήρα τότε εκδηλώνεται το φαινόμενο της υπερπήδησης. Οι μερικές εκκενώσεις εξαλείφονται λίγο πριν το μηδενισμό της τάσης. Εάν, παρ' όλα αυτά, η τιμή της τάσης και του ρεύματος διαρροής είναι αρκετά υψηλή, οι εκκενώσεις μπορεί να επεκταθούν σε ολόκληρο το μήκος του μονωτικού και να αρχίσει το φαινόμενο της υπερπήδησης. Η ορατή δραστηριότητα στην επιφάνεια δεν σημαίνει πάντα ότι θα συμβεί υπερπήδηση, καθώς το ρεύμα διαρροής μπορεί να εξαλειφθεί εάν υπάρχει ανεπαρκής διαφεύγουσα ισχύς.

Εάν ένας από τους παραπάνω μηχανισμούς διακοπεί και δεν επιτραπεί λόγω των συνθηκών να συνεχιστούν οι παραπάνω μηχανισμοί διαδοχικά τότε δεν θα εκδηλωθεί και το φαινόμενο της υπερπήδησης. Με το πλύσιμο, το οποίο μπορεί να συμβεί για παράδειγμα λόγω βροχής, θα μειωθεί η αγωγιμότητα του ηλεκτρολύτη. Η δε παρουσία του ήλιου μειώνει την υγρασία. Σε τέτοιες περιπτώσεις είναι δυνατό να παρατηρηθούν ξηρές ζώνες, οι οποίες όμως δεν θα οδηγήσουν σε υπερπήδηση γιατί ο μηχανισμός θα έχει διακοπεί.

Πολυμερείς μονωτήρες

Η ανάλυση εργαστηριακών δεδομένων και η βιβλιογραφική έρευνα οδηγούν σε αρκετά συμπληρωματικά στάδια στη διαδικασία της υπερπήδησης ενός υδρόφοβου πολυμερούς μονωτήρα σε σχέση με τα στάδια που προαναφέρθηκαν για το φαινόμενο της υπερπήδησης σε πορσελάνινους μονωτήρες.[2]

1. Εναπόθεση ρύπανσης: Πραγματοποιείται με την ίδια διαδικασία όπως στους μονωτήρες πορσελάνης.

2. Ύγρανση: Μεγάλη υγρασία, δροσιά, ομίχλη ή ασθενής βροχή υγραίνουν την επιφάνεια σχηματίζοντας σταγονίδια εξαιτίας των **υδροφοβικών** ιδιοτήτων του υλικού. Τα σταγονίδια κυλούν εξαιτίας της βαρύτητας. Όταν η βαρύτητα δεν είναι ικανή να ενισχύσει την κίνηση των σταγονιδίων, τότε αυτά παραμένουν διαχωρισμένα στις θέσεις τους. Άλατα και/ή αγωγή ρύπανση διαλύονται στις σταγόνες νερού αυξάνοντας την αγωγιμότητα του υγρού.

3. Σχηματισμός αγωγίμου στρώματος: Η παραμένουσα ξηρή επιφάνεια ρύπανσης σταδιακά υγραίνεται μέσω της μετακίνησης σταγονιδίων. Αυτό σχηματίζει ένα αγωγίμο στρώμα ισχυρά ωμικής συμπεριφοράς με αποτέλεσμα το ρεύμα διαρροής να μεταβάλλεται από χωρητικό σε ωμικό.

4. Ροή ωμικού ρεύματος διαρροής: Πραγματοποιείται με την ίδια διαδικασία όπως στους μονωτήρες πορσελάνης.

5. Επίδραση του ηλεκτρικού πεδίου σε υδροφοβική επιφάνεια: Το εφαρμοζόμενο ηλεκτρικό πεδίο προκαλεί την ένωση των σταγονιδίων, που βρίσκονται σε μικρή απόσταση μεταξύ τους, σε μία μεγάλη σταγόνα νηματοειδούς μορφής. Ο μηχανισμός της υπερπήδησης διαρκεί περισσότερο σε μία **υδροφοβική** επιφάνεια εξαιτίας του χρόνου που απαιτείται για να σχηματιστεί μία αγωγίμη διαδρομή με νηματοειδείς σταγόνες. Επίσης, το τοπικό ηλεκτρικό πεδίο πρέπει να έχει ικανή τιμή ώστε να σχηματιστούν οι νηματοειδείς σταγόνες.

6. Μερικές εκκενώσεις σε υδροφοβικές επιφάνειες: Οι νηματοειδείς σταγόνες μειώνουν την απόσταση μεταξύ των άκρων του μονωτικού αυξάνοντας το ηλεκτρικό πεδίο μεταξύ των γειτονικών νηματοειδών σταγόνων. Όταν η τάση αποκτήσει κατάλληλη τιμή τότε μπορεί να συμβούν επιφανειακές εκκενώσεις.

7. Εξασθένιση της υδροφοβικότητας: Οι εκκενώσεις καταστρέφουν ένα λεπτό στρώμα πολυμερούς γύρω από τα σταγονίδια και μειώνουν την υδροφοβικότητα περιστρέφοντας ή σπάζοντας τις πολυμερείς αλυσίδες. Η απώλεια ή η εξασθένιση της επιφανειακής υδροφοβικότητας έχει ως αποτέλεσμα την εξάπλωση των σταγόνων και τον σχηματισμό ενός συνεχούς αγωγίμου υμενίου επιτρέποντας την ροή του ρεύματος διαρροής.

8. Σχηματισμός ξηρής ζώνης: Οι ξηρές ζώνες σχηματίζονται όπως και στους μονωτήρες πορσελάνης. Η προκύπτουσα δραστηριότητα προκαλεί επιφανειακή διάβρωση, της οποίας ο ρυθμός εξαρτάται από τον τρόπο σχηματισμού του συγκεκριμένου υλικού, και συμβάλλει στη γήρανση.

9. Αποκατάσταση της υδροφοβικότητας: Η διαδικασία αποκατάστασης εξαρτάται από το υλικό, τον τρόπο σχηματισμού του, τον σχεδιασμό του μονωτήρα και το περιβάλλον.

10. Επανάληψη του κύκλου γήρανσης: Η επανάληψη του κύκλου γήρανσης προκαλεί επιπλέον ύγρανση και πιθανόν διάβρωση της επιφάνειας, φαινόμενα τα οποία ενισχύονται από χημικές αντιδράσεις και τοπική άνοδο της θερμοκρασίας. Κατά τη διάρκεια εκκένωσης η θερμοκρασία σε κάποια σημεία μπορεί να φθάσει τους 400°C.

11. Υπερπήδηση: Η υπερπήδηση, συνεπώς, μπορεί να συμβεί ακολουθώντας την ίδια διαδικασία όπως σε μονωτήρες πορσελάνης εάν η επιφάνεια γίνει υδρόφιλη.

Οι **υδρόφοβες** επιφάνειες αντιστέκονται περισσότερο στη ροή του ρεύματος διαρροής από τις υδρόφιλες επιφάνειες και απαιτούν υψηλότερο ρεύμα διαρροής και αντίστοιχη έκλυση ενέργειας προκειμένου να ξεκινήσει υπερπήδηση. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο οι πολυμερείς μονωτήρες παρουσιάζουν μεγαλύτερη τάση υπερπήδησης από τους μονωτήρες πορσελάνης. Όπως αναφέρθηκε και στους πορσελάνινους μονωτήρες, όλοι οι παραπάνω μηχανισμοί πρέπει να συμβούν διαδοχικά για να οδηγήσουν σε υπερπήδηση. Εάν η διαδικασία διακοπεί, για παράδειγμα λόγω επανάκτησης της επιφανειακής **υδροφοβικότητας**, η υπερπήδηση δεν λαμβάνει χώρα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : Η ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΩΝ ΜΟΝΩΤΗΡΩΝ ΚΑΙ Η ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΗΣ ΣΤΗΝ ΚΡΗΤΗ

2.1 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΘΕΣΗ ΤΟΥ ΝΗΣΙΟΥ

Η Κρήτη είναι το μεγαλύτερο νησί στην Ελλάδα και το δεύτερο μεγαλύτερο της ανατολικής Μεσογείου. Είναι το νοτιότερο μέρος της Ελλάδας και το νότιο τμήμα της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η Κρήτη εδράζει περίπου 160 χλμ νότια της ελληνικής ηπειρωτικής χώρας εκτεινόμενη κατά διεύθυνση Ανατολή – Δύση, νότια του Αιγαίου πελάγους, του οποίου και αποτελεί το νότιο φυσικό όριο και βόρειο του Λιβυκού. Καλύπτει μια περιοχή 8.336 km². Ο πληθυσμός του είναι 621.340 άνθρωποι (απογραφή 2011). Πρωτεύουσα καθώς και η μεγαλύτερη πόλη της είναι το Ηράκλειο. Αποτελεί τμήμα της περιφερειακής διοίκησης της Ελλάδος και χωρίζεται σε τέσσερις νομούς: Χανίων, Ρεθύμνου, Ηρακλείου και Λασιθίου. Λόγω του επιμήκους σχήματος έχει μήκος 260 χιλιόμετρα από ανατολή προς δύση, με μέση τιμή του πλάτους 32 χιλιομέτρων και πάνω από 1.000 χιλιόμετρα ακτογραμμής. Το νησί είναι εξαιρετικά ορεινό και καθορίζεται από μια υψηλή σειρά βουνών που το διασχίζουν από την δύση ως την ανατολή. Λόγω των βουνών, οι πιο πυκνοκατοικημένες περιοχές βρίσκονται κοντά στην ακτή και κυρίως στη βόρεια πλευρά του νησιού, η οποία βλέπει στο Αιγαίο Πέλαγος.



Εικόνα 2.4.1: Χάρτης της Ελλάδος



Εικόνα 5.1.2: Χάρτης της Κρήτης

2.2 ΡΥΠΑΝΣΗ ΜΟΝΩΤΗΡΩΝ

2.2.1 Η ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΩΝ ΜΟΝΩΤΗΡΩΝ ΣΤΗΝ ΚΡΗΤΗ

Το πρόβλημα της ρύπανσης εμφανίζεται ιδιαίτερα έντονο στα νησιά του Νότιου Αιγαίου και ιδιαίτερα στην Κρήτη. Στην Κρήτη το σύστημα μεταφοράς και διανομής βρίσκεται κυρίως κοντά στην ακτή, λόγω της γεωγραφικής κατανομής όπως αναφέραμε παραπάνω. Ως εκ τούτου, εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από την επίδραση του περιβάλλοντος, δεδομένου ότι το μεγαλύτερο τμήμα των εγκαταστάσεων, αναπτύσσεται σε υπαίθριους χώρους, χρησιμοποιώντας τον ατμοσφαιρικό αέρα ως κύρια μόνωση. Το φαινόμενο της ρύπανσης εντοπίζεται στην επιφάνεια των στερεών μονώσεων, οι οποίες χρησιμοποιούνται με σκοπό την διαμόρφωση των απαραίτητων διακένων αέρος. Γενεσιουργός αιτία είναι η επικάλυψη αγωγίμων ρύπων στην επιφάνεια των μονωτήρων που έχει ως αποτέλεσμα την διαρροή ρευμάτων και την ανακατανομή της τάσης επάνω του, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε υπερπήδηση του μονωτήρα (flashover). Αξίζει να σημειωθεί ότι υπό την επίδραση της ρύπανσης, είναι δυνατή η διάσπαση ενός διακένου αέρος υπό ονομαστική τάση, το οποίο υπό φυσιολογικές συνθήκες θα απαιτούσε σαφώς μεγαλύτερη ηλεκτρική καταπόνηση.

Στην Κρήτη, το πρόβλημα της ρύπανσης συναντάται κυρίως ως αποτέλεσμα της θαλάσσιας επίδρασης και εμφανίζεται ιδιαίτερα έντονα κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, λόγω των χαμηλών βροχοπτώσεων και των ισχυρών ανέμων κατά την περίοδο αυτή. Αποτέλεσμα είναι οι πολύωρες διακοπές ηλεκτροδότησης και ακόμη περισσότερο η αδυναμία επανηλέκτρισης, για όσο χρονικό διάστημα ο συνδυασμός των περιβαλλοντικών συνθηκών ευνοεί την εξέλιξη του φαινομένου.

Το πρόβλημα της μόλυνσης εμφανίστηκε από τα πρώτα στάδια της ανάπτυξης του συστήματος μεταφοράς του νησιού που ανερχόταν στα 66kV, το οποίο κατασκευάστηκε, σε ξύλινα στηρίγματα με ξύλινη τραβέρσα από όπου οι μονωτήρες κρέμονται σαν ελατήριο και εξαιτίας των ρευμάτων διαρροής που προκαλούν υπερπήδηση όπου οφείλονταν στη ρύπανση των μονωτήρων, πολλές φορές η ξύλινη δομή τους καίγεται.

Η πρώτη γραμμή μεταφοράς 150kV τέθηκε σε λειτουργία στην ανατολική πλευρά του νησιού, στις αρχές της δεκαετίας του '70. Λόγω της διαδρομής της κατά μήκος της βόρειας ακτής ήταν εκτεθειμένη στην παράκτια μόλυνση.

2.2.2 ΤΡΟΠΟΙ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΤΩΝ ΜΟΝΩΤΗΡΩΝ

Στην Κρήτη, υπάρχει ένας μοναδικός συνδυασμός των παραμέτρων που έχουν πραγματική επιρροή στο παράκτιο φαινόμενο της ρύπανσης των μονωτήρων υψηλής τάσης. Η ρύπανση των μονωτήρων υψηλής τάσης επηρεάζεται κυρίως από τα περιβαλλοντικά φαινόμενα. Ως εκ τούτου, παράμετροι όπως οι κλιματικές συνθήκες, καιρικές συνθήκες καθώς και η γεωγραφική θέση του συστήματος διαδραματίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στη ρύπανση των μονωτήρων. Επίσης η ρύπανση προκαλείται λόγω του ανθρώπινου παράγοντα κυρίως γύρω από αστικές περιοχές, όπως βιομηχανίες, οχήματα, βρώμικους δρόμους κ.λπ. και όχι σε απομονωμένες περιοχές. Παρακάτω δίδεται λεπτομερής ανάλυση των τρόπων με τους οποίους οι μονωτήρες μπορούν να υποστούν ρύπανση.

Πίνακας 2.2.2 τρόποι ρύπανσης των μονωτήρων

Τρόποι Ρύπανσης Των Μονωτήρων	
Κλιματολογικές συνθήκες	Περιβαλλοντικές συνθήκες
<ol style="list-style-type: none"> 1. Υψηλή βροχόπτωση από Νοέμβριο έως Μάρτιο 2. Ξηρή περίοδο από Απρίλιο έως Οκτώβριο 3. Ισχυροί βόρειοι άνεμοι 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Δημιουργία υγρασίας λόγω δροσιάς 2. Ακτές πετρώδες και τραχύ, συμβάλουν στο σχηματισμός θαλασσινού σπρέι

2.2.2.1 ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Η Κρήτη ανήκει στην μεσογειακή κλιματολογική ζώνη που προσδίδει τον κύριο κλιματικό χαρακτήρα της, ο οποίος χαρακτηρίζεται ως εύκρατο. Η ατμόσφαιρα μπορεί να είναι αρκετά υγρή, ανάλογα με τη εγγύτητα στη θάλασσα. Ο χειμώνας είναι αρκετά ήπιος και υγρός, με αρκετές βροχοπτώσεις, ως επί το πλείστον στα δυτικά τμήματα του νησιού. Η χιονόπτωση είναι σπάνια στις πεδινές εκτάσεις αλλά αρκετά συχνή στις ορεινές. Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού η μέση θερμοκρασία κυμαίνεται στους 25÷30° C. Η νότια ακτή έχει υψηλότερη θερμοκρασία κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού σε σχέση με την υπόλοιπη μεγαλόνησο.

Η βροχόπτωση στην Κρήτη, αν και είναι κατά μέσο όρο υψηλότερη από αυτή της ηπειρωτικής Ελλάδας, κατανέμεται όμως άνισα κατά τη διάρκεια του έτους, δηλαδή, κατά την περίοδο Νοεμβρίου μέχρι αρχές Απριλίου και σε μια ξηρή περίοδο των 6 έως 7 μηνών, από το τέλος Απριλίου μέχρι τον Οκτώβριο. Κατά τη διάρκεια της ξηρής περιόδου ισχυρή και επίμονη βόρειοι άνεμοι πνέουν στο Αιγαίο, που επηρεάζουν την Κρήτη και ιδιαίτερα την ανατολική πλευρά του νησιού. Συνήθως φυσούν κατά τη διάρκεια της ημέρας και σταματούν τη νύχτα, και συμβάλλουν στο σχηματισμό της δροσιάς, το οποίο είναι μια άλλη παράμετρος που επηρεάζει το φαινόμενο της ρύπανσης των μονωτήρων.

2.2.2.2 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Η Κρήτη είναι ένα ορεινό νησί με τους τρεις κύριους σχηματισμούς βουνού κατά μήκος των 260 χιλιομέτρων μήκους από ανατολή προς δύση. Λόγω του ορεινού περιβάλλοντος πολλές διαφορετικές μικροκλιματικές συνθήκες υπάρχουν κατά μήκος των διαδρομών των γραμμών μεταφοράς οι οποίες επηρεάζουν τη μόλυνση των μονωτήρων. Για παράδειγμα, η δημιουργία δροσιάς είναι πιο έντονη στις χαμηλές κοιλάδες και πεδιάδες από ότι σε ψηλούς λόφους. Επιπλέον, η ακτή της Κρήτης είναι πολύ πετρώδες και τραχύ και σε συνδυασμό με τους ισχυρούς βόρειους άνεμους έχει σαν αποτέλεσμα το σχηματισμό των μεγάλων ποσοτήτων σπρέι θαλασσινού νερού, το οποίο μπορεί να μεταφερθεί πολύ μακριά από την τοποθεσία της δημιουργία του με την βοήθεια του αέρα.

2.2.2.2.1 ΣΥΣΣΩΡΕΥΣΗ ΑΛΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΤΩΝ ΜΟΝΩΤΗΡΩΝ

Κατά τη διάρκεια της ημέρας οι ισχυροί βόρειοι άνεμοι σε συνδυασμό με τις βραχώδεις ακτές δημιουργούν το σχηματισμό ενός σπρέι αλμυρού νερού, το οποίο μεταφέρεται προς το εσωτερικό από τον άνεμο και έχει ως αποτέλεσμα την εναπόθεσή του στην επιφάνεια των μονωτήρων. Εξαιτίας της υψηλής θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια της ημέρας, το νερό εξατμίζεται και καθαρό αλάτι αναμιγνύεται με τη σκόνη και εναπόκειται στην επιφάνεια των μονωτήρων σχηματίζοντας μια βρώμικη μεμβράνη. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει υγρασία δεν συμβαίνει τίποτα, όταν όμως εμφανίζεται κατά τη διάρκεια της νύχτας λόγω της δροσιάς, (πολύ συχνά στην Κρήτη κατά το τέλος του καλοκαιριού και κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου), ή λόγω της βροχόπτωσης, τότε δημιουργούνται σπινθηρισμοί πάνω στους μονωτήρες οδηγώντας το σύστημα σε πολλές διαταραχές και ακόμα σε διακοπές της ηλεκτροδότησης.

Είναι σημαντικό να παρατηρηθεί η διαφορά μεταξύ της Δυτικής και της Ανατολικής πλευράς του νησιού σχετικά με το φαινόμενο της μόλυνσης. Η Κρήτη μπορεί να διαιρεθεί στην περιοχή της δυτικής πλευράς με λιγότερα προβλήματα μόλυνσης και στην περιοχή της ανατολικής πλευράς με σοβαρά προβλήματα μόλυνσης. Είναι ενδεικτικό ότι από το 1978 μέχρι το 1993, 216 σφάλματα πραγματοποιήθηκαν στα 276 χιλιόμετρα εναέριων γραμμών μεταφοράς 150kV (TL 's) της ανατολικής Κρήτης, αντί του 1 σφάλματος στα 132 χιλιόμετρα της δυτικής Κρήτης. Αυτό σημαίνει ότι 0,0756 (1/132) σφάλματα/χλμ από τη δυτική πλευρά, αντί 0,7826 (216/276) σφάλματα/χλμ στην ανατολική πλευρά, δηλαδή, όπως φαίνεται και από τα παραπάνω αποτελέσματα στην ανατολική πλευρά δημιουργούνται συχνότερα σφάλματα κατά 1000% της δυτικής πλευράς, παρόλο που στην ανατολική πλευρά έλαβαν χώρα πολύ συχνά εκτεταμένες δραστηριότητες καθαρισμού των μονωτήρων.

2.3 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΤΩΝ ΜΟΝΩΤΗΡΩΝ

Προβλήματα ρύπανσης παρατηρούνται τόσο στους σταθμούς παραγωγής όσο και στις γραμμές μεταφοράς. Μάλιστα οι γραμμές μεταφοράς είναι περισσότερο εκτεθειμένες, δεδομένου ότι λόγω της γεωγραφικής τους έκτασης, εκτίθενται σε διάφορες μετεωρολογικές και περιβαλλοντικές συνθήκες όπως αναφέρθηκε και παραπάνω. Παρόλα αυτά, η περίπτωση ενός σφάλματος σε ένα υποσταθμό κρίνεται σημαντικότερη, αφού μπορεί να οδηγήσει σε μεγαλύτερης έκτασης διακοπές της τροφοδότησης, αφού οι υποσταθμοί αποτελούν κομβικά σημεία του συστήματος μεταφοράς. Επιπλέον, σε ένα υποσταθμό υπάρχει μεγάλη ποικιλία μονωτήρων, όσον αφορά των τύπο, την γεωμετρία, το υλικό κατασκευής και την λειτουργία που εξυπηρετούν, σε αντίθεση με της γραμμές μεταφοράς, ενώ το κόστος αντικατάστασης τους είναι σημαντικό. Επίσης ένα σημαντικό πλεονέκτημα των υποσταθμών είναι ότι οι μονωτήρες (και γενικά ο εξοπλισμός) είναι συγκεντρωμένοι σε ένα χώρο, που σημαίνει ότι η συντήρησή τους γίνεται πιο εύκολη.

Η αντιμετώπιση του προβλήματος της παράκτιας μόλυνσης των μονωτήρων υψηλής τάσης είναι πολύ σημαντική για την αξιόπιστη λειτουργία του συστήματος. Μετά από μελέτη του προβλήματος της μόλυνσης υπάρχουν τρεις μέθοδοι που εφαρμόζονται ταυτόχρονα για την καλύτερη συμπεριφορά του συστήματος:

- Πρόληψη
- Καταστολή
- Έρευνα

Με τη **μέθοδο της πρόληψης**, γίνεται η επιθεώρηση των μονωτήρων στο φως της ημέρας όσο και κατά τη διάρκεια της νύχτας σε συνθήκες δροσιάς.

Με τη **μέθοδο της καταστολής**, πραγματοποιείται ο καθαρισμός των μονωτήρων καθώς και η εφαρμογή των RTV SIR επικαλύψεων.

Με τη **μέθοδο της έρευνας**, ερευνάτε σε τακτά χρονικά διαστήματα η συμπεριφορά των διαφόρων τύπων των σύνθετων μονωτήρων και των RTV επικαλύψεων.

Οι προτεινόμενες μέθοδοι για την αντιμετώπιση της ρύπανσης είναι οι εξής:

- Αντιμετώπιση της ρύπανσης σε νέες εγκαταστάσεις όπου προτείνεται η λύση κλειστών υποσταθμών σε έντονες συνθήκες ρύπανσης.
- Η επιλογή των κατάλληλων μονωτήρων όπου προτείνεται για λύση σε συνηθισμένες συνθήκες ρύπανσης.
- Στον ήδη υπάρχον εγκατεστημένο εξοπλισμό όπου προτείνεται η χρήση των επικαλύψεων RTV SIR.

Παρακάτω παρουσιάζονται και αναλύονται οι επικρατέστερες μέθοδοι αντιμετώπισης της ρύπανσης.

2.3.1 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΣΕ ΝΕΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

Στο στάδιο της σχεδίασης ενός υποσταθμού, υπάρχει η δυνατότητα υιοθέτησης λύσεων, που μπορούν να περιορίσουν σημαντικά τις επιπτώσεις της ρύπανσης. Η επιλογή κάθε φορά βασίζεται στο πόσο έντονο είναι το πρόβλημα, το οποίο μπορεί να προσδιοριστεί είτε εμπειρικά είτε με κατάλληλες μετρήσεις, σε σχέση βέβαια με το κόστος της προτεινόμενης λύσης.

2.3.1.1 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΛΕΙΣΤΩΝ ΥΠΟΣΤΑΘΜΩΝ

Με την κατασκευή κλειστών υποσταθμών, για νέες εγκαταστάσεις, περιορίζεται η έκθεση του εξοπλισμού στην επίδραση του περιβάλλοντος. Διακρίνουμε δυο τύπους κλειστών υποσταθμών, αυτούς με μόνωση τον ατμοσφαιρικό αέρα και αυτούς με μόνωση το εξαφθοριούχο θείο (SF₆).

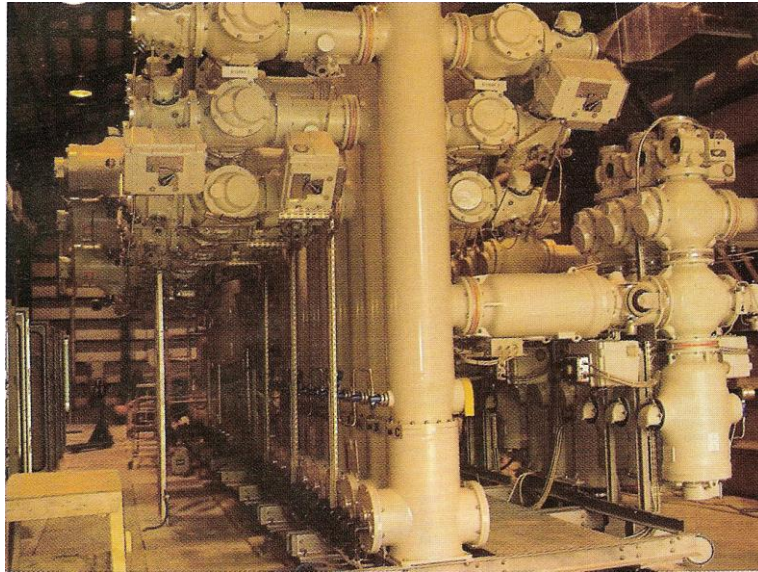
Στην πρώτη περίπτωση, ο ατμοσφαιρικός αέρας παραμένει ως η κύρια μόνωση αλλά η κατασκευή του υποσταθμού πραγματοποιείται εντός στεγασμένου χώρου. Βέβαια όσο αυξάνει το επίπεδο της τάσης λειτουργίας, αυξάνουν οι διαστάσεις του απαιτούμενου χώρου, οπότε και το κόστος. Έτσι πολλές φορές επιλέγεται η στέγαση ενός τμήματος του υποσταθμού, όπως για παράδειγμα στο σύστημα Μεταφοράς 150kV της Κρήτης, όπου το τμήμα των 20 kV (Μέση Τάση) είναι στεγασμένο, ενώ το πεδίο των 150 kV υπαίθριο. Στην

εικόνα 2.3.1.1.1 φαίνεται το κλειστό τμήμα του Υ/Σ 66 Κv στον Α.Η.Σ. Λινοπεραμάτων στο Ηράκλειο Κρήτης.



Εικόνα 2.3.1.1.1: κλειστός σταθμός 66KV με μόνωση αέρα στον Α.Η.Σ. Λινοπεραμάτων

Όμως, υπάρχει και πάλι η πιθανότητα εμφάνισης προβλημάτων, αφενός διότι είναι δυνατή η διείσδυση ρύπων, αφού δεν πρόκειται για αεροστεγή κατασκευή και αφετέρου διότι δεν υπάρχει η δυνατότητα φυσικού καθαρισμού της επιφάνειας. Τα μειονεκτήματα αυτά, αντιμετωπίζονται στον δεύτερο τύπο κλειστών υποσταθμών (εικόνα 2.3.1.1.2) όπου αντί του ατμοσφαιρικού αέρα χρησιμοποιείται το εξαφθοριούχο θείο (SF₆). Οι υποσταθμοί αυτού του τύπου (GIS), προσφέρουν πολλά πλεονεκτήματα. Καταρχήν, όσον αφορά την ρύπανση, τα ενεργά τμήματα του υποσταθμού βρίσκονται σε περιβάλλον SF₆, οπότε δεν τίθεται θέμα επίδρασης του περιβάλλοντος. Επιπλέον η ανώτερη διηλεκτρική συμπεριφορά του SF₆ προσφέρει μικρότερες αποστάσεις ασφαλείας και ως εκ τούτου σημαντική εξοικονόμηση χώρου. Από την άλλη μεριά βέβαια, το κόστος κατασκευής ενός τέτοιου υποσταθμού είναι μεγάλο και η συντήρηση προϋποθέτει εξειδικευμένο εξοπλισμό και προσωπικό.



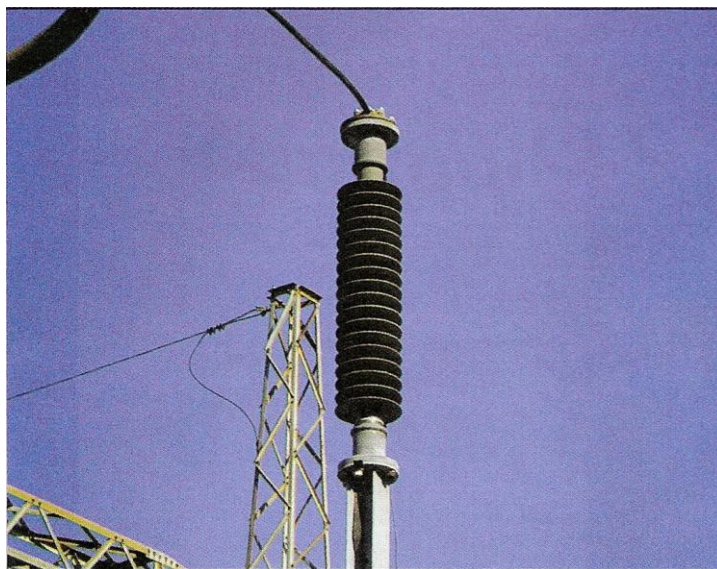
Εικόνα 2.3.1.1.2: Κλειστός υποσταθμός με μόνωση εξαφθοριούχου θείου (αερίου SF₆) στο σταθμό παραγωγής Αθρινόλακου

2.3.2 ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΟΝΩΤΗΡΑ ΣΕ ΣΥΝΗΘΕΙΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ

Η κατασκευή κλειστών Υ/Σ είναι μια λύση υψηλού κόστους, ιδιαίτερα στην περίπτωση των συστημάτων με μόνωση SF₆ (GIS) και προτείνεται στην περίπτωση όπου υπάρχουν σημαντικά προβλήματα ρύπανσης. Από την άλλη μεριά σε συνήθεις συνθήκες είναι δυνατή η αντιμετώπιση του φαινομένου, επιλέγοντας τους κατάλληλους μονωτήρες, όσον αφορά το υλικό κατασκευής και την γεωμετρία.

Σήμερα διατίθενται στην αγορά μονωτήρες από κεραμικά υλικά (πορσελάνη ή γυαλί) και από πολυμερή (Silicon Rubber, EPDM κτλ). Στα πλαίσια των Υ/Σ, έχουν επικρατήσει οι μονωτήρες από πορσελάνη, λόγω της αυξημένης μηχανικής αντοχής που προσφέρουν και συνεπώς την δυνατότητα κατασκευής διατάξεων που μπορούν να φιλοξενήσουν και άλλες λειτουργίες, όπως π.χ. μετασχηματιστές τάσεως και εντάσεως, μονωτήρες διέλευσης κ.α.. Όμως όσον αφορά το φαινόμενο της ρύπανσης, οι μονωτήρες πορσελάνης παρουσιάζουν σημαντικά προβλήματα, λόγω της υδρόφιλης συμπεριφοράς της επιφάνειάς τους. Έτσι, καταρχήν πρέπει να επιλεγούν μονωτήρες με μεγαλύτερο μήκος ερπυσμού. Η επιλογή συνήθως βασίζεται στο IEC 60815, όπου κάθε περίπτωση κατατάσσεται σε ένα από τα τέσσερα τυποποιημένα επίπεδα ρύπανσης και στην συνέχεια αντιστοιχείται σε ένα ορισμένο επίπεδο στάθμης μόνωσης. Στη συνέχεια βέβαια, πρέπει να λυφθούν υπόψη και άλλες παράμετροι, όπως για παράδειγμα η τάση καταπόνησης (φασική ή πολική) και η διάμετρος του μονωτήρα. Βέβαια πρέπει να σημειωθεί ότι η επιλογή αυξημένου μήκους ερπυσμού, βάσει του IEC 60815, δεν εξαλείφει την πιθανότητα εμφάνισης προβλημάτων και ως εκ τούτου, σε πραγματικές συνθήκες, η συμπεριφορά των μονωτήρων πρέπει να παρακολουθείται, και το ενδεχόμενο καθαρισμού των μονωτήρων, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη. Αντί των μονωτήρων πορσελάνης, τα τελευταία χρόνια διατίθενται στην αγορά και μονωτήρες υποσταθμών, από σύνθετα πολυμερή υλικά και κυρίως Silicon Rubber. Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα στην περίπτωση αυτή, είναι η υδρόφοβη συμπεριφορά της επιφάνειας, η οποία δεν διαβρέχεται από το νερό με αποτέλεσμα να αποτρέπεται η

δημιουργία επιφανειακής αγωγιμότητας, που αποτελεί την αφετηρία του προβλήματος. Στην εικόνα 2.3.2.1 φαίνεται ένας μονωτήρας από SIR, στην επιφάνεια του οποίου διακρίνεται ο σχηματισμός σταγόνων λόγω της υδρόφοβης συμπεριφοράς. Όμως, το πλεονέκτημα μιας υδρόφοβης συμπεριφοράς προκύπτει ως αποτέλεσμα μιας ασθενούς εσωτερικής δομής του υλικού και συνεπώς στην περίπτωση αυτή, η διάρκεια ζωής του, όσον αφορά την υδρόφοβη συμπεριφορά, αλλά και άλλα χαρακτηριστικά, είναι μικρότερη σε σχέση με τα κεραμικά υλικά και εξαρτάται από της συνθήκες λειτουργίας.



Εικόνα 2.3.2.1 : μονωτήρας στηρίξεως 150 KV από συνθετικό υλικό SIR στον υποσταθμό 150KV του Α.Η.Σ. Λινοπεραμάτων

2.3.3 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΣΤΟΝ ΗΔΗ ΥΠΑΡΧΩΝ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΟ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟ

Στην περίπτωση του ήδη εγκατεστημένου εξοπλισμού πρέπει να λυφθεί υπόψη η περιορισμένη δυνατότητα αντικατάστασης των μονωτήρων, κυρίως λόγω της χαμηλής διαθεσιμότητας αντίστοιχων μονωτήρων στην αγορά, αλλά και λόγω του υψηλού κόστους. Για παράδειγμα, στην περίπτωση των μονωτήρων διέλευσης ενός μετασχηματιστή, όσο μεγαλύτερης ηλικίας είναι, τόσο δυσκολότερο ως και αδύνατο είναι να βρεθούν κατάλληλη συνθετική μονωτήρες προς αντικατάσταση. Οπότε στην περίπτωση αυτή υιοθετούνται λύσεις, που μπορούν να βελτιώσουν τον ήδη υπάρχοντα εξοπλισμό, λαμβάνοντας υπόψη το κόστος που έχουν και την αντίστοιχη αποτελεσματικότητα

2.3.3.1 ΠΛΥΣΙΜΟ ΤΩΝ ΜΟΝΩΤΗΡΩΝ

Το πλύσιμο των μονωτήρων είναι η πρώτη λύση που έρχεται στο προσκήνιο, στην περίπτωση του ήδη εγκατεστημένου εξοπλισμού. Σκοπός είναι η απομάκρυνση των ρύπων από την επιφάνεια των μονωτήρων και ως εκ τούτου η αναστολή της δημιουργίας επιφανειακής αγωγιμότητας. Ανάλογα με το είδος των ρύπων και ιδιαίτερα τον βαθμό προσκόλλησης στην επιφάνεια, επιλέγεται κάθε φορά η κατάλληλη μέθοδος. Για παράδειγμα, ρύποι όπως η τέφρα ή το τσιμέντο, είναι δύσκολο να απομακρυνθούν από την

επιφάνεια ενός μονωτήρα και απαιτείται ο καθαρισμός χρησιμοποιώντας κατάλληλα εργαλεία, όπως βούρτσες. Από την άλλη μεριά, στην περίπτωση της θαλάσσιας ρύπανσης, ο καθαρισμός μπορεί να γίνει με νερό, είτε χρησιμοποιώντας σφουγγάρια, είτε υπό πίεση με κατάλληλο εξοπλισμό. Οι εργασίες γίνονται εκτός τάσης και άρα απαιτείται η διακοπή της τροφοδότησης για χρονικό διάστημα που εξαρτάται από τη μέθοδο. Βέβαια πρέπει να σημειωθεί ότι υπάρχει η δυνατότητα καθαρισμού υπό τάση, με κατάλληλο εξοπλισμό, με την προϋπόθεση όμως ότι υπάρχουν νομικά προβλήματα όσον αφορά την εργασία υπό τάση.

Ξεκινώντας από το καλοκαίρι του 1978, το πλύσιμο των μονωτήρων στις τοποθεσίες όπου υπήρχε το πρόβλημα αντιμετωπιζόταν με τη χρήση του νερού, κουβάδες και σφουγγάρια. Δεδομένου ότι η παραγωγικότητα της εν λόγω μεθόδου ήταν χαμηλή, το επόμενο βήμα ήταν το πλύσιμο των μονωτήρων με πίδακες (εκτόξευση) νερού, μια μέθοδος που ήδη εφαρμόζεται στους υποσταθμούς. Από το 1995 το πλύσιμο με νερό έχει εφαρμοστεί με τη χρήση ενός ελικοπτέρου. Η χρήση ενός ελικοπτέρου καθιστά τη διαδικασία πιο γρήγορη, αλλά και προσθέτει ορισμένα (περισσότερο ή λιγότερο σοβαρά) προβλήματα. Το πλύσιμο πρέπει να πραγματοποιείται, ενώ ο καιρός το επιτρέπει, για ασφαλείς πτήσεις. Δυστυχώς, κατά τη διάρκεια της εποχής "υψηλής ρύπανσης", είναι πολύ συχνή οι ισχυροί βοριάδες. Αυτό συνεπάγεται σε πολλές καθυστερήσεις στη διαδικασία πλύσης με ελικόπτερο και συνεπώς, τον κίνδυνο για την αξιόπιστη λειτουργία του δικτύου μεταφοράς. Εκτός από τις κατάλληλες καιρικές συνθήκες μια άλλη προϋπόθεση της μεθόδου είναι "ο χώρος". Ένα ελικόπτερο, προκειμένου να πετάξει με ασφάλεια χρειάζεται χώρο. Έτσι, κάποιιοι πύργοι λόγω της γεινιάσής τους με άλλους πύργους ή δομές αποκλείστηκαν από τη διαδικασία πλύσης. Δεδομένου ότι η πλύση πραγματοποιείται υπό τάση, η πιθανότητα βλάβης υπάρχει. Στους 5000 μονωτήρες που πλύθηκαν, 3 σφάλματα συνέβησαν με σοβαρές συνέπειες για την απόδοση του συστήματος μεταφοράς.

Πάντως, σε κάθε περίπτωση, το μεγάλο πρόβλημα όσον αφορά το πλύσιμο είναι η επιλογή της κατάλληλης χρονικής στιγμής, σε σχέση με το χρόνο που εμφανίζονται τα προβλήματα. Αν πλυθούν οι μονωτήρες πολύ νωρίς, τότε είναι πιθανή η συγκέντρωση ικανής ποσότητας ρύπων στο διάστημα που ακολουθεί, μέχρι την εμφάνιση των κατάλληλων περιβαλλοντικών συνθηκών. Από την άλλη μεριά αν το πλύσιμο καθυστερήσει, τότε η πιθανότητα εμφάνισης σφάλματος αυξάνει σημαντικά. Επιπλέον πρέπει να ληφθούν υπόψη το κόστος που προκύπτει τόσο από τις απαιτούμενες διακοπές, όσο και από τις εργατοώρες που απαιτούνται. Μάλιστα στην τελευταία περίπτωση αξίζει να σημειωθεί ότι το πλύσιμο πραγματοποιείται σε ώρες χαμηλού φορτίου, συνήθως το βράδυ ή νωρίς το πρωί, οπότε και το κόστος όσον αφορά το προσωπικό είναι υψηλότερο.

Ο προσδιορισμός του ακριβούς χρόνου πλύσης και του τόπου είναι πολύ σημαντικό για την αξιόπιστη λειτουργία του συστήματος. Στο πλύσιμο οι δραστηριότητες που απαιτούνται δεν είναι περιοδικές, που σημαίνει ότι θα πρέπει πάντα να είναι σε επιφυλακή και να έχουν κατά νου ότι μία από τις σημαντικότερες παραμέτρους του προβλήματος είναι ο καιρός. Για παράδειγμα, η βροχή μπορεί να κάνει το πλύσιμο στο χρόνο, αλλά από την άλλη πλευρά οι ισχυροί βόρειοι άνεμοι μπορεί να δημιουργήσουν προβλήματα, ακόμη και κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Μέχρι τώρα η λήψη αποφάσεων για το πλύσιμο βασίστηκε στην εμπειρία. Παρ' όλα αυτά, λαμβάνοντας υπόψη τη σημασία της κατάστασης, η γνώση σε βάθος είναι αναγκαίο για την αντιμετώπιση του προβλήματος.



Εικόνα 2.3.3.1.1 : Πλύσιμο υποσταθμού 150KV με νερό υπό υψηλή πίεση

2.3.3.2 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗΣ ΤΩΝ ΜΟΝΩΤΗΡΩΝ ΜΕ ΣΙΛΙΚΟΝΟΥΧΑ ΥΛΙΚΑ ΤΗΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ RTV'S ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ

Έχοντας υπόψη τη σημασία των παράκτιων προβλημάτων μόλυνσης για την εκμετάλλευση του δικτύου μεταφοράς της Κρήτης, η καλύτερη κατανόηση του φαινομένου είναι όλο και πιο αναγκαία. Η εμπειρία που έχει αποκτηθεί όλα αυτά τα χρόνια, σε συνδυασμό με εργαστηριακές μετρήσεις και έρευνες μπορεί να οδηγήσει σε μια πλήρη διερεύνηση του προβλήματος.

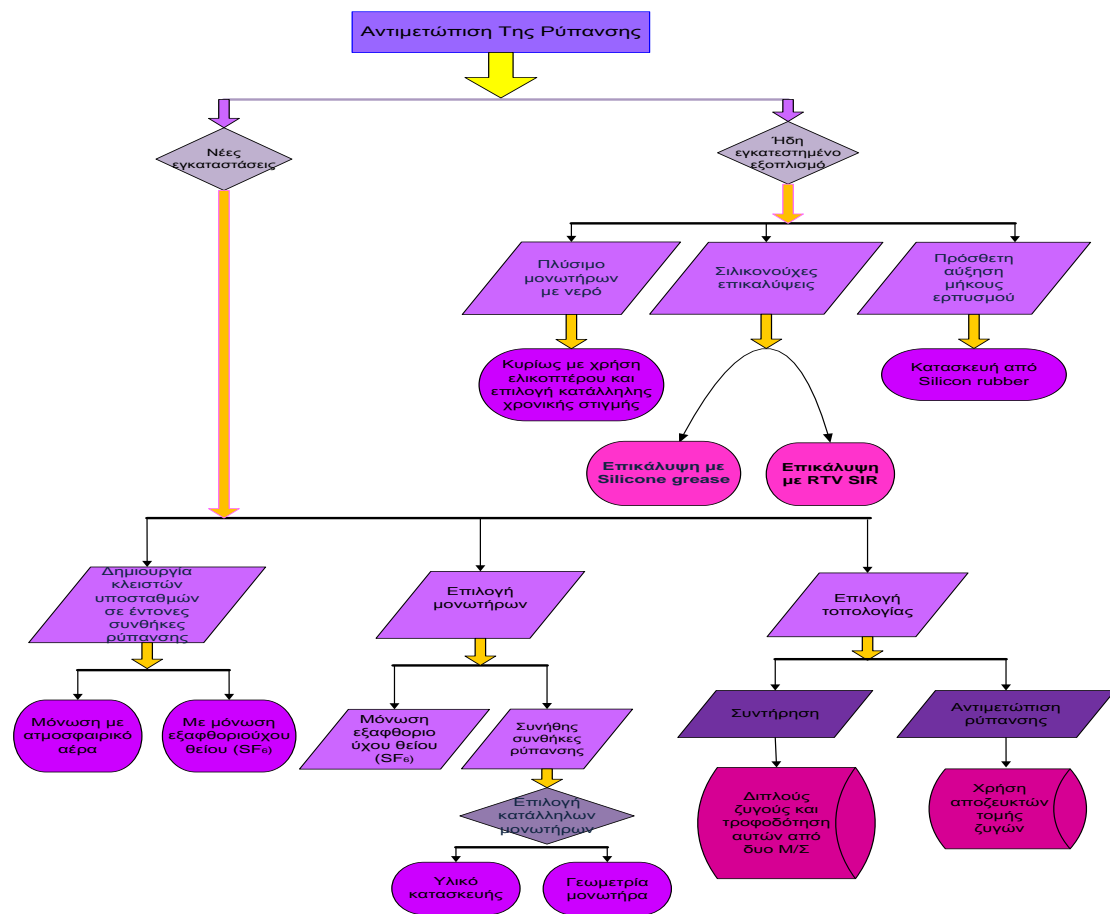
Τα τελευταία χρόνια, χρησιμοποιούνται για την κατασκευή της ηλεκτρικής μόνωσης των Δικτύων Μέσης και Υψηλής τάσης, σύνθετα πολυμερή υλικά τα Silicon Rubber, EPDM κ.α. Τα υλικά αυτά χαρακτηρίζονται από διάφορα πλεονεκτήματα σε σχέση με τα κλασικά υλικά (πορσελάνη και γυαλί), με σημαντικότερο την συμπεριφορά σε περιβάλλον ρύπανσης.

Όπως έχει αναφερθεί και παραπάνω, είναι γνωστό ότι η ρύπανση των μονωτήρων αποτελεί μια από τις κυριότερες αιτίες σφαλμάτων στα Δίκτυα Μεταφοράς και Διανομής. Πρόκειται για ένα φαινόμενο το οποίο αναπτύσσεται στην διεπιφάνεια της ηλεκτρικής μόνωσης και του ατμοσφαιρικού αέρα, όταν η ύγρανση της επιφάνειας, σε συνδυασμό με το επιφανειακό στρώμα ρύπων, οδηγούν στην ανάπτυξη ενός αγώγιμου επιφανειακού φιλμ. Έτσι ρεύμα αρχίζει να ρέει στην επιφάνεια του μονωτήρα, προκαλώντας λόγω του φαινομένου Joule ξήρανση, ιδιαίτερα μάλιστα σε περιοχές όπου η πυκνότητα ρεύματος είναι μεγάλη. Στην επιφάνεια του μονωτήρα λοιπόν δημιουργούνται περιοχές μεγάλης ωμικής αντίστασης (ξηρές ζώνες) και περιοχές μεγάλης αγωγιμότητας. Η κατάσταση αυτή οδηγεί σε ανακατανομή της τάσης κατά μήκος των ξηρών περιοχών και διάσπαση του αέρα που περιβάλλει τις περιοχές αυτές. Ανάλογα με τις συνθήκες, είναι δυνατή η διεύρυνση των ξηρών ζωνών, η οποία τελικά μπορεί να οδηγήσει σε ολική διάσπαση της μόνωσης υπερπήδηση (flashover) και βραχυκύκλωμα.

Η καλύτερη συμπεριφορά των σύνθετων υλικών, οφείλεται στο ότι δεν επιτρέπουν την ύγρυνση του επιφανειακού φιλμ των ρύπων, λόγω της υδρόφοβης συμπεριφοράς τις επιφάνειάς τους και κατά συνέπεια και την εκδήλωση ρεύματος διαρροής. Αντίθετα η πορσελάνη και το γυαλί είναι υδρόφιλα υλικά, οπότε ευνοείται ο σχηματισμός του αγωγίμου φιλμ που αναφέρθηκε παραπάνω.

Το πλεονέκτημα της καταστολής των ρευμάτων διαρροής με την χρήση σύνθετων υλικών (Silicon Rubber, EPDM κ.α.) περιορίζεται από την ευαισθησία των υλικών αυτών στην περιβαλλοντική και ηλεκτρική καταπόνηση. Η γήρανση του υλικού, η οποία λαμβάνει χώρα με την πάροδο του χρόνου, μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια των ιδιοτήτων του υλικού, μεταξύ των οποίων και η σημαντική στην συγκεκριμένη περίπτωση υδροφοβία.

Μεταξύ των σύνθετων υλικών φαίνεται να ξεχωρίζει το ελαστομερές της σιλικόνης (Silicon Rubber) τόσο στην περίπτωση των μονωτήρων όσο και στην περίπτωση των επικαλύψεων. Όπως προκύπτει από τον συντακτικό του τύπο, η κύρια αλυσίδα αποτελείται από δεσμούς πυριτίου – οξυγόνου (Si-O), οι οποίοι είναι αρκετά ισχυροί, δίνοντας σταθερότητα στο υλικό, ενώ τα πλευρικά μεθύλια καθορίζουν την υδρόφοβη συμπεριφορά της επιφάνειας του.



Κατασκευή κλειστών υποσταθμών με μόνωση τον ατμοσφαιρικό αέρα

Πλεονεκτήματα

- Περιορίζεται η έκθεση του εξοπλισμού στην επίδραση του περιβάλλοντος.

Μειονεκτήματα

- Όσο μεγαλύτερο το επίπεδο τάσης λειτουργίας, αυξάνουν οι διαστάσεις του χώρου, οπότε και μεγαλώνει το κόστος.
- Δεν πρόκειται για αεροστεγή κατασκευή.
- Δεν υπάρχει η δυνατότητα φυσικού καθαρισμού της επιφάνειας.
- Πολλές φορές επιλέγεται η στέγαση ενός τμήματος του υποσταθμού.

Κατασκευή κλειστών υποσταθμών με μόνωση SF₆

Πλεονεκτήματα

- Τα ενεργά τμήματα του υποσταθμού βρίσκονται σε περιβάλλον SF₆, οπότε δεν τίθεται θέμα επίδρασης του περιβάλλοντος.
- Η διηλεκτρική συμπεριφορά του SF₆ προσφέρει μικρότερες αποστάσεις ασφαλείας, οπότε σημαντική εξοικονόμηση χώρου.

Μειονεκτήματα

- Το κόστος κατασκευής ενός τέτοιου υποσταθμού είναι μεγάλο.
- Η συντήρηση προϋποθέτει εξειδικευμένο εξοπλισμό και προσωπικό.

Επιλογή μονωτήρα σε συνήθεις συνθήκες ρύπανσης

Μονωτήρες πορσελάνης

Πλεονεκτήματα

- Αυξημένη μηχανική αντοχή.
- Δυνατότητα κατασκευής διατάξεων που μπορούν να φιλοξενήσουν και άλλες λειτουργίες.

Μειονεκτήματα

- Παρουσιάζουν υδρόφιλη συμπεριφορά στην επιφάνεια τους.
- Η συμπεριφορά τους πρέπει να παρακολουθείτε και πρέπει να καθαρίζονται σε κατάλληλα χρονικά διαστήματα.

Μονωτήρες από σύνθετα πολυμερή υλικά Silicon Rubber

Πλεονέκτημα

- Παρουσιάζουν υδρόφοβη συμπεριφορά στην επιφάνεια τους.

Μειονέκτημα

- Η διάρκεια ζωής τους, όσον αφορά την υδρόφοβη συμπεριφορά, αλλά και άλλα χαρακτηριστικά, είναι μικρότερη και εξαρτάται από της συνθήκες λειτουργίας.

Πλύσιμο μονωτήρων με νερό

Πλεονέκτημα

- Ο καθαρισμός μπορεί να γίνει με νερό, και αυτό γίνεται κυρίως με την χρήση ελικοπτέρου.

Μειονεκτήματα

- Η επιλογή της κατάλληλης χρονικής στιγμής.
- Το πλύσιμο πρέπει να γίνεται ενώ ο καιρός το επιτρέπει.
- Χρειάζεται χώρος, για ασφάλεια.
- Η πλύση πραγματοποιείται υπό τάση.
- Το κόστος, που προκύπτει από της απαιτούμενες διακοπές ηλεκτροδότησης, όσο και από της εργατοώρες που απαιτούνται.

Σιλικονούχες επικαλύψεις

Πλεονεκτήματα

- Δεν τίθεται θέμα επιλογής του χρόνου εφαρμογής.
- Μικρότερο κόστος, όσον αφορά τη λειτουργία και το προσωπικό.
- Παρουσιάζουν υδρόφοβη συμπεριφορά της επιφάνειας τους.

Μειονέκτημα

- Η γήρανση του υλικού οδηγεί σε απώλεια των ιδιοτήτων του.

Πρόσθετη αύξηση του μήκους ερπυσμού

Πλεονεκτήματα

- Αύξηση διαμέτρου μονωτήρα

Μειονέκτημα

- Δύσκολη μαζική εφαρμογή

2.4 ΣΙΛΙΚΟΝΟΥΧΕΣ ΕΠΙΚΑΛΥΨΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΜΟΝΩΣΗΣ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΡΥΠΑΝΣΗΣ

Οι σιλικονούχες επικαλύψεις χρησιμοποιούνται όταν απαιτείται η αντιμετώπιση προβλημάτων ρύπανσης σε ήδη εγκατεστημένο εξοπλισμό, με μόνωση από πορσελάνη ή γυαλί, όπου το κόστος αντικατάστασης θα ήταν σημαντικά μεγάλο, είτε σε περιπτώσεις όπου δεν υπάρχει διαθέσιμος εξοπλισμός (π.χ. bushing των Μ/Σ ισχύος) με σύνθετο περίβλημα (polymer housing). Τότε η επιφάνεια της μόνωσης καλύπτεται από σιλικονούχα υλικά με σκοπό να της προσδώσουν υδρόφοβη συμπεριφορά. Έτσι, όπως συμβαίνει και στην περίπτωση των συνθετικών μονωτήρων, αναστέλλεται η δημιουργία επιφανειακής αγωγιμότητας, αφού δεν είναι δυνατή η διαβροχή της επιφάνειας και συνεπώς και η διάλυση των ρύπων. Το πολύ σημαντικό πλεονέκτημα που προκύπτει στην περίπτωση αυτή, σε αντίθεση με το πλύσιμο, είναι ότι δεν τίθεται θέμα επιλογής του χρόνου εφαρμογής. Η τοποθέτηση μπορεί να γίνει σε χρόνο που επιλέγεται από τους Διαχειριστές του Συστήματος, με μικρότερο κόστος όσον αφορά τη λειτουργία και το προσωπικό. Από την άλλη μεριά η διάρκεια ζωής των υλικών, η πρόβλεψη του τέλους ζωής και η συχνότητα – ευκολία αντικατάστασης, είναι παράμετροι που επίσης πρέπει να ληφθούν υπόψη. Υπάρχουν δύο κατηγορίες σιλικονούχων επικαλύψεων, τα silicone grease και τα Room Temperature Vulcanised (RTV) silicon rubbers.

Στην πρώτη περίπτωση τα υλικά silicon grease εμφανίζουν διπλή δράση στην επιφάνεια του μονωτήρα. Αφενός προσδίδουν υδρόφοβη συμπεριφορά και αφετέρου έχουν την ικανότητα ενθυλάκωσης των ρύπων, που επικάθονται στην επιφάνεια. Αρχικά και οι δύο δράσεις αποτελούν πλεονεκτήματα για το υλικό, όμως η ενθυλάκωση των ρύπων αποκλείει την δράση οποιουδήποτε φυσικού καθαρισμού, όπως η βροχή ή ο άνεμος, με αποτέλεσμα τον κορεσμό του υλικού και επιπλέον την απώλεια της υδροφοβίας, μη επιτρέποντας με αυτόν τον τρόπο την ανάπτυξη υδρόφιλης συμπεριφοράς. Έτσι σε χρόνο που εξαρτάται από την ένταση του προβλήματος και μπορεί να είναι της τάξης μερικών μηνών, επιβάλλεται η αντικατάσταση του υλικού με νέο. Η διαδικασία που απαιτείται είναι εξαιρετικά επίπονη και χρονοβόρα και ως εκ τούτου η χρήση των επικαλύψεων silicon grease είναι περιορισμένη. Επίσης πρέπει να σημειωθεί ότι για τις συνθήκες ρύπανσης του συστήματος της Κρήτης η διάρκεια ζωής του υλικού είναι της τάξης των έξι μηνών.

Στην δεύτερη περίπτωση οι RTV silicon rubber επικαλύψεις προσφέρουν το πλεονέκτημα της υδρόφοβης επιφάνειας, ακόμη και μετά την επικάθιση των ρύπων, χωρίς να πραγματοποιείται ενθυλάκωση τους. Στην περίπτωση αυτή, το υλικό επιτυγχάνει την μετάδοση της υδροφοβίας στο επιφανειακό στρώμα των ρύπων, που δημιουργείται, μέσω ενός μηχανισμού διάχυσης μορίων χαμηλού μοριακού βάρους του υλικού, τα οποία δεν μετέχουν στο πλέγμα διασταύρωσης του υλικού (cross linking), αλλά είναι ελεύθερα να κινηθούν, στον όγκο του υλικού αλλά και προς την επιφάνεια. Τα μόρια αυτά διεισδύουν στο επιφανειακό στρώμα και μεταβάλουν την αρχικά υδρόφιλη επιφάνεια σε υδρόφοβη. Έτσι αφενός καταστέλλεται το πρόβλημα κορεσμού, αφού είναι δυνατός ο φυσικός καθαρισμός της επιφάνειας. Στο εικόνα 2.4.1 φαίνεται ένας μονωτήρας πορσελάνης, με επικάλυψη από RTV SIR και ένα στρώμα ρύπων στην επιφάνεια. Οι σταγόνες στην επιφάνεια του μονωτήρα είναι ενδεικτικές της υδρόφοβης συμπεριφοράς του υλικού, παρά την παρουσία των ρύπων.

Είναι σημαντικό το ότι στην περίπτωση αυτή, το αρχικό κόστος είναι το ίδιο με τα silicon grease, όμως η διάρκεια ζωής είναι σαφώς μεγαλύτερη. Αξίζει να σημειωθεί ότι στην διεθνή βιβλιογραφία η μέση διάρκεια ζωής των υλικών ανέρχεται σε 6 ως 10 έτη. Επιπλέον μετά το πέρας του χρόνου αυτού δεν είναι απαραίτητη η απομάκρυνση της επικάλυψης, αλλά είτε επιστρέφουμε στην λογική των καθαρισμών, είτε τοποθετείται νέα επικάλυψη επάνω στην προηγούμενη.



Εικόνα 2.4.1 : τομή τμήματος μονωτήρα στηρίξεως πορσελάνης 150KV, όπου διακρίνεται η επικάλυψη από RTV SIR



Εικόνα 2.4.2 : Υδρόφοβη συμπεριφορά, παρά την παρουσία ρύπων, στην επιφάνεια ενός μονωτήρα πορσελάνης τύπου Cap and Pin με επικάλυψη από RTV SIR

2.4.1 ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΩΝ RTV SILICON RUBBER ΕΠΙΚΑΛΥΨΕΩΝ

Τα RTV SIR διατίθενται στην αγορά σε μορφή διαλύματος. Όταν το διάλυμα τοποθετηθεί στην επιφάνεια του μονωτήρα, ο διαλύτης, ο οποίος δρα ως μέσο μεταφοράς, εξατμίζεται και η υγρασία στον αέρα προκαλεί την έναυση της διαδικασίας του βουλκανισμού. Ως αποτέλεσμα είναι η στερεοποίηση του υλικού, το οποίο αρχικά έχει υγρή μορφή. Επιπλέον

στο υλικό υπάρχουν και διάφορα πρόσθετα, με σκοπό την διαμόρφωση των ιδιοτήτων του. Τέτοια είναι προσθετικά για την αύξηση της αντοχής του υλικού στην επίδραση των επιφανειακών εκκενώσεων (π.χ. ΑΤΗ), καταλύτες πολυμερισμού, χρώμα, παράγοντες βελτίωσης της προσκόλλησης του υλικού στην επιφάνεια της μόνωσης κ.α. Είναι αναμενόμενο ότι η ηλεκτρική συμπεριφορά, οι φυσικές ιδιότητες αλλά και ο τρόπος τοποθέτησης του υλικού εξαρτώνται σημαντικά από την τελική σύσταση του υλικού.

2.4.1.1 ΥΔΡΟΦΟΒΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ – ΚΑΤΑΣΤΟΛΗ ΤΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

Η συγκέντρωση ρύπανσης με υδρόφιλα χαρακτηριστικά, δεδομένου ότι καλύπτει την επιφάνεια, οδηγεί σε αναλογία με την πορσελάνη και το γυαλί, στην ανάπτυξη ενός αγώγιμου επιφανειακού φιλμ και την εκδήλωση ρεύματος διαρροής. Η υδρόφοβη συμπεριφορά όμως ανακτάται, γεγονός που οφείλεται κυρίως στην διάχυση χαμηλού μοριακού βάρους μορίων του υλικού (LMW), από τον όγκο του προς την επιφάνεια. Ο χρόνος ανάκτησης της υδροφοβίας, όπως είναι αναμενόμενο από τον παραπάνω μηχανισμό, εξαρτάται από την θερμοκρασία, την διαφορά συγκέντρωσης των μορίων στον όγκο του υλικού και στην επιφάνεια και την ευκολία μετακίνησης τους, δηλαδή από το μοριακό τους βάρος και την παρουσία άλλων μορίων. Η υδροφοβία και η διατήρηση της αποτελεί μια από τις σημαντικότερες ιδιότητες των RTV SIR δεδομένου ότι συμβάλει σημαντικά στην καταστολή του ρεύματος διαρροής.

2.4.1.2 ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, υπάρχει κάποιο διάστημα κατά το οποίο το υλικό παρουσιάζει υδρόφιλη συμπεριφορά. Επομένως στο διάστημα αυτό το φαινόμενο της ρύπανσης αναπτύσσεται όπως και στην πορσελάνη, με εκδήλωση ρεύματος διαρροής, ανάπτυξη ξηρών ζωνών και επιφανειακές εκκενώσεις. Επιβάλλεται λοιπόν η χρήση κάποιου προσθετικού ώστε να αυξηθεί η διάρκεια ζωής του υλικού. Το προσθετικό αυτό, συνήθως είναι η ένυδρη αλουμίνα (Aloumina Trihydrate, ΑΤΗ), η παρουσία της οποίας βελτιώνει σημαντικά την αντοχή του υλικού στη δημιουργία αγώγιμων δρόμων (tracking) και στην διάβρωση (erosion). Από την άλλη μεριά όμως, αυξάνει τον χρόνο ανάκαμψης της υδροφοβίας του υλικού, δεδομένου ότι για τον ίδιο όγκο, η αύξηση της περιεκτικότητας σε ΑΤΗ, συνεπάγεται μείωση της συγκέντρωσης σιλικόνης στον όγκο του υλικού και επιπλέον τα μόρια της ένυδρης αλουμίνας (ΑΤΗ) δημιουργούν μια μορφή πλέγματος και δυσχεραίνουν με αυτό τον τρόπο την διάχυση του χαμηλού μοριακού βάρους των μορίων (LMW) προς την επιφάνεια. Από μετρήσεις προκύπτει μια βέλτιστη συγκέντρωση ένυδρης αλουμίνας (ΑΤΗ), η οποία κυμαίνεται στην περιοχή 100 μέχρι 150 ρρη (parts per hundred by weight του silicon rubber).

2.4.1.3 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΠΑΧΟΥΣ ΣΤΗΝ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΖΩΗΣ ΤΟΥ ΥΛΙΚΟΥ

Το πάχος του υλικού είναι μια παράμετρος που πρέπει να λυφθεί υπόψη κατά την τοποθέτηση. Ένα πολύ μικρό στρώμα συνεπάγεται μικρή διάρκεια ζωής, ενώ από την άλλη μεριά ένα παχύ στρώμα συνεπάγεται μεγαλύτερο κόστος και μεγαλύτερη αντίσταση στην μεταφορά θερμότητας, η οποία παράγεται από τις επιφανειακές εκκενώσεις. Συνεπώς η θερμική γήρανση στην περίπτωση αυτή είναι εντονότερη. Υπάρχει λοιπόν και σε αυτήν την περίπτωση μια βέλτιστη τιμή, της τάξης των 0.5mm, η οποία για να επιτευχθεί πρέπει το

υλικό να έχει την ικανοποιητική ρευστότητα και χαμηλή συγκέντρωση σε στερεές προσμίξεις.

2.4.1.4 ΠΡΟΣΚΟΛΛΗΣΗ ΣΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΤΟΥ ΜΟΝΩΤΗΡΑ

Ο βαθμός προσκόλλησης στην επιφάνεια του μονωτήρα εξαρτάται από την σύνθεση του υλικού. Πρόκειται για μία πολύ σημαντική ιδιότητα, δεδομένου ότι η μόνωση υφίσταται την επίδραση του περιβάλλοντος. Στην περίπτωση που η προσκόλληση δεν είναι ικανοποιητική, τότε δημιουργούνται θύλακες μεταξύ της επικάλυψης και της επιφάνειας του μονωτήρα, όπου μπορεί να εισχωρήσει υγρασία, με τις αναμενόμενες επιπτώσεις στην αξιοπιστία και την διάρκεια ζωής του συστήματος. Έτσι στην σύνθεση των υλικών, συνήθως περιλαμβάνονται προσθετικά βελτίωσης αυτής της ιδιότητας, με αποτέλεσμα να μην παρουσιάζονται ανάλογα προβλήματα στα υλικά της τελευταίας γενιάς.

Η διάρκεια ζωής των RTV SIR επικαλύψεων εξαρτάται από την περιβαλλοντική καταπόνηση, την ηλεκτρική καταπόνηση, την σύνθεση του υλικού, την σωστή τοποθέτηση και το μοντέλο ρύπανσης. Συνεπώς ο βέλτιστος τρόπος αξιολόγησης τους είναι η πιλοτική εφαρμογή τους σε πραγματικές συνθήκες.

2.5 ΠΡΟΣΘΕΤΗ ΑΥΞΗΣΗ ΤΟΥ ΜΗΚΟΥΣ ΕΡΠΥΣΜΟΥ

Το μήκος ερπυσμού είναι μια πολύ σημαντική παράμετρος. Η αύξηση του μήκους ερπυσμού ενός μονωτήρα είναι εφικτή με τη χρήση κατάλληλων προεκτάσεων γνωστών ως extenders, οι οποίες ουσιαστικά αυξάνουν την διάμετρο του μονωτήρα, όπως φαίνεται στην εικόνα 2.5.1. οι προεκτάσεις αυτές σχεδιάζονται ειδικά για κάθε μονωτήρα και ως εκ τούτου, η μέθοδος αυτή απαιτεί υψηλή τεχνογνωσία και είναι δύσκολο να έχει μαζική εφαρμογή. Επιπλέον κατασκευάζονται από συνθετικά υλικά, συνήθως Silocop Rubber και έτσι επιβάλλεται η ταυτόχρονη εφαρμογή και επικαλύψεων από RTV SIR. Συνεπώς πρόκειται για μία μέθοδο με περιορισμένη εφαρμογή, κυρίως όταν είναι τέτοιες οι συνθήκες, που οι επικαλύψεις από RTV SIR δεν αρκούν.



Εικόνα 2.5.1: Τοποθέτηση extenders σε μονωτήρα στηρίξεως πορσελάνης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 :ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΩΝ RTV ΣΙΛΙΚΟΝΟΥΧΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗΣ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η μόλυνση των μονωτήρων υπήρξε ένα πρόβλημα από την γέννηση της διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας. Ο σχηματισμός θαλασσινού σπρέι, οι βιομηχανικοί ρύποι και ακόμα η άμμο της ερήμου μπορεί να οδηγήσει σε δαπανηρές διακοπές ρεύματος, λόγω δημιουργίας ηλεκτρικού τόξου και υπερπηδήσεων. Αρκετοί μέθοδοι προστασίας έχουν ορισμένα όρια κατά της ρύπανσης, παρόλα αυτά υπάρχει μια λύση που η χρησιμότητα της έχει μακροπρόθεσμη προστασία, η λύση αυτή αναφέρεται στις σιλικονούχες επικαλύψεις. Στις προηγούμενες μεθόδους για την προστασία των μονωτήρων από υπέρταση που προκαλείται λόγω της ρύπανσης, έχουν γίνει αλλαγές στο σχεδιασμό των μονωτήρων στο να παρέχουν μεγαλύτερες διαδρομές στις διαρροές ρεύματος ή ακόμα γίνετε επαναλαμβανόμενη επικάλυψη των μονωτήρων με γράσο, για να δημιουργηθεί η ιδιότητα της υδροφοβίας στην επιφάνεια τους. Η αλλαγή των προδιαγραφών των μονωτήρων για την παροχή μεγαλύτερων διαδρομών διαρροής ρεύματος οδηγεί σε αύξηση βάρους και υψηλότερο αρχικό κόστος και η τεχνική του γράσου απαιτεί πολύ εργατικό προσωπικό. Παρά το γεγονός της συνεχούς βελτίωσης, οι εγκαταστάσεις αυτές εξακολουθούν να απαιτούν συχνό πλύσιμο και συχνή επικάλυψη με γράσο σε περιοχές υψηλής ρύπανσης, παρόλα αυτά όμως καμία από αυτές τις μεθόδους δεν έχει μακροπρόθεσμη προστασία για την επίλυση του προβλήματος της ρύπανσης.

Το πρόβλημα της ρύπανσης εμφανίζεται ιδιαίτερα στη Κρήτη λόγω της παράκτιας ανάπτυξης του νησιού και για αυτό τον λόγω επιβάλλεται η χωροθέτηση των Γ/Μ και των Υ/Σ να βρίσκονται σε μικρή απόσταση από την θάλασσα. Στο πρόβλημα της ρύπανσης συντελούν οι έντονοι άνεμοι που πνέουν ιδιαίτερα τη περίοδο του καλοκαιριού και η αλατότητα της θάλασσας. Το μοντέλο της ρύπανσης στην Κρήτη μπορεί να χαρακτηριστεί ως προοδευτικό δεδομένου ότι η συγκέντρωση των ρύπων στην επιφάνεια των μονωτήρων λαμβάνει χώρα κατά τη διάρκεια μιας ξηράς περιόδου η οποία ξεκινάει από τον Μάιο και διαρκεί μέχρι των Σεπτέμβριο, ενώ η ανάπτυξη της υγρασίας συμβαίνει κατά τους μήνες Αύγουστο και Σεπτέμβριο. Λαμβάνοντας υπόψη το μηχανισμό ανάκαμψης της υδροφοβίας, φαίνεται ότι ευνοείται η χρήση σύνθετων υλικών, δεδομένου ότι υπάρχει ο χρόνος για την μετάδοση της υδροφοβίας, προτού οι συνθήκες καταστήσουν πιθανή την ανάπτυξη ρεύματος διαρροής. Έτσι η πιθανότητα διάσπασης είναι μικρότερη και η διάρκεια ζωής του υλικού να είναι μεγαλύτερη. Επιπλέον οι υψηλές θερμοκρασίες που συνήθως παρατηρούνται σε αυτές τις περιοχές, επιταχύνουν ακόμη περισσότερο τη διάχυση των μορίων χαμηλού μοριακού βάρους του υλικού (LMW), με αποτέλεσμα η ανάκτηση της υδροφοβίας να λαμβάνει χώρα σε μικρότερο χρόνο.

3.2 ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΟΥ ΚΑΤΑΛΗΛΟΥ ΥΛΙΚΟΥ

Υπάρχει πολύ βιβλιογραφική αναφορά για το ελαστομερές της σιλικόνης χωρίς όμως να υπάρχει πραγματική κατανόηση της χημείας ή της δομής του. Ο όρος «ελαστομερές της σιλικόνης» αναφέρεται σε ένα πολυμερές που αποτελείται από ένα ανόργανο δεσμό μεταξύ πυριτίου και οξυγόνου. Το πιο γνωστό ελαστομερές της σιλικόνης είναι το πολυδιμέθυλο-σιλοξάνιο (PDMS), που έχει σαν κύριο δεσμό τον δεσμό μεταξύ πυριτίου και οξυγόνου και επίσης περιέχει δύο μεθυλικές ομάδες ανά μονάδα μονομερούς. Η παραπάνω ομάδα έχει συνδεθεί με έναν αριθμό n παρόμοιων μονάδων σχηματίζοντας την αλυσίδα του πολυμερούς και ο δείκτης n μπορεί να είναι σε χιλιάδες. Άλλες πλευρικές ομάδες υδρογονανθράκων εκτός από τις μεθυλικές που συχνά αναγνωρίζονται στις αλυσίδες των πολυσιλοξανίων είναι η αιθυλική, η φαινυλική και η βίνυλο ομάδα. Υπάρχουν ακόμη κι άλλοι τύποι παράπλευρων ομάδων (όπως φθορίου που σχηματίζει φθορο-σιλικόνες ή υδρογόνου όπως στις μόνο υποκατεστημένες σιλικόνες), αλλά ο δεσμός Si-O είναι το κλειδί ώστε να αποκαλείται ελαστομερές της σιλικόνης. Έτσι με τη σημαντική παρουσία των ανθρακικών ομάδων, η αντίληψη ότι το ελαστομερές της σιλικόνης είναι αποκλειστικά ανόργανο δεν είναι αληθής. Αυτή η χημική σύνθεση και η θέση του δεσμού κατά μήκος της αλυσίδας της σιλοξάνης θα καθορίσουν πολλές από τις ιδιότητες του υλικού. Το μήκος και η κατανομή της έκτασης των πολυμερών κυμαίνεται σε διάφορα επίπεδα και επιπλέον συνεισφέρει στις συνολικές ιδιότητες του «ελαστομερούς της σιλικόνης» που επιλέγεται και χρησιμοποιείται. Για το σχηματισμό ενός ελαστομερούς από σιλικόνη θα πρέπει να συνενωθούν οι αλυσίδες του πολυμερούς με τέτοιο τρόπο ώστε να δημιουργηθεί δίκτυο σταυροδεσμών που να έχει ελαστικές ιδιότητες (π.χ. να επανέλθει στην ίδια μορφή μετά από έκτασή του). Οι βίνυλο-ομάδες και άλλες χημικά ενεργές ομάδες είναι επίσης παρούσες σαν πλευρικές ομάδες ή τερματικές ομάδες. Αυτές οι ομάδες επιτρέπουν το σχηματισμό των σταυροδεσμών κατά τη χημική αντίδραση (πολλές από αυτές τις ομάδες περιέχουν πολλαπλά άτομα άνθρακα). Τα πολυμερή μπορούν να συνενωθούν κατά τη διάρκεια μιας αντίδρασης είτε από τα άκρα ή από διάφορα τμήματα της αλυσίδας σχηματίζοντας σταυροδεσμό. Η φύση και ο τύπος του σταυροδεσμού εξαρτάται από τις χημικά ενεργές ομάδες, τα μέσα για τη δημιουργία σταυροδεσμών, τους παρεμποδιστές, και καταλύτες. Πριν το σχηματισμό των σταυροδεσμών, το υλικό χαρακτηρίζεται ως «κόμμι σιλικόνης». Μετά τη δημιουργία των σταυροδεσμών, χαρακτηρίζεται ως «ελαστομερές της σιλικόνης» ή ελαστικό σιλικόνης. Τα ελαστομερή από σιλικόνη συνήθως περιέχουν σίλικα (γυαλί ή χαλαζιάς) ως ενισχυτικά μέσα των μηχανικών ιδιοτήτων του σιλικονούχου πολυμερούς. Η σίλικα διαθέτει χημικά ενεργές ομάδες οι οποίες συνδέονται στο πολυμερές από σιλικόνη και επιδρούν στην ισχύ, τη σκληρότητα, την ανθεκτικότητα, και σε άλλες φυσικές ιδιότητες. Άλλα πληρωτικά μέσα, όπως η σίλικα σε αυξημένο ποσοστό προστίθενται για να μειωθεί το κόστος. Αυτού του είδους τα πληρωτικά μέσα χαρακτηρίζονται ως «μη ενισχυτικά μέσα». Κι άλλα πληρωτικά υλικά που περιλαμβάνονται επιδρούν στις ιδιότητες του προϊόντος κατά την κατεργασία του και τη μορφοποίηση του σε καλούπι, όπως στην αντίσταση στη διάβρωση, στη βελτίωση της απόδοσης στις καιρικές συνθήκες, το χρώμα. Αυτού του είδους τα πληρωτικά που επιλέγονται πρέπει να πληρούν δύο κύρια κριτήρια:

1) Μακροπρόθεσμη σταθερότητα κάτω από συνθήκες συνθήκες λειτουργίας

2) Χημική αδράνεια σε άλλα συστατικά κατά το σχηματισμό έτσι ώστε το ελαστομερές της σιλικόνης να διατηρεί τη λειτουργικότητά της στη διάρκεια του χρόνου.

Ο όρος «ελαστομερές της σιλικόνης» με την ευρεία έννοια καλύπτει υλικά που μπορούν να αποκτήσουν μια σειρά από ιδιότητες. Μερικά ελαστομερές της σιλικόνης είναι καλύτερα για εφαρμογές ηλεκτρικών μονωτικών εξωτερικής χρήσης, ενώ άλλα δεν είναι κατάλληλα. Παρ' όλα αυτά από τη στιγμή που το ελαστομερές της σιλικόνης επιλέγεται, θα πρέπει αυτό να σχηματιστεί καταλλήλως περιλαμβάνοντας πρόσθετα που βελτιστοποιούν τις ιδιότητες που επηρεάζουν την απόδοση του υλικού.

Τα ελαστομερή από σιλικόνη έχουν τόσο προτερήματα όσο και μειονεκτήματα. Μεταξύ των πλεονεκτημάτων τα οποία αξιοποιούνται σε εφαρμογές μονωτικών εξωτερικής χρήσης είναι η υδροφοβικότητα, και η ανάκτηση της υδροφοβικότητας σε περίπτωση απώλειας, η αντοχή σε δυσμενείς καιρικές συνθήκες, η δυνατότητα κατεργασίας και η ελαστικότητα ως μηχανική ιδιότητα. Οι περιορισμοί που θέτονται περιλαμβάνουν υψηλά κόστη πρώτων υλών, η μαλακή υφή, η σχετικά χαμηλή μηχανική αντοχή.

3.3 ΣΙΛΙΚΟΝΟΥΧΕΣ ΕΠΙΚΑΛΥΨΕΙΣ RTV

Όλες οι σιλικόνες επικάλυψης των μονωτήρων υψηλής τάσης (HVIC) δεν είναι το ίδιο, παρόλα αυτά όμως υπάρχει μεγάλη σύγχυση σχετικά με την επένδυση της επικάλυψης. Σε αυτό το κεφάλαιο θα δοθούν πληροφορίες σχετικά με την αξιολόγηση των προϊόντων.

Όπως αναφέρθηκε και στο προηγούμενο κεφάλαιο, τα RTV SIR διατίθενται στην αγορά σε μορφή διαλύματος. Υπάρχουν διάφορες εταιρίες οι οποίες παρέχουν το προϊόν.

Συχνά υπάρχει σύγχυση, όταν γίνονται συγκρίσεις μεταξύ των διαφόρων προμηθευτών, λόγω των διαφορετικών στερεών που υπάρχουν στο υλικό. Πολλά από τα υλικά προέρχονται από Αμερική, γι' αυτό το λόγο χρησιμοποιείτε μια σειρά σχέσεων για τον προσδιορισμό της επικάλυψης του υλικού για την σκοπούμενη εφαρμογή του παρουσιάζονται παρακάτω:

Ειδικό βάρος: είναι ένας αριθμός που δηλώνει πόσες φορές βαρύτερος είναι ένας καθορισμένος όγκος επικάλυψης από έναν ίσο όγκο νερού και εκφράζεται χωρίς μονάδες, είναι το ίδιο με το μετρικό σύστημα, όπως είναι το σύστημα των ΗΠΑ. Εάν μια επικάλυψη έχει ειδικό βάρος 1.2, τότε τα 10 λίτρα επικάλυψης έχουν βάρος 1.2 φορές βαρύτερη από τα 10 λίτρα νερού. Δεδομένου ότι 10 λίτρα νερό έχουν βάρος 10 κιλά, ο ίδιος όγκος επικάλυψης έχει βάρος 12 κιλά.

Μετατροπή λίτρων επικάλυψης σε κιλά: πολλαπλασιάζεται ο αριθμός των λίτρων με το ειδικό βάρος για να υπάρξει το αποτέλεσμα σε κιλά.

Μετατροπή κιλών επικάλυψης σε λίτρα: διαιρείται το βάρος (κιλά) με το ειδικό βάρος για να υπάρξει το αποτέλεσμα σε λίτρα.

Μετατροπή των αμερικάνικων γαλονιών σε λίτρα: πολλαπλασιάζεται ο αριθμός των αμερικάνικων γαλονιών με 3.79 για να υπάρξει το αποτέλεσμα σε λίτρα.

Μετατροπή λίτρων σε αμερικάνικα γαλόνια: διαιρείται ο αριθμός των λίτρων με 3.79 για να υπάρξει το αποτέλεσμα σε αμερικάνικα γαλόνια.

Μετατροπή της λίβρας σε κιλά: διαιρείται ο αριθμός της λίβρας με 2.2 για να υπάρξει το αποτέλεσμα των κιλών.

Μετατροπή κιλών σε λίβρες: πολλαπλασιάζεται ο αριθμός των κιλών με 2.2 για να υπάρξει το αποτέλεσμα σε λίβρες.

Μετατροπή κιλών/λίτρο σε λίβρες/αμερικάνικο γαλόνι: πολλαπλασιάζεται ο αριθμός των κιλών/λίτρο με 8.34 για να έ υπάρξει το αποτέλεσμα των λιβρών/αμερικάνικο γαλόνι.

Μετατροπή λίβρες/αμερικάνικο γαλόνι σε κιλών/λίτρο: διαιρείται ο αριθμός των λιβρών /αμερικάνικο γαλόνι με 8.34 για να υπάρξει το αποτέλεσμα των κιλών/λίτρο.

Η **πυκνότητα** ορίζεται ως το βάρος ανά μονάδα όγκου, όπως αυτό εκφράζεται σε μονάδες κιλά/λίτρο (kg/lt). Εάν μια επικάλυψη έχει ειδικό βάρος 1.2 τότε η πυκνότητα της είναι 1.2 κιλά/λίτρο.

Ο πίνακας 3.3.1 παρουσιάζει τα τρία υλικά όπου με βάση την σιλικόνη που χρησιμοποιούν, δηλαδή το Ειδικό Βάρος της, δείχνει τις Λίβρες / Γαλόνι και τα Κιλά / Λίτρο. Το υλικό επικάλυψης που χρησιμοποιεί κάθε υλικό διαφέρει λόγω του ειδικού βάρους που έχει. Το ειδικό βάρος του υλικού πρέπει να είναι γνωστό, για να μπορεί να εξισωθεί η διαφορά μεταξύ των υλικών.

	Υλικό Νο 1	Υλικό Νο 2	Υλικό Νο 3
Ειδικό Βάρος	1.3	1.13	1.25
Λίβρες/γαλόνι (lb/gal)	10.84	9.42	10.42
Κιλά/λίτρο (kg/lt)	1.3	1.13	1.25

Πίνακας 3.3.1: Από τα τεχνικά εγχειρίδια ασφαλείας των υλικών

Ποσοστό στερεών : Ο όρος αυτός αναφέρεται στο υλικό που θα γίνει επικάλυψη. Κάποιο ποσοστό θα στεγνώσει και θα επικαθίσει στην επιφάνεια του μονωτήρα ενώ το υπόλοιπο θα εξατμιστεί. Γενικά τα ποσοστά των στερεών δίνονται σε ποσοστά κατά όγκο (% όγκου) ή σε ποσοστά κατά βάρος (% βάρους). Δεδομένου ότι στις περισσότερες περιπτώσεις τα υλικά επικάλυψης συσκευάζονται και χρησιμοποιούνται με βάση τον όγκο, είναι απαραίτητο να μετατραπεί το ποσοστό στερεών του κατασκευαστή κατά βάρος (% βάρος) σε ποσοστό στερεών κατ' όγκο (% όγκο), γι' αυτό το λόγο δίνεται η παρακάτω σχέση. Για να γίνει αυτή η μετατροπή πρέπει να είναι γνωστό το ειδικό βάρος του υλικού.

$$\% \text{ Όγκος} = (\% S_v)$$

$$\% \text{ Βάρος} = (\% S_w)$$

$$\% S_v = \% S_w / \text{ειδικό βάρος}$$

Στον πίνακα 3.3.2 φαίνονται, για τα τρία υλικά τα στερεά υλικά τους για την επικάλυψη των μονωτήρων υψηλής τάσης, οι επί τις εκατό τιμές του όγκου (όγκου%) και του βάρους (βάρους%) και το ειδικό βάρος τους σύμφωνα με τον παραπάνω τύπο.

	Υλικό Νο 1	Υλικό Νο 2	Υλικό Νο 3
Στερεά τις εκατό κατ' όγκο (όγκο%)	63%	62%	70%
Στερεά τις εκατό κατά βάρος (βάρος%)	75%	70%	88%
Ειδικό βάρος	1.3	1.13	1.25

Πίνακας 3.3.2: Από τα τεχνικά εγχειρίδια ασφαλείας των υλικών

3.3.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΑΧΟΥΣ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗΣ

Ο υπολογισμός του πάχους επικάλυψης χωρίζεται σε θεωρητικό και πρακτικό επίπεδο. Το τελικό πάχος της επικάλυψης υπολογίζεται με βάση το πάχος του ξηρού φιλμ.

Θεωρητικό επίπεδο

Στο θεωρητικό επίπεδο η επιφάνεια επικάλυψης με σιλικόνη αναφέρεται σε υγρή περιοχή(m²) και σε θερμοκρασία δωματίου βουλκανισμού ελαστομερούς σιλικόνης, λαμβάνοντας υπόψη ότι η σιλικόνη είναι απλωμένη σε ένα καθορισμένο πάχος πάνω σε μια λεία επιφάνεια. Ο τύπος που δίνει την κάλυψη της περιοχής σε m² είναι ο εξής:

$$\text{Θεωρητικό επίπεδο σε m}^2 / \text{λίτρο} = 1 / \text{πάχος υγρού Film (mm)}$$

Δηλαδή, εάν το πάχος του υγρού επικάλυψης της λείας επιφάνειας είναι 1mm, τότε σε θεωρητικό επίπεδο η κάλυψη που μπορούμε να έχουμε είναι : 1m²/lt, διότι 1/1mm=1m²/lt. Αυτή η σχέση ισχύει στην περίπτωση που κάθε επικάλυψη δεν περιέχει καμία εξάτμιση του διαλύτη όπως η νάφθα.

Πρακτικό επίπεδο

Στο πρακτικό επίπεδο τα πράγματα είναι διαφορετικά, διότι λαμβάνονται υπόψη οι απώλειες που μπορεί να έχει το σύστημα, όπως ότι οι επιφάνειες στις οποίες γίνεται η επικάλυψη δεν είναι λείες, η εμπειρία των εφαρμοστών, ο ψεκασμός σε πολλά σημεία μπορεί να είναι υπερβολικός, και άλλου τέτοιου είδους απώλειες, οι οποίες μπορεί να ξεπεράσουν και το 30%. Άρα συμπεραίνουμε ότι το θεωρητικό επίπεδο αποτελεί την ιδανική περίπτωση για την επικάλυψη. Η σχέση που χρησιμοποιείτε σε πρακτικό επίπεδο για τον υπολογισμό της κάλυψης της επιφάνειας είναι :

$$\text{Πρακτικό επίπεδο} = \text{Θεωρητικό επίπεδο} \times (1 - \text{Απώλεια \%})$$

Πάχος ξηρού φιλμ

Το πάχος ξηρού φιλμ είναι το τελικό πάχος της επικάλυψης μετά την εξάτμιση του διαλύτη. Για επικαλύψεις που δεν έχουν διαλύτη το πάχος ξηρού φιλμ (DFT) και το πάχος υγρού φιλμ (WFT) είναι τα ίδια. Ανεξάρτητα από το ποσοστό του διαλύτη που περιέχετε στην επικάλυψη, το ποσοστό κάλυψης ή την περιοχή που καλύπτεται ανά μονάδα όγκου, θα παραμείνει η ίδια. Μόνο το τελικό πάχος θα αλλάξει. Για παράδειγμα, εάν η επικάλυψη περιέχει 50% διαλύτη το πάχος του υγρού φιλμ θα μειωθεί κατά 50% όταν στεγνώσει, αυτό σημαίνει ότι εάν η επικάλυψη εφαρμοστεί σε πάχος υγρού φιλμ 0.5mm το πάχος του ξηρού φιλμ που είναι το τελικό πάχος θα είναι 0.25 mm. Αυτό βγαίνει από τις σχέσεις:

$$DFT = WFT - WFT \times \% \text{διαλύτη}$$

$$DFT = WFT \times \% S_v$$

$$WFT = \frac{DFT}{\% S_v}$$

Ο πίνακας 3.3.1.1 παρουσιάζει τα τρία υλικά τα στερεά υλικά τους για την επικάλυψη των μονωτήρων υψηλής τάσης με τις επί % ποσοότητες βάρους, όγκου και διαλύτη των υλικών επικάλυψης με βάση τα τεχνικά εγχειρίδια τους και τα αποτελέσματα των υπολογισμών στο πάχος ξηρού φιλμ, στο θεωρητικό επίπεδο, στο πρακτικό επίπεδο βάση των παραπάνω σχέσεων.

	Υλικό Νο 1	Υλικό Νο 2	Υλικό Νο 3
Στερεά επί τοις εκατό κατά βάρος (βάρος%)	75%	70%	88%
Στερεά επί τοις εκατό κατ' όγκο (όγκο%)	63%	62%	70%
Διαλύτης επί τοις εκατό κατ' όγκο	37%	38%	30%
Σύνολο	100%	100%	100%
Συνιστώμενο πάχος ξηρού Film	0.5mm (20mils)	0.38mm (15 mils)	0.38mm (15 mils)
Υπολογιζόμενο πάχος υγρού Film	32 mils	24 mils	21 mils
Υπολογιζόμενο θεωρητικό επίπεδο	1.25 m ² /litre	1.64m ² /litre	1.85 m ² /litre
Υπολογιζόμενο πρακτικό επίπεδο θεωρώντας απώλειες 30%	0.9 m ² /litre	1.1 m ² /litre	1.3 m ² /litre

Πίνακας 1.3.1.1: Από τα τεχνικά εγχειρίδια ασφαλείας των υλικών

Λόγος αραίωσης

Η αραίωση της σιλκόνης απαιτείται ώστε να γίνει η κάλυψη των μονωτήρων. Οι λόγοι για τους οποίους απαιτείται να γίνει η αραίωση είναι οι περιορισμοί που θέτονται κατά την επικάλυψη και είναι οι εξής: ο εξοπλισμός και το μέγεθος της εργασίας καθώς και η περιβαλλοντικές συνθήκες. Παρόλα αυτά όμως η σωστή επιλογή του εξοπλισμού, η εμπειρία των χρηστών και η επιλογή της επικάλυψης μπορεί να ελαχιστοποιήσουν την αραίωση. Ωστόσο, εάν απαιτείται αραίωση προσθέτοντας διαλυτικό τότε θα αλλάξει η τιμή του πάχους του ξηρού φιλμ και θα πρέπει να γίνουν διορθώσεις για το ποσό του διαλυτικού που θα χρησιμοποιηθεί. Ο τύπος για τον υπολογισμό του πάχους του ξηρού φιλμ μιας αραιωμένης επικάλυψης είναι :

$$DFT = WFT \times \left(\frac{\%Sv}{\%αραίωση} \right)$$

Άλλες σχέσεις για την επιλογή επικάλυψης

Εκτός από των προσδιορισμό των σχέσεων που αναφέρθηκαν παραπάνω υπάρχουν και άλλοι παράγοντες που μπορούν να προσδιορίσουν την καταλληλότητα των επικαλύψεων. Ο πίνακας 3.3.1.2 δείχνει τις προδιαγραφές των προϊόντων επικάλυψης που χρησιμοποιούνται από τα τρία υλικά.

Κυριότητες	Υλικό Νο 1	Υλικό Νο 2	Υλικό Νο 3
Δίκτυο διανομής	Ναι	Ναι	Ναι
Τύπος επικάλυψης	Ένα μέρος RTV	Ένα μέρος RTV	Ένα μέρος RTV
Εμφάνιση	μπογιά	μπογιά	μπογιά
Χρώμα	Λευκό	19 Χρώματα	Λευκό Ελαφρά Γκριζο σκούρο Γκρι
Μέθοδος εφαρμογής	Ψεκασμός, εμβάπτιση ή βούρτσα	Ψεκασμός, εμβάπτιση ή βούρτσα	Ψεκασμός, εμβάπτιση ή βούρτσα
Χρόνος αναμονής επαναβαφής	15 λεπτά	15 λεπτά	15 λεπτά
Χρόνος στεγνώματος	15-45 λεπτά	15-45 λεπτά	15-45 λεπτά

Πίνακας 3.3.1.2: Από τα τεχνικά εγχειρίδια ασφαλείας των υλικών

Η επιλογή της κατάλληλης σιλικόνης για τους μονωτήρες υψηλής τάσης είναι πολύ σημαντικός παράγοντας για τον σωστό τρόπο λειτουργίας των μονωτήρων καθώς θα εφαρμόζετε πάνω της υψηλή τάση πολλών kV και επίσης αναμένεται να υπάρχει διέλευση ρεύματος διαρροής. Γι' αυτό το λόγο στην υποπαράγραφο 3.3.1.1. διακρίνονται τρεις ιδιότητες των προϊόντων επικάλυψης.



Εικόνα3.3.1.: Εκπαιδευμένο προσωπικό για την επικάλυψη με εφαρμογή του ψεκασμού.

3.3.1.1 ΟΙ ΤΡΕΙΣ ΣΗΜΑΝΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗΣ

Επειδή το ρεύμα διαρροής δημιουργεί το πρόβλημα της υπερπήδησης στους μονωτήρες υψηλής τάσης, υπάρχουν τρεις σημαντικές ιδιότητες των χημικών προϊόντων (όπου χαμηλώνουν το ρεύμα διαρροής) όπως είναι ο **τύπος πλήρωσης**, το **μέγεθος πλήρωσης** και τέλος το **ποσό της σιλικόνης** που διατίθεται για την επικάλυψη της επιφάνειας των μονωτήρων. Οι τρεις αυτές ιδιότητες ενεργούν από κοινού προκειμένου να δημιουργηθεί ένα υδρόφοβο χαμηλό ρεύμα διαρροής με πορεία προς τη γη, με αποτέλεσμα την ηλεκτρική εκφόρτωση γύρω από τον αγωγό. Η κύριες χημικές ιδιότητες που συμβάλλουν στην προστασία αυτή είναι οι ποσότητες ελεύθερων μορίων χαμηλού μοριακού βάρους σιλικόνης (LMWS) και η ταχύτητα με την οποία μεταναστεύουν στην επιφάνεια του μονωτήρα. Αυτό το μοριακό στρώμα υγρού από σιλικόνη είναι η αιτία που η επιφάνεια του μονωτήρα γίνεται υδρόφοβη και το νερό δεν θα είναι πλέον ως εξωτερική μεμβράνη (φιλμ) στον μονωτήρα.

Η ελαστομερής σιλικόνη είναι ανθεκτική κατά την έκθεση της σε συνθήκες δημιουργίας ηλεκτρικού τόξου που δημιουργείται στην επιφάνεια των μονωτήρων υψηλής τάσης και η αντίστοιχη αντοχή του υλικού της εξαρτάται σημαντικά από τα συστατικά που την συνθέτουν. Τα συστατικά που συνθέτουν την ελαστομερή σιλικόνη χάνουν την υδροφοβικότητα τους μετά από εκτεταμένη έκθεση τους σε ηλεκτρικές εκκενώσεις. Για την καλύτερη αντοχή των υλικών και την ανάκτηση της υδροφοβικότητας χρησιμοποιούνται πρόσθετα ενισχυτικά που λέγονται υλικά πλήρωσης. Δυο από τα υλικά πλήρωσης που

ενισχύουν την ανθεκτικότητα της ελαστομερής σιλικόνης κατά την έκθεση της σε ηλεκτρικές εκκενώσεις είναι η **ένυδρη αλουμίνα** και ο **κρυσταλλικός χαλαζίας**.

Η αλουμίνα (οξείδιο του αλουμινίου) μπορεί να είναι ένυδρη ή άνυδρη, ανάλογα με τον βαθμό επεξεργασίας της. Η ένυδρη αλουμίνα χρησιμοποιείται σε πλήθος εφαρμογών στη χημική βιομηχανία, ενώ η άνυδρη αλουμίνα προκύπτει από την ένυδρη αλουμίνα με ψήσιμο σε υψηλή θερμοκρασία για την αφαίρεση των περιεχομένων ποσοτήτων νερού. Η μέθοδος παραγωγής της αλουμίνας είναι η μέθοδος Bayer. Ο διαχωρισμός της αλουμίνας από τα συστατικά του βωξίτη (δηλαδή το μέταλλευμα) γίνεται ως εξής :

Αρχικά ο βωξίτης θραύεται και αλέθεται σε πολύ λεπτή κοκκομετρία. Στη συνέχεια αναμιγνύεται με ποσότητες πυκνού διαλύματος καυστικής σόδας. Το μίγμα αυτό θερμαίνεται με τη βοήθεια ατμού σε θερμοκρασία 250°C. Έτσι, η αλουμίνα διαλυτοποιείται δημιουργώντας σύμπλοκο με την καυστική σόδα. Τα άλλα αδρανή κατάλοιπα του βωξίτη που παραμένουν αδιάλυτα, διαχωρίζονται με καθίζηση και απορρίπτονται. Το πυκνό διάλυμα της ένωσης της αλουμίνας με τη σόδα (αργλικό νάτριο), αραιώνεται και ψύχεται με την προσθήκη νερού, οπότε διαχωρίζεται στα συστατικά του:

- Αραιό διάλυμα σόδας, που συμπυκνώνεται με εξάτμιση και χρησιμοποιείται ξανά για την επεξεργασία νέων ποσοτήτων βωξίτη.
- Ένυδρη αλουμίνα, που, με τη μορφή λεπτών λευκών κόκκων, συγκρατείται σε ειδικά φίλτρα.

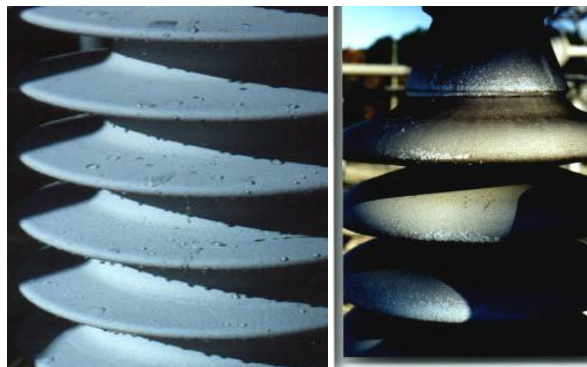
Η αλουμίνα στη συνέχεια πυρώνεται σε φούρνους σε θερμοκρασία 1300°C για να αφαιρεθεί η υγρασία και το κρυσταλλικό νερό που περιέχει. Η άνυδρη πλέον αλουμίνα χρησιμοποιείται για την παραγωγή αλουμινίου.

Το διοξείδιο του πυριτίου (SiO₂) είναι ένωση του πυριτίου με οξυγόνο (οξείδιο) πολύ διαδεδομένη στη φύση σε κρυσταλλική ή άμορφη κατάσταση. Η κρυσταλλική μορφή αναφέρεται σαν "χαλαζίας", ενώ η άμορφη σαν άμμος. Ο χαλαζίας είναι άμορφο και διαυγές ορυκτό με ειδικό βάρος 26.5 KM/m³, ενώ έχει σκληρότητα 7 στην κλίμακα Mohs. Κρυσταλλούται στο τριγωνικό σύστημα και παίρνει συχνά τη μορφή εξαγωνικών πρισμάτων που καταλήγουν σε ρομβοεδρικές επιφάνειες που δίνουν την εντύπωση πυραμίδων. Δεν παρουσιάζει σχισμό, αλλά είναι εύθραυστος. Έχει λάμψει υαλώδη στις κρυσταλλικές έδρες. Είναι αδιάλυτος στο νερό και όταν καθιζάνει μέσα σε κοιλάτες πετρωμάτων σχηματίζει διάφορα είδη συσσωματωμάτων. Όταν όμως αποτίθεται μέσα σε ρωγμές παίρνει τη μορφή φλεβών. Αποτελεί ένα από τα σπουδαιότερα πετρογενετικά ορυκτά και συμμετέχει στη σύσταση του στερεού φλοιού της γής κατά ποσοστό περίπου 12%. Ο χαλαζίας σήμερα βρίσκει πολλές εφαρμογές και έχει μία ευρεία γκάμα χρήσεων, που τον καθιστά ένα από τα πλέον ενδιαφέροντα από άποψη αξιοποίησης βιομηχανικά ορυκτά.

Σύσταση επικάλυψης	Υλικό Νο 1	Υλικό Νο 2	Υλικό Νο 3
Κατά προσέγγιση το % των ενεργών πλήρωσης και του μεγέθους των σωματιδίων	41% ένυδρη Αλουμίνα (κατά βάρος). Παραγεμισμένη συσκευασία που μπορεί να οδηγήσει σε αποπολυμερισμό του οξύ	26% ένυδρη αλουμίνα (κατά βάρος).	28% Κρυσταλλικό χαλαζία. Μεγαλύτερης μοριακής αντοχής του δεσμού από την ένυδρη αλουμίνα, αποδίδοντας λιγότερη τραχύτητα στην επιφάνεια
Κατά προσέγγιση το % της πολυμερής σιλικόνη και του LMWS (σιλικόνη χαμηλού μοριακού βάρους) υγρού σιλικόνης για υδροφοβικότητα	22% πολυμερής σιλικόνη	36% πολυμερής σιλικόνη	42% πολυμερής σιλικόνη, προστίθεται υγρό σιλικόνης που αποδίδει περισσότερο LMWS
Επίπεδο ρευμάτων διαρροής με όριο το 1mA	Η έναρξη μετά από 190 ώρες σε θάλαμο ομίχλης αλατιού	Η έναρξη μετά από 130 ώρες σε θάλαμο ομίχλης αλατιού	Η έναρξη μετά από 225 ώρες σε θάλαμο ομίχλης αλατιού

Πίνακας 3.3.1.1.1: Από τα τεχνικά εγχειρίδια ασφαλείας των υλικών

Δύο κατασκευαστές χρησιμοποιούν τον ίδιο τύπο πλήρωσης, ένυδρη αλουμίνα. Αυτός ο τύπος πλήρωσης απελευθερώνει νερό υπό συνθήκες τόξου όταν δεν υπάρχει υδροφοβικότητα, αλλά επειδή η αντοχή του δεσμού του μορίου αυτού είναι χαμηλότερη από την πολυμερή σιλικόνη, θα δημιουργηθούν σχισμές και η επιφάνεια θα γίνει τραχύς. Μια τραχύς επιφάνεια επιτρέπει να δημιουργηθεί περισσότερη μόλυνση και να είναι μόνιμα κολλημένη και ενθυλακωμένη όπου ενδεχομένως να αποδίδει υψηλά ρεύματα διαρροής με την πάροδο του χρόνου.



Εικόνα 3.3.1.1.1: το υλικό Νο 3 δείχνει την κατάλληλη υδροφοβικότητα(α) και το υλικό Νο 1 δείχνει τον αποπολυμερισμό(β)

3.3.1.2 Η ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΤΗΣ ΥΔΡΟΦΟΒΙΚΟΤΗΤΑΣ

Η ιδιότητα της σιλικόνης να ανακτά την υδροφοβικότητα της σε περίπτωση απώλειας έχει εκτενώς αναφερθεί στη βιβλιογραφία ως ένα στοιχείο κλειδί στη χρήση της σε εφαρμογές μονωτήρων εξωτερικού χώρου. Η χαμηλή επιφανειακή ενέργεια της σιλικόνης έχει ως αποτέλεσμα την πολύ καλή υδροφοβικότητα η οποία οδηγεί στην εκδήλωση ιδιαίτερα χαμηλού ρεύματος διαρροής σε συνθήκες υγρασίας και ρύπανσης. Σε μια υδροφοβική επιφάνεια το νερό σχηματίζει σταγόνες και δεν υγραίνει εντελώς την επιφάνεια. Κάτι τέτοιο μειώνει το ρεύμα διαρροής και την πιθανότητα σχηματισμού ξηρών ζωνών που οδηγούν σε υψηλές τάσεις υπερπήδησης. Οι οργανικές ομάδες που συγκεντρώνονται γύρω από τον άξονα του δεσμού πυριτίου - οξυγόνου είναι ουσιαστικά υπεύθυνες για την υδροφοβικότητα της σιλικόνης, που είναι παρόμοια σε πολλά οργανικά συμπολυμερή πολυολεφίνης. Η ιδιότητα της σιλικόνης της ανάκτησης της υδροφοβικότητας αποδίδεται στην ελαστικότητα του δεσμού μεταξύ πυριτίου και οξυγόνου και στην παρουσία των ευκίνητων και ελεύθερων αλυσίδων πυριτίου. Εργαστηριακές μελέτες έδειξαν ότι ισχυρή ρύπανση με ταυτόχρονη υγραση παρήγαγαν τόξο στην επιφάνεια που κατέστρεψε την επιφανειακή υδροφοβικότητα προκαλώντας αυξημένο ρεύμα διαρροής. Παρ' όλ' αυτά η επιφάνεια επανακτά την υδροφοβικότητα της μετά από ένα διάστημα ξηρασίας και απαλλαγής από τις συνθήκες που προκάλεσαν το ηλεκτρικό τόξο. Ανάκτηση της επιφανειακής υδροφοβικότητας αποδίδεται στη διασπορά των ευκίνητων μορίων χαμηλού μοριακού βάρους (LMW) από το κύριο σώμα προς την επιφάνεια και την περιστροφή των υδροφιλικών ομάδων μακριά από την επιφάνεια.

Η ικανότητα της ανάκτησης της υδροφοβικότητας των πολυμερών αποδόθηκε στη διάχυση και κινητικότητα των μορίων χαμηλού μοριακού βάρους (LMW). Οι αλυσίδες αυτές φέρουν τις ισχυρά υδρόφοβες μεθυλικές ομάδες ($-CH_3$) οι οποίες μετακινούνται από το εσωτερικό του πολυμερούς προς την επιφάνειά του προσδίδοντας και πάλι στο υλικό υδρόφοβες ιδιότητες. Επίσης λόγω της ευκινησίας των πολυμερών αλυσίδων αυτές έχουν την τάση να προσανατολίζονται ξανά στην αρχική τους κατάσταση, η οποία είναι μια κατάσταση χαμηλότερης ενέργειας.

3.4 ΥΛΙΚΑ ΠΛΗΡΩΣΗΣ

Υπάρχουν τρία σημαντικά πλεονεκτήματα που έχει το υλικό No 3 σε σχέση με τα άλλα δυο υλικά που κάνουν την επικάλυψη του μοναδική στο είδος της. Αυτά είναι τα παρακάτω:

A. Μεγαλύτερη αντοχή

Τα περισσότερα HVIC προϊόντα περιέχουν ως υλικό πλήρωσης την ένυδρη αλουμίνα. Για αυτό τον λόγο, η παρασκευή των εν λόγω προϊόντων ξεκινάει με την παραδοχή ότι οι επικαλύψεις που θα γίνουν στο μονωτήρα θα χάσουν την υδροφοβικότητα τους, με συνέπεια να δημιουργηθεί ροή ρεύματος (διαρροή) στην βρεγμένη και ρυπώδεις επιφάνεια του μονωτήρα. Επιπρόσθετα, σε συνθήκες υγρασίας όπου το στρώμα της επιφάνειας του μονωτήρα είναι βρεγμένο και ρυπώδεις, το ρεύμα διαρροής μπορεί να υπερβαίνει ακόμα και το 1.0 mA, αναπτύσσονται ξηρές ζώνες από τη θερμότητα που ελκύετε από το ρεύμα διαρροής. Εάν δημιουργηθεί κάτι τέτοιο, τότε εμφανίζεται μια διαφορά δυναμικού που έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία τάσης στις ξηρές ζώνες της επιφάνειας με συνέπεια να αρχίζει να δημιουργείται με την σειρά του ηλεκτρικό τόξο. Τώρα το ηλεκτρικό τόξο με την

σειρά του παράγει θερμότητα, η οποία υποβαθμίζει θερμικά τις επικαλύψεις που γίνονται στο μονωτήρα, για αυτό το λόγο υπάρχει ένας μηχανισμός που επιβραδύνει αυτή τη θερμική υποβάθμιση των επικαλύψεων κατά την διάρκεια των ξηρών ζωνών και του ηλεκτρικού τόξου. Ο μηχανισμός αυτός είναι η ένυδρη αλουμίνα όπου απορροφάει την θερμότητα του ηλεκτρικού τόξου κατά την διάρκεια των ξηρών ζωνών απελευθερώνοντας μόρια νερού που έχει ως αποτέλεσμα την ψύξη της επιφάνειας του μονωτήρα εμποδίζοντας στην αποσύνθεση της επικάλυψης λόγω της θερμότητας. Ωστόσο, με αυτόν τον τρόπο, τα μόρια νερού απελευθερώνονται με την μορφή ατμού και κατά την διέλευσή τους στην επικάλυψη δημιουργείται επιμετάλλωση καταστρέφοντας πραγματικά την ομαλότητα της επιφάνειας του μονωτήρα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, η επιφάνεια να αρχίζει να αργιεύει στη διάρκεια της ξηρής ζώνης με αποτέλεσμα να συσσωρεύεται περισσότερη ρύπανση σε αυτές της άγριες περιοχές. Καθώς το στρώμα ρύπανσης συσσωρεύεται και σε συνθήκες υγρασίας, η επικάλυψη χάνει την χαρακτηριστική ιδιότητα της υδροφοβικότητας σε πρώιμο στάδιο και η ξηρή ζώνη αρχίζει νωρίτερα απ' ότι γινότανε συνήθως, με αποτέλεσμα να σχηματίζεται ηλεκτρικό τόξο. Έτσι λοιπόν, με τη δραστηριότητα της ξηρής ζώνης η παραπάνω διαδικασία αρχίζει νωρίτερα επιταχύνοντας την διαδικασία υποβάθμισης. Τελικά με βάση τα παραπάνω η επικάλυψη γίνεται αναποτελεσματική και λαμβάνει χώρα η υπερπήδηση του μονωτήρα, άρα η καταστροφή του.

Όλες οι επικαλύψεις που γίνονται με την ελαστομερή σιλικόνη περιέχουν μια μικρή ποσότητα μορίων χαμηλού μοριακού βάρους (LMW). Αυτά τα μόρια διαχέονται στο υλικό της επικάλυψης και της προσδίδουν υδροφοβικότητα. Η ποσότητα του ρευστού που θα χρησιμοποιηθεί για μια επικάλυψη εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το πώς διαμορφώνεται η επικάλυψη. Με την προσθήκη και της ένυδρης αλουμίνας ή άλλων υλικών πλήρωσης στα προϊόντα επικάλυψης των μονωτήρων, έχουν ως αποτέλεσμα, στην πραγματικότητα να εκτοπίζουν την ελαστομερή σιλικόνη που με την σειρά του έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της ποσότητας του ρευστού που είναι διαθέσιμο για να μεταδώσει την υδροφοβικότητα στην επιφάνεια της επικάλυψης.

Το σκεπτικό της σύνθεσης του προϊόντος του υλικό No 3 είναι ότι η ξηρή ζώνη που σχηματίζει ηλεκτρικό τόξο δεν θα συμβεί στην επιφάνεια του μονωτήρα. Αυτό γίνεται εφικτό με τη διαμόρφωση της επικάλυψης με κρυσταλλικό χαλαζία πλήρωσης και όχι με ένυδρη αλουμίνα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αυξηθεί η ποσότητα της ελαστομερής σιλικόνης κατά την διάρκεια της επικάλυψης της επιφάνειας και παράλληλα να αυξηθεί η ποσότητα του ρευστού που είναι διαθέσιμο για να μεταδώσει την υδροφοβικότητα (LMW) στην επιφάνεια της επικάλυψης και που έχει ως αποτέλεσμα να επιτυγχάνεται η μη απώλεια της υδροφοβικότητας υπό κανονικές συνθήκες λειτουργίας.

Ωστόσο, σε περίπτωση όπου η υδροφοβικότητα χαθεί προσωρινά κατά την λειτουργία, ο κρυσταλλικός χαλαζίας πλήρωσης έχει το πλεονέκτημα (έναντι της ένυδρης αλουμίνας) της θερμικής αγωγιμότητας που βοηθάει στην απαγωγή της θερμότητας κατά τη διάρκεια της ξηρής ζώνης στην επιφάνεια του μονωτήρα.

B. Χωρίς καθίζηση της πλήρωσης

Η μοριακής δομή της ένυδρης αλουμίνας, δεν ταιριάζει με την μοριακή δομή της υγρής ελαστομερές σιλικόνης. Έτσι λοιπόν, λόγω των ανόμοιων μοριακών δεσμών μεταξύ αυτών των δύο, τα μόρια του υλικού πλήρωσης δεν αιωρούνται μέσα στο υγρό συστατικό, με αποτέλεσμα να επικάθονται στον πυθμένα του δοχείου και να δημιουργείται λάσπη. Από την άλλη μεριά, ο κρυσταλλικός χαλαζίας έχει παρόμοιους δεσμούς και μοριακή δομή με την υγρή ελαστομερή σιλικόνη με αποτέλεσμα να μην υπάρχει καθίζηση της πλήρωσης κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης αλλά και της χρήσης.

Η καθίζηση της ένυδρης αλουμίνας στο κάτω μέρος του δοχείου προφανώς επηρεάζει τη σύνθεση του προϊόντος κατά τη διάρκεια του ψεκασμού, καθώς υπάρχει το ενδεχόμενο να φράξουν τα ακροφύσια του πιστολιού ψέκασης λόγω των υπολειμμάτων. Επιπλέον, η μακροχρόνια αποθήκευση της (άνω των έξι μηνών) θα χρειαστεί ισχυρή ανάμιξη για να διαλυθεί η σύνθεση της.

Ο χρόνος που χάνεται στον τομέα:

- a. της ανάμιξης
- b. του καθαρισμού του εξοπλισμού
- c. της απόφραξης των ακροφυσίων
- d. των υπολειμμάτων του προϊόντος στο κάτω μέρος του δοχείου.

Έχουν ως αποτέλεσμα του πρόσθετου κόστους για την εφαρμογή ενός έργου. Το υλικό Νο 3 είναι μοναδικό σε αυτούς τους τομείς καθώς τίποτα από τα παραπάνω δεν θα συμβούν με αποτέλεσμα ο ψεκασμός να γίνεται χωρίς υπολείμματα και ως εκ τούτου να υπάρχει εξοικονόμηση κόστους που φτάνει το 10% σε μία εφαρμογή ενός έργου.

Γ. Περισσότερη επικάλυψη με χαμηλότερο κόστος

Λόγω του ότι η υδροφοβικότητα εφαρμόζεται από το υλικό Νο 3 με μεγαλύτερη ποσότητα ρευστού, το πάχος επικάλυψης θα είναι και αυτό μικρότερο. Συνήθως, οι προμηθευτές των υλικών επικάλυψης καθορίζουν με βάση τα τεχνικά εγχειρίδια ένα πάχος επικάλυψης 0,5mm. Το υλικό Νο 3 όμως εφαρμόζει ένα πάχος επικάλυψης μόλις 0,38 mm, με αποτέλεσμα να μειωθεί το κόστους των υλικών κατά 25%.

Επιτυχημένες εφαρμογές των τριών υλικών με βάση το μεγαλύτερο χρονικό διάστημα τους στην αγορά

Μερικοί κατασκευαστές έχουν 14 χρόνια εμπειρία στις υπηρεσίες των επικαλύψεων και για αυτό το λόγο προσπαθούν να εξισώσουν αυτή την εμπειρία που διαθέτουν με «επιτυχημένες εφαρμογές». Επιπρόσθετα, προσπαθούν να εξισώσουν αυτή την εμπειρία και την μακροζωία τους με τα τεστ που επιβάλλουν κάθε φορά για την αξιολόγηση των προγραμμάτων επικάλυψης με RTV. Επίσης, όταν κάποιος περιλαμβάνει δοκιμαστικούς σταθμούς, οι «επιτυχημένες εφαρμογές» δεν είναι θεμιτές με βάση το μεγαλύτερο χρονικό

διάστημα στο χώρο της αγοράς και αυτό ισχύει ιδιαίτερα όταν κάποιος εξισώνει της υπερπηδήσεις με την ταχεία γήρανση που μπορεί να συμβεί στο υλικό στο μέγιστο βαθμό έκθεσης της ποσότητας του. **Ο προσδιορισμός της «επιτυχημένης εφαρμογής» για οποιοδήποτε βοηθητικό προϊόν είναι "ότι θα κάνει τη δουλειά που έχει σχεδιαστή να κάνει, για το υπόλοιπο της ζωής του".**

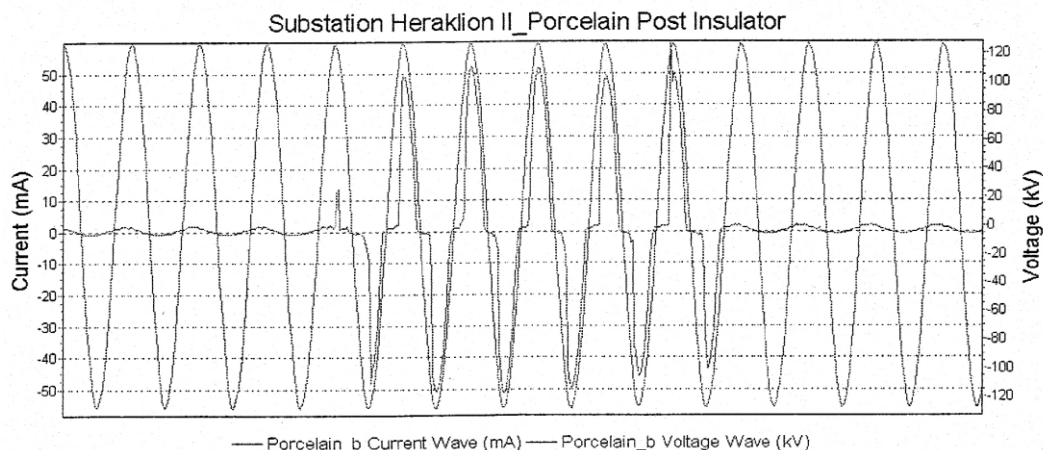
Ο αναμενόμενος χρόνος ζωής της σιλικόνης HVIC που χρησιμοποιείται για να περιορίσει τις υπερπηδήσεις, είναι τουλάχιστον 15 χρόνια. Μόνο το υλικό No 2 και το υλικό No 3 εγγυώνται ότι εάν δημιουργηθεί ρεύμα διαρροής τότε ο μονωτήρας θα οδηγηθεί σε υπερπήδηση. Ενώ άλλοι κατασκευαστές δεν το εγγυώνται αυτό το πράγμα. **Είναι καλύτερα λοιπόν να μην συγχέουμε το θέμα του χρόνου και της ποσότητας με την επιτυχημένη εφαρμογή.**

3.5 ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

Η διάχυση των μορίων χαμηλού μοριακού βάρους (LMW) από τον όγκο του υλικού προς την επιφάνεια, μεταβάλλει την αρχική σύνθεση του στρώματος των ρύπων στην επιφάνεια του μονωτήρα. Έτσι οι μετρήσεις ισοδυναμίου αλμυρότητας (E.S.D.D.), που συνήθως γίνονται για να εκτιμηθεί η κατάσταση της επιφάνειας της μόνωσης, στην περίπτωση των σύνθετων υλικών δεν αντικατοπτρίζουν την πραγματική κατάσταση, αντίστοιχη αυτής στην περίπτωση ενός μονωτήρα πορσελάνης. Οι μετρήσεις του ρεύματος διαρροής από την άλλη πλευρά πλεονεκτούν στο ότι μπορούν να γίνουν σε όλους τους τύπους υλικών, συνεχώς ακόμη και on-line, χωρίς να μεταβάλλουν την κατάσταση της επιφάνειας του μονωτήρα. Από την άλλη μεριά όμως απαιτείται υψηλό κόστος εξοπλισμός, δεδομένου ότι λαμβάνουν χώρα υπό τάση.

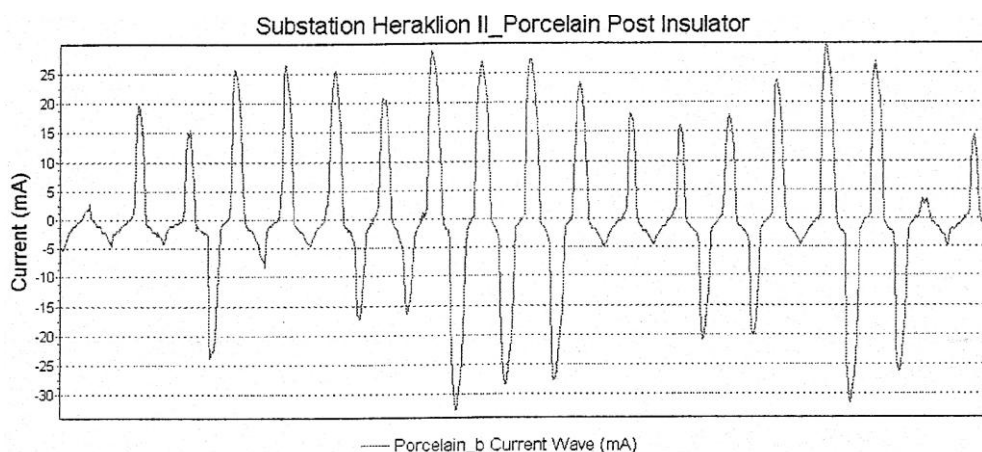
Στο σύστημα μεταφοράς της Κρήτης υπάρχει εγκατεστημένο, ένα σύστημα καταγραφής του ρεύματος διαρροής με σκοπό την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των νέων υλικών. Οι μετρήσεις γίνονται στον Υ/Σ Ηράκλειο II 150 kV/20kV σε μονωτήρες στήριξης 150kV με επικάλυψη και χωρίς επικάλυψη. Η συσκευή έχει την δυνατότητα να καταγράφει την δραστηριότητα εννέα μονωτήρων, ταυτόχρονα, με συχνότητα δειγματοληψίας 2kHz, η οποία είναι αρκετή δεδομένου ότι το αρμονικό περιεχόμενο του ρεύματος διαρροής περιορίζεται μέχρι την 7^η αρμονική, δηλαδή τα 350Hz. Επιπλέον γίνεται καταγραφή της τάσης από Μ/Σ τάσεως καθώς και των μετεωρολογικών δεδομένων όπως υγρασία, θερμοκρασία και βροχόπτωση με επιπλέον αισθητήρες.

Το ρεύμα διαρροής λοιπόν συντελεί στην κατανάλωση ενέργειας στην επιφάνεια των μονωτήρων, γεγονός που επιβεβαιώνεται από της παρακάτω μετρήσεις, όπου το ρεύμα διαρροής είναι σε φάση με την τάση. Η γήρανση της επιφάνειας οφείλεται σε ένα μικρό ρεύμα της τάξης του 1-2 mA, το οποίο ρέει συνεχώς στην επιφάνεια του μονωτήρα και η δραστηριότητα που εμφανίζεται στο σχήμα 1 και 2, με την απότομη αύξηση του ρεύματος οφείλεται στην διάσπαση κάποιας ξηρής ζώνης, οπότε και η συνολική αντίσταση της επιφάνειας είναι μικρότερη.



Σχήμα 3.5.1: Μέτρηση του ρεύματος διαρροής σε μονωτήρα στηρίξεως πορσελάνης 150kV σε σχέση με την τάση

Η συμβολή στην συνολική αντίσταση και μη γραμμικών αντιστάσεων (ηλεκτρικά τόξα), φαίνεται και από την κυματομορφή του ρεύματος διαρροής, η μορφή της οποίας παραπέμπει στην ύπαρξη ανώτερων αρμονικών, οι οποίες όσον αφορά το ρεύμα διαρροής περιορίζονται μέχρι την 7^η αρμονική.

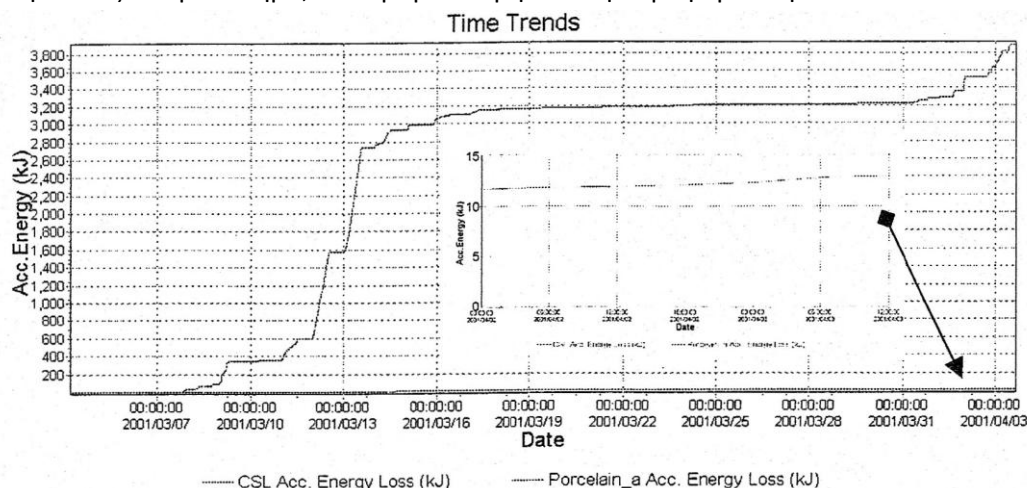


Σχήμα 3.5.2 : Έντονη δραστηριότητα σε μονωτήρα στηρίξεως πορσελάνης 150 kV

3.6 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ RTV'S ΕΠΙΚΑΛΥΨΕΩΝ ΑΠΟ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

Οι παραπάνω μετρήσεις έγιναν σε έναν μονωτήρα στηρίξεως 150kV από πορσελάνη στον Υ/Σ Ηράκλειο II 150 kV/20kV. Ταυτόχρονα παρακολουθούνταν ίδιοι μονωτήρες, στον ίδιο χώρο, των οποίων όμως η επιφάνεια είχε καλυφθεί από RTV επικαλύψεις. Από τις μετρήσεις προκύπτει, ότι οι μονωτήρες με RTV επικάλυψη έχουν πολύ καλύτερη συμπεριφορά σε σχέση με τους μονωτήρες χωρίς επικάλυψη. Η σε σημαντικό βαθμό καταστολή του φαινομένου, οφείλεται στις ιδιότητες των υλικών αυτών, όπως περιγράφηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο αλλά και στο μοντέλο της ρύπανσης στην Κρήτη, το οποίο όπως επίσης αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, ευνοεί την χρήση τέτοιων υλικών.

Στο παρακάτω σχήμα, φαίνεται η συνολική ενέργεια που καταναλώθηκε στην επιφάνεια ενός μονωτήρα πορσελάνης χωρίς επικάλυψη και η αντίστοιχη ποσότητα ενέργειας σε ένα μονωτήρα ίδιου τύπου, στον ίδιο χώρο, με RTV επικάλυψη για χρονικό διάστημα ενός μήνα. Στο τέλος του μήνα η συνολική ενέργεια που καταναλώθηκε στην επιφάνεια του μονωτήρα πορσελάνης χωρίς επικάλυψη είναι $3.8 \cdot 10^6 \text{ Joule} = (3.8 \cdot 10^6 \times 2.778 \cdot 10^{-7}) \text{ kWh} = 1.055 \text{ kWh/μονωτήρα και μήνα}$, ενώ στον μονωτήρα με RTV επικάλυψη είναι $10 \cdot 10^3 \text{ Joule} = (10^4 \times 2.778 \cdot 10^{-7}) \text{ kWh} = 2.778 \text{ kWh/μονωτήρα και μήνα}$. Όσο χαμηλότερη είναι η ενέργεια της επιφάνειας του μονωτήρα, τόσο μεγαλύτερη είναι η υδροφοβικότητα.



Σχήμα 3.6.1 : κατανάλωση ενέργειας σε μονωτήρα στηρίξεως πορσελάνης 150 kV.

3.7 ΚΟΣΤΟΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ RTVS

Το συνολικό κόστος που αφορά την εφαρμογή των υλικών RTVs προκύπτει από το αρχικό κόστος αγοράς του απαραίτητου εξοπλισμού και επιπλέον για κάθε Υ/Σ από το κόστος αγοράς του υλικού συν το κόστος εργασίας. Η ποσότητα του υλικού που απαιτείται για την κάλυψη μιας πύλης εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του υλικού, το πάχος της επικάλυψης και διάφορους άλλους παράγοντες όπως για παράδειγμα ο άνεμος την στιγμή τοποθέτησης, ο τύπος του διαλύτη κ.α.. αν λοιπόν είναι γνωστή η συνολική επιφάνεια που πρόκειται να καλυφθεί και το απαιτούμενο πάχος της επικάλυψης τότε μπορεί να υπολογιστεί η απαιτούμενη ποσότητα υλικού, δηλαδή η **θεωρητική κάλυψη**. Η ποσότητα αυτή πρέπει να προσαυξηθεί για να ληφθεί υπόψη η εξάτμιση του διαλύτη αλλά και άλλες απώλειες που λαμβάνουν χώρα κατά την στιγμή της τοποθέτησης (**πρακτική κάλυψη**). Επίσης, η εξάτμιση του διαλύτη πρέπει να ληφθεί υπόψη και όσον αφορά το πάχος της επικάλυψης. Όταν λοιπόν στερεοποιηθεί το υλικό, το πάχος προκύπτει από το πάχος τη στιγμή της τοποθέτησης, αφού αφαιρεθεί η ποσότητα που εξατμίστηκε. Αν λοιπόν η περιεκτικότητα του υλικού σε διαλύτη είναι α% του όγκου και το υλικό έχει τοποθετηθεί σωστά, οπότε η εξάτμιση είναι ομοιόμορφη προκύπτει ότι:

$$DFT = WFT \times (1 - \alpha)$$

Τελικά το κόστος αγοράς του υλικού υπολογίζεται ως εξής :

$$KA = (KA \text{ του υλικού ανά kg}) \times (\text{Πρακτική κάλυψη σε kg})$$

Επιπλέον το κόστος εργασίας είναι

$$KE = (\text{Πλήθος Ατόμων}) \times (\text{Ανθρωποώρες}) \times (\text{Μέσο Ωρομίσθιο})$$

Οπότε τελικά προκύπτει ότι :

$$\text{Κόστος Τοποθέτησης} = (\text{Κόστος Αγοράς}) + (\text{Κόστος Εργασίας})$$

Η σιλικονούχες επικάλυψης δεν μπορούν να συγκριθούν μεταξύ τους ακόμα και αν έχουν το ίδιο κόστος. Πολλές φορές η βάση για την αγορά HVAC σιλικόνης ενός κατασκευαστή έναντι άλλου βασίζεται αποκλειστικά σε άμεσο κόστος ανά μονάδα προϊόντος και όχι κόστους-αποτελεσματικότητας. Το άμεσο κόστος ανά μονάδα είναι τα ευρώ που δαπανώνται όταν γίνετε μια αγορά. Σχέση κόστους-αποτελεσματικότητας είναι όταν κάποιος αγοράζει μία HVAC σιλικόνη και θεωρεί ότι δεν είναι μόνο το άμεσο κόστος ανά μονάδα, αλλά και όλες οι συγκρίσεις κόστους-αποτελεσματικότητας. Η καταγραφή σε πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζει συνοπτικά την αποτελεσματικότητα του κόστους, καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι ένας συνετός αγοραστής μπορεί να είναι ένας καλύτερος αγοραστής αν αξιολογηθούν αυτές οι συγκρίσεις:

- Το κόστος επικάλυψης σε ευρώ ανά μονάδα επιφάνειας (πρακτική κάλυψη)
- Η μακροβιότητα της επικάλυψης
- Η ευκολία της εφαρμογής
- Η τεχνική υποστήριξη
- Η εξυπηρέτηση πελατών
- Οι εγγυήσεις επικάλυψης και εφαρμογής

	Υλικό Νο 1	Υλικό Νο 2	Υλικό Νο 3
Διαλύτης	Νάφθα	Νάφθα και άφλεκτο VOC	Νάφθα και άφλεκτο VOC
Πρακτική Κάλυψη	0,9 m ² / lt	1,1 m ² / lt	1.3 m ² / lt
Στερεά κατ' όγκο	63 %	62 %	70 % **
Συγκέντρωση ψεκασμού	Καλός	Καλός	Καλύτερος
Ευκολία εφαρμογής	Καλή	Καλύτερη	Εξαιρετική
Απαιτούμενο πάχος	0,51mm	0,38 mm	0,38 mm
Κόστος ανά γαλόνι	\$250.00	\$220.00	\$180.00
Δολάρια ανά μονάδα επιφάνειας (πρακτική κάλυψη)	\$74.66/m ² \$6.94/ft ²	\$51.46/m ² \$4.78/ft ²	\$36.54/m ² \$3.40/ft ²
Εγγύηση υπερπήδησης	Όχι	Ναι	Ναι

Πίνακας 3.7.1 :Από τα τεχνικά εγχειρίδια ασφαλείας των τριών υλικών

3.8 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ RTV ΓΙΑ ΤΑ ΤΡΕΙΑ ΥΛΙΚΑ

Υλικό Νο1:

Για τον υπολογισμό του κόστους τοποθέτησης χρησιμοποιούνται οι τύποι που έχουν αναφερθεί παραπάνω. Από τον πίνακα 3.3.1.1 που δείχνει τα στοιχεία από τα τεχνικά φυλλάδια κάθε υλικού χωριστά, λαμβάνουμε υπόψη μας το πάχος ξηρού φιλμ και τα στερεά επί τις εκατό κατ' όγκο, για να υπολογιστεί το πάχος υγρού φιλμ, το θεωρητικό επίπεδο και το πρακτικό επίπεδο.

Το πάχος ξηρού φιλμ $DFT = 0.5\text{mm}$ στα 20 mils και τα στερεά επί τις εκατό κατ' όγκο $Sv\% = 63\%$. Για τον υπολογισμό του πάχους υγρού φιλμ χρησιμοποιείτε ο τύπος:

$$WFT = DFT / \%Sv \Rightarrow WFT = 0.5\text{mm} / 0.63 = 0.8\text{mm}$$

Για το υπολογιζόμενο θεωρητικό επίπεδο χρησιμοποιείτε ο τύπος:

$$\begin{aligned} \text{Θεωρητικ\acute{o}\epsilon\pi\acute{i}\text{πεδο σε } m^2 / \text{λίτρο} &= 1 / \text{πάχος υγρού Film (mm)} \Rightarrow \\ \text{Θεωρητικ\acute{o}\epsilon\pi\acute{i}\text{πεδο σε } m^2 / \text{λίτρο} &= 1 / 0.8\text{mm} = 1.25\text{m}^2 / \text{lt} \end{aligned}$$

Για το υπολογιζόμενο πρακτικό επίπεδο χρησιμοποιείτε ο τύπος:

$$\begin{aligned} \text{Πρακτικ\acute{o}\epsilon\pi\acute{i}\text{πεδο} &= \text{Θεωρητικ\acute{o}\epsilon\pi\acute{i}\text{πεδο} \times 1 - \text{Απ\acute{o}\lambda\epsilon\iota\alpha \%} \Rightarrow \\ \text{Πρακτικ\acute{o}\epsilon\pi\acute{i}\text{πεδο} &= 1.25\text{m}^2 / \text{lt} * 1 - 30\% = 0.9\text{m}^2 / \text{lt} \end{aligned}$$

Για τον υπολογισμό του κόστους αγοράς χρησιμοποιείται ο τύπος:

$$KA = (\text{KA του υλικού ανά kg}) / (\text{Πρακτική κάλυψη σε kg})$$

Για να υπολογιστεί το κόστος αγοράς του υλικού ανά kg λαμβάνετε υπόψη το κόστος ανά γαλόνι από τον πίνακα 3.7.1 όπου είναι 250\$. Όμως, για να γίνει η μετατροπή των γαλονιών σε κιλά και η μετατροπή των δολαρίων σε ευρώ γίνεται η παρακάτω διαδικασία:

$$\begin{aligned} 250\$ * 0.7794 &= \frac{194.85\text{€}}{3.79\text{lt}} = 51.41 \frac{\text{€}}{\text{lt}} \\ 1\text{kg} &= 1.3 * \text{lt} \Rightarrow \text{lt} = \frac{1\text{kg}}{1.3} \\ \text{KA του υλικού ανά kg} &= 51,41 \frac{\text{€}}{\text{kg}} = 51.41 * 1.3 \frac{\text{€}}{\text{kg}} = 66.83 \frac{\text{€}}{\text{kg}} \end{aligned}$$

Επίσης πρέπει να μετατραπεί η πρακτική κάλυψη από $\frac{m^2}{lt}$ σε $\frac{m^2}{kg}$. Οπότε ακολουθείτε η παρακάτω διαδικασία:

$$1\text{kg} = 1.3 * \text{lt} \Rightarrow \text{lt} = \frac{\text{kg}}{1.3}$$

$$\text{Πρακτικό επίπεδο σε kg} = 0.9 \frac{\text{m}^2}{\text{lt}} = 0.9 \frac{\text{m}^2}{\frac{\text{kg}}{1.3}} = 0.9 * 1.3 \frac{\text{m}^2}{\text{kg}} = 1.17 \frac{\text{m}^2}{\text{kg}}$$

Άρα το κόστος αγοράς του υλικού είναι:

$$KA = \frac{66.83 \frac{\text{€}}{\text{kg}}}{1.17 \frac{\text{m}^2}{\text{kg}}} \Rightarrow KA = 57.12 \text{€m}^2$$

Επιπλέον το κόστος εργασίας είναι

$$KE = (\text{Πλήθος Ατόμων}) \times (\text{Ανθρωποώρες}) \times (\text{Μέσο Ωρομίσθιο})$$

Ο κύριος αριθμός ατόμων που απασχολούνται για την εφαρμογή των RTV επικαλύψεων είναι τρεις. Η πύλη για να βαφτεί θέλει τρία οχτάωρα, και το μέσο ωρομίσθιο είναι 30€.
Άρα

$$KE = \text{Πλήθος Ατόμων} \times \text{Ανθρωποώρες} \times \text{Μέσο Ωρομίσθιο} \Rightarrow$$

$$KE = 3 * 3 * 8 * 30\text{€} \Rightarrow$$

$$KE = 2160\text{€}$$

Οπότε τελικά προκύπτει ότι :

$$\text{Κόστος Τοποθέτησης} = (\text{Κόστος Αγοράς}) + (\text{Κόστος Εργασίας})$$

$$\text{Κόστος Τοποθέτησης} = \text{Κόστος Αγοράς} + \text{Κόστος Εργασίας} \Rightarrow$$

$$\text{Κόστος Τοποθέτησης} = 57.12 \text{€m}^2 + 2160\text{€} \Rightarrow$$

$$\text{Κόστος Τοποθέτησης} = 2217.12 \text{€m}^2$$

ΠΑΧΟΣ ΞΥΡΟΥ ΦΙΛΜ (DFT):	0,5	mm
		mils
ΣΤΕΡΕΑ % ΚΑΤ'ΟΓΚΟ (%Sv):	63	%
ΠΑΧΟΣ ΥΓΡΟΥ ΦΙΛΜ (WFT):		
$WFT = DFT / (\%Sv)$		
WFT=	0,8	mm
ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ:		
Θεωρητικό επίπεδο σε m ² / λίτρο		
Θ.Ε.=	1,26	m ² /lt
ΑΠΩΛΕΙΣ:	30	%
ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ:		
Πρακτικό επίπεδο = Θεωρητικό επίπεδο x (1- Απώλεια %)		
Π.Ε.=	0,9	m ² /lt
ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΑ ΓΑΛΟΝΙ:	250	\$
ΙΣΟΤΙΜΙΑ:	0,7794	-
ΓΑΛΟΝΙ:	1	Gal
ΛΙΤΡΑ=	3,79	lt
ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΣΕ €/lt:		
€/lt=	51,41	€/lt

ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΥΛΙΚΟΥ:	1,3	-
ΚΙΛΑ	1	kg
ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΣΕ lt → kg:		
lt=	0,77	kg
ΚΟΣΤΟΣ ΑΓΟΡΑΣ ΤΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΑΝΑ kg:		
Κ.Α.=	66,84	€/kg
ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΕ kg:		
Π.Ε.=	1,15	m ² /kg
ΚΟΣΤΟΣ ΑΓΟΡΑΣ ΥΛΙΚΟΥ:		
ΚΑ = (ΚΑ του υλικού ανά kg) / (Πρακτική κάλυψη σε kg)		
Κ.Α.=	58,29	€*m ²

ΠΛΗΘΟΣ ΑΤΟΜΩΝ:	3	-
ΩΡΕΣ:	8	Ω
ΑΝΘΡΩΠΟΩΡΕΣ=	24	ΑΝΘ.*Ω
ΜΕΣΟ ΩΡΟΜΙΣΘΙΟ:	30	€
ΚΟΣΤΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:		
ΚΕ= (Πλήθος Ατόμων) x (Ανθρωποώρες) x (Μέσο Ωρομίσθιο)		
Κ.Ε.=	2160,00	€
ΚΟΣΤΟΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ:		
Κόστος Τοποθέτησης = (Κόστος Αγοράς) + (Κόστος Εργασίας)		
Κ.Τ.=	2218,29	€*m ²

Εικόνα 3.8.1: Αποτελέσματα από το πρόγραμμα σε φύλλο excel.

Υλικό Νο 2:

Για τον υπολογισμό του κόστους τοποθέτησης χρησιμοποιούνται οι τύποι που έχουν αναφερθεί παραπάνω. Από τον πίνακα 3.3.1.1 που δείχνει τα στοιχεία από τα τεχνικά φυλλάδια κάθε υλικού χωριστά, λαμβάνουμε υπόψη μας το πάχος ξηρού φιλμ και τα στερεά επί τις εκατό κατ' όγκο, για να υπολογιστεί το πάχος υγρού φιλμ, το θεωρητικό επίπεδο και το πρακτικό επίπεδο.

Το πάχος ξηρού φιλμ $DFT = 0.38\text{mm}$ στα 15 mils και τα στερεά επί τις εκατό κατ' όγκο $Sv\% = 62\%$. Για τον υπολογισμό του πάχους υγρού φιλμ χρησιμοποιείτε ο τύπος:

$$WFT = \frac{DFT}{\%Sv} \Rightarrow WFT = \frac{0.38\text{mm}}{0.62} = 0.61\text{mm}$$

Για το υπολογιζόμενο θεωρητικό επίπεδο χρησιμοποιείτε ο τύπος:

$$\text{Θεωρητικό επίπεδο σε } m^2 / \text{λίτρο} = 1 / \text{πάχος υγρού Film (mm)} \Rightarrow$$

$$\text{Θεωρητικό επίπεδο σε } m^2 / \text{λίτρο} = \frac{1}{0.61\text{mm}} = 1.64 \frac{m^2}{lt}$$

Για το υπολογιζόμενο πρακτικό επίπεδο χρησιμοποιείτε ο τύπος:

$$\text{Πρακτικό επίπεδο} = \text{Θεωρητικό επίπεδο} \times 1 - \text{Απώλεια } \% \Rightarrow$$

$$\text{Πρακτικό επίπεδο} = 1.64 \frac{m^2}{lt} * 1 - 30\% = 1.14 \frac{m^2}{lt}$$

Για τον υπολογισμό του κόστους αγοράς χρησιμοποιείται ο τύπος:

$$KA = (\text{KA του υλικού ανά kg}) / (\text{Πρακτική κάλυψη σε kg})$$

Για να υπολογιστεί το κόστος αγοράς του υλικού ανά kg λαμβάνετε υπόψη το κόστος ανά γαλόνι από τον πίνακα 3.7.1 όπου είναι 220\$. Όμως, για να γίνει η μετατροπή των γαλονιών σε κιλά και η μετατροπή των δολαρίων σε ευρώ γίνεται η παρακάτω διαδικασία:

$$220\$ * 0.7794 = \frac{171.47\text{€}}{3.79\text{lt}} = 45.24 \frac{\text{€}}{\text{lt}}$$

$$1\text{kg} = 1.13 * \text{lt} \Rightarrow \text{lt} = \frac{1\text{kg}}{1.13}$$

$$\text{KA του υλικού ανά kg} = 45.24 \frac{\text{€}}{\text{kg}} = 45.24 * 1.13 \frac{\text{€}}{\text{kg}} = 51.12 \frac{\text{€}}{\text{kg}}$$

Επίσης πρέπει να μετατραπεί η πρακτική κάλυψη από $\frac{m^2}{lt}$ σε $\frac{m^2}{kg}$. Οπότε ακολουθείτε η παρακάτω διαδικασία:

$$1\text{kg} = 1.13 * \text{lt} \Rightarrow \text{lt} = \frac{\text{kg}}{1.13}$$

$$\text{Πρακτικό επίπεδο σε kg} = 1.14 \frac{\text{m}^2}{\text{lt}} = 1.14 \frac{\text{m}^2}{\frac{\text{kg}}{1.13}} = 1.14 * 1.13 \frac{\text{m}^2}{\text{kg}} = 1.29 \frac{\text{m}^2}{\text{kg}}$$

Άρα το κόστος αγοράς του υλικού είναι:

$$KA = \frac{51.12 \frac{\text{€}}{\text{kg}}}{1.29 \frac{\text{m}^2}{\text{kg}}} \Rightarrow KA = 39.61 \text{€m}^2$$

Επιπλέον το κόστος εργασίας είναι

$$KE = (\text{Πλήθος Ατόμων}) \times (\text{Ανθρωποώρες}) \times (\text{Μέσο Ωρομίσθιο})$$

Ο κύριος αριθμός ατόμων που απασχολούνται για την εφαρμογή των RTV επικαλύψεων είναι τρεις. Η πύλη για να βαφτεί θέλει τρία οχτάωρα, και το μέσο ωρομίσθιο είναι 30€.

Άρα

$$KE = \text{Πλήθος Ατόμων} \times \text{Ανθρωποώρες} \times \text{Μέσο Ωρομίσθιο} \Rightarrow$$

$$KE = 3 * 3 * 8 * 30\text{€} \Rightarrow$$

$$KE = 2160\text{€}$$

Οπότε τελικά προκύπτει ότι :

$$\text{Κόστος Τοποθέτησης} = (\text{Κόστος Αγοράς}) + (\text{Κόστος Εργασίας})$$

$$\text{Κόστος Τοποθέτησης} = \text{Κόστος Αγοράς} + \text{Κόστος Εργασίας} \Rightarrow$$

$$\text{Κόστος Τοποθέτησης} = 41.22\text{€m}^2 + 2160\text{€} \Rightarrow$$

$$\text{Κόστος Τοποθέτησης} = 2199.61\text{€m}^2$$

ΠΑΧΟΣ ΞΥΡΟΥ ΦΙΛΜ (DFT):	0,38	mm
		mils
ΣΤΕΡΕΑ % ΚΑΤ' ΟΓΚΟ (%Sv):	62,00	%
ΠΑΧΟΣ ΥΓΡΟΥ ΦΙΛΜ (WFT):		
$WFT = DFT / (\%Sv)$		
WFT=	0,61	mm
ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ:		
Θεωρητικό επίπεδο σε m ² / λίτρο		
Θ.Ε.=	1,63	m ² /lt
ΑΠΩΛΕΙΣ:	30	%
ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ:		
Πρακτικό επίπεδο = Θεωρητικό επίπεδο x (1- Απώλεια %)		
Π.Ε.=	1,14	m ² /lt
ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΑ ΓΑΛΟΝΙ:	220	\$
ΙΣΟΤΙΜΙΑ:	0,7794	-
ΓΑΛΟΝΙ:	1	Gal
ΛΙΤΡΑ=	3,79	lt
ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΣΕ €/lt:		
€/lt=	45,24	€/lt
ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΥΛΙΚΟΥ:		
ΚΙΛΑ	1	kg
ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΥΛΙΚΟΥ:	1,13	-
ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΣΕ lt → kg:		
lt=	0,88	kg
ΚΟΣΤΟΣ ΑΓΟΡΑΣ ΤΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΑΝΑ kg:		
Κ.Α.=	51,12	€/kg
ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΕ kg:		
Π.Ε.=	1,29	m ² /kg
ΚΟΣΤΟΣ ΑΓΟΡΑΣ ΥΛΙΚΟΥ:		
ΚΑ = (ΚΑ του υλικού ανά kg) / (Πρακτική κάλυψη σε kg)		
Κ.Α.=	39,61	€*m ²
ΠΛΗΘΟΣ ΑΤΟΜΩΝ:		
ΩΡΕΣ:	8	Ω
ΑΝΘΡΩΠΟΩΡΕΣ:	24	ΑΝΘ.*Ω
ΜΕΣΟ ΩΡΟΜΙΣΘΙΟ:	30	€
ΚΟΣΤΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:		
ΚΕ= (Πλήθος Ατόμων) x (Ανθρωπόωρες) x (Μέσο Ωρομίσθιο)		
Κ.Ε.=	2160,00	€
ΚΟΣΤΟΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ:		
Κόστος Τοποθέτησης = (Κόστος Αγοράς) + (Κόστος Εργασίας)		
Κ.Τ.=	2199,61	€*m ²

Εικόνα 3.8.2: Αποτελέσματα από το πρόγραμμα σε φύλλο excel

Υλικό Νο 3:

Για τον υπολογισμό του κόστους τοποθέτησης χρησιμοποιούνται οι τύποι που έχουν αναφερθεί παραπάνω. Από τον πίνακα 3.3.1.1 που δείχνει τα στοιχεία από τα τεχνικά φυλλάδια κάθε εταιρίας χωριστά, λαμβάνουμε υπόψη μας το πάχος ξηρού φιλμ και τα στερεά επί τις εκατό κατ' όγκο, για να υπολογιστεί το πάχος υγρού φιλμ, το θεωρητικό επίπεδο και το πρακτικό επίπεδο.

Το πάχος ξηρού φιλμ $DFT = 0.38\text{mm}$ στα 15 mils και τα στερεά επί τις εκατό κατ' όγκο $Sv\% = 70\%$. Για τον υπολογισμό του πάχους υγρού φιλμ χρησιμοποιείτε ο τύπος:

$$WFT = \frac{DFT}{\%Sv} \Rightarrow WFT = \frac{0.38\text{mm}}{0.7} = 0.54\text{mm}$$

Για το υπολογιζόμενο θεωρητικό επίπεδο χρησιμοποιείτε ο τύπος:

$$\text{Θεωρητικό επίπεδο σε } m^2 / \text{λίτρο} = 1 / \text{πάχος υγρού Film (mm)} \Rightarrow$$

$$\text{Θεωρητικό επίπεδο σε } m^2 / \text{λίτρο} = \frac{1}{0.54\text{mm}} = 1.84 \frac{m^2}{lt}$$

Για το υπολογιζόμενο πρακτικό επίπεδο χρησιμοποιείτε ο τύπος:

$$\text{Πρακτικό επίπεδο} = \text{Θεωρητικό επίπεδο} \times 1 - \text{Απώλεια } \% \Rightarrow$$

$$\text{Πρακτικό επίπεδο} = 1.84 \frac{m^2}{lt} * 1 - 30\% = 1.3 \frac{m^2}{lt}$$

Για τον υπολογισμό του κόστους αγοράς χρησιμοποιείται ο τύπος:

$$KA = (\text{KA του υλικού ανά kg}) / (\text{Πρακτική κάλυψη σε kg})$$

Για να υπολογιστεί το κόστος αγοράς του υλικού ανά kg λαμβάνετε υπόψη το κόστος ανά γαλόνι από τον πίνακα 3.7.1 όπου είναι 180\$. Όμως, για να γίνει η μετατροπή των γαλονιών σε κιλά και η μετατροπή των δολαρίων σε ευρώ γίνεται η παρακάτω διαδικασία:

$$180\$ * 0.7794 = \frac{140.29\text{€}}{3.79\text{lt}} = 37 \frac{\text{€}}{\text{lt}}$$

$$1\text{kg} = 1.25 * \text{lt} \Rightarrow \text{lt} = \frac{1\text{kg}}{1.25}$$

$$\text{KA του υλικού ανά kg} = 37 \frac{\text{€}}{\text{kg}} = 37 * 1.25 \frac{\text{€}}{\text{kg}} = 46.27 \frac{\text{€}}{\text{kg}}$$

Επίσης πρέπει να μετατραπεί η πρακτική κάλυψη από $\frac{m^2}{lt}$ σε $\frac{m^2}{kg}$. Οπότε ακολουθείτε η παρακάτω διαδικασία:

$$1\text{kg} = 1.25 * \text{lt} \Rightarrow \text{lt} = \frac{\text{kg}}{1.25}$$

$$\text{Πρακτικό επίπεδο σε kg} = 1.3 \frac{\text{m}^2}{\text{lt}} = 1.3 \frac{\text{m}^2}{\frac{\text{kg}}{1.25}} = 1.3 * 1.25 \frac{\text{m}^2}{\text{kg}} = 1.625 \frac{\text{m}^2}{\text{kg}}$$

Άρα το κόστος αγοράς του υλικού είναι:

$$KA = \frac{46.25 \frac{\text{€}}{\text{kg}}}{1.625 \frac{\text{m}^2}{\text{kg}}} \Rightarrow KA = 28.46 \text{€m}^2$$

Επιπλέον το κόστος εργασίας είναι

$$KE = (\text{Πλήθος Ατόμων}) \times (\text{Ανθρωποώρες}) \times (\text{Μέσο Ωρομίσθιο})$$

Ο κύριος αριθμός ατόμων που απασχολούνται για την εφαρμογή των RTV επικαλύψεων είναι τρεις. Η πύλη για να βαφτεί θέλει τρία οχτάωρα, και το μέσο ωρομίσθιο είναι 30€.
Άρα

$$KE = \text{Πλήθος Ατόμων} \times \text{Ανθρωποώρες} \times \text{Μέσο Ωρομίσθιο} \Rightarrow$$

$$KE = 3 * 3 * 8 * 30\text{€} \Rightarrow$$

$$KE = 2160\text{€}$$

Οπότε τελικά προκύπτει ότι :

$$\text{Κόστος Τοποθέτησης} = (\text{Κόστος Αγοράς}) + (\text{Κόστος Εργασίας})$$

$$\text{Κόστος Τοποθέτησης} = \text{Κόστος Αγοράς} + \text{Κόστος Εργασίας} \Rightarrow$$

$$\text{Κόστος Τοποθέτησης} = 28.46 \text{€m}^2 + 2160\text{€} \Rightarrow$$

$$\text{Κόστος Τοποθέτησης} = 2188.46 \text{€m}^2$$

ΠΑΧΟΣ ΞΥΡΟΥ ΦΙΛΜ (DFT):	0,38	mm
		mils
ΣΤΕΡΕΑ % ΚΑΤ' ΟΓΚΟ (%Sv):	70	%
ΠΑΧΟΣ ΥΓΡΟΥ ΦΙΛΜ (WFT):		
$WFT = DFT / (\%Sv)$		
WFT=	0,54	mm
ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ:		
Θεωρητικό επίπεδο σε m ² / λίτρο		
Θ.Ε.=	1,84	m ² /lt
ΑΠΩΛΕΙΣ:	30	%
ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ:		
Πρακτικό επίπεδο = Θεωρητικό επίπεδο x (1 - Απώλεια %)		
Π.Ε.=	1,3	m ² /lt
ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΑ ΓΑΛΟΝΙ:	180	\$
ΙΣΟΤΙΜΙΑ:	0,7794	-
ΓΑΛΟΝΙ:	1	Gal
ΛΙΤΡΑ=	3,79	lt
ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΣΕ €/lt:		
€/lt=	37,02	€/lt

ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΥΛΙΚΟΥ:	1,25	-
ΚΙΛΑ	1	kg
ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΣΕ lt → kg:		
lt=	0,80	kg
ΚΟΣΤΟΣ ΑΓΟΡΑΣ ΤΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΑΝΑ kg:		
Κ.Α.=	46,27	€/kg
ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΕ kg:		
Π.Ε.=	1,61	m ² /kg
ΚΟΣΤΟΣ ΑΓΟΡΑΣ ΥΛΙΚΟΥ:		
ΚΑ = (ΚΑ του υλικού ανά kg) / (Πρακτική κάλυψη σε kg)		
Κ.Α.=	28,71	€*m ²

ΠΛΗΘΟΣ ΑΤΟΜΩΝ:	3	-
ΩΡΕΣ:	8	Ω
ΑΝΘΡΩΠΟΩΡΕΣ:	24	ΑΝΘ.*Ω
ΜΕΣΟ ΩΡΟΜΙΣΘΙΟ:	30	€
ΚΟΣΤΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:		
ΚΕ = (Πλήθος Ατόμων) x (Ανθρωποώρες) x (Μέσο Ωρομίσθιο)		
Κ.Ε.=	2160,00	€
ΚΟΣΤΟΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ:		
Κόστος Τοποθέτησης = (Κόστος Αγοράς) + (Κόστος Εργασίας)		
Κ.Τ.=	2188,71	€*m ²

Εικόνα 3.8.3: Αποτελέσματα από το πρόγραμμα σε φύλλο excel

Από όλα τα παραπάνω διαπιστώνετε ότι ανάμεσα από τα τρία υλικά, το υλικό Νο 3 προσδίδει καλύτερη εφαρμογή και συμπεριφορά κατά την λειτουργία του. Το υλικό Νο 3 περιέχει ως υλικό πλήρωσης των κρυσταλλικό χαλαζία. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αυξηθεί η ποσότητα της ελαστομερής σιλικόνης κατά την διάρκεια της επικάλυψης της επιφάνειας και παράλληλα να αυξηθεί η ποσότητα του ρευστού που είναι διαθέσιμο για να μεταδώσει την υδροφοβικότητα (LMW) στην επιφάνεια της επικάλυψης και που έχει ως αποτέλεσμα να επιτυγχάνεται η μη απώλεια της υδροφοβικότητας υπό κανονικές συνθήκες λειτουργίας. Ωστόσο, σε περίπτωση όπου η υδροφοβικότητα χαθεί προσωρινά κατά την λειτουργία, ο κρυσταλλικός χαλαζίας πλήρωσης έχει το πλεονέκτημα (έναντι της ένυδρης αλουμίνας) της θερμικής αγωγιμότητας που βοηθάει στην απαγωγή της θερμότητας κατά τη διάρκεια της ξηρής ζώνης στην επιφάνεια του μονωτήρα. Καθώς επίσης και από οικονομικής άποψης είναι πιο οικονομικό σε σχέση με τα άλλα δύο υλικά όσον αφορά το κόστος αγοράς και το κόστος τοποθέτησης του.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Η ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΜΙΑΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗΣ

Επιδίωξη κάθε επιχείρησης είναι η παραγωγή και διάθεση αγαθών και υπηρεσιών, που ικανοποιούν της ανάγκες μιας κοινωνίας, σε τιμές που να καλύπτουν το κόστος παραγωγής της. Σε αυτό το κεφάλαιο θέτονται οι βάσεις για τη μελέτη της συμπεριφοράς μιας επιχείρησης σε σχέση με το κοινωνικό περιβάλλον μέσα στο οποίο αυτή δρα.

4.1 ΟΡΘΟΛΟΓΙΚΩΣ ΔΡΩΣΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ

Είναι η επιχείρηση που συνεχώς προσπαθεί να ελαχιστοποιήσει το κόστος παραγωγής της. Η βραχυχρόνια ελαχιστοποίηση του κόστους επιτυγχάνεται με την βελτιστοποίηση της χρήσης των υφισταμένων συντελεστών παραγωγής, ενώ μακροχρονίως το κόστος ελαχιστοποιείται και με την κατάλληλη αλλαγή των υφισταμένων μέσων παραγωγής.

Θεωρούμε μία επιχείρηση που παράγει ένα προϊόν σε ποσότητα Q ανά μονάδα χρόνου. Για την παραγωγή αυτής της ποσότητας η επιχείρηση χρησιμοποιεί αγαθά $x=(x_1, x_2, \dots, x_n)$ τα οποία περιλαμβάνουν κεφάλαια, εργασία, υλικά, υπηρεσίες κλπ. Τα οποία προμηθεύεται σε τιμές $w=(w_1, w_2, \dots, w_n)$ άρα έχει κόστος :

$$x \cdot w = \sum_{i=1}^n w_i \cdot x_i$$

Στην πράξη η παραγωγή της ποσότητας Q μπορεί να γίνει με πολλούς συνδυασμούς των συντελεστών παραγωγής x . Όπως :

- Να παράγει ηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιώντας ως πρωτογενείς καύσιμο το πετρέλαιο ή εναλλακτικά τον λιγνίτη, το φυσικό αέριο ή κάποια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας ή συνδυασμό όλων αυτών.
- Να αποφασίσει να κάνει νέες επενδύσεις, άρα να αυξήσει το συντελεστή παραγωγής κεφάλαιο, ώστε να αυτοματοποιήσει και να απλοποιήσει ορισμένες διαδικασίες παραγωγής που απαιτούν πολύ ανθρώπινη εργασία.

Μια ορθολογικώς δρώσα επιχείρηση θα πρέπει να φροντίζει ώστε να παράγει την ποσότητα Q χρησιμοποιώντας τους διαθέσιμους συντελεστές παραγωγής x ώστε να επιτυγχάνεται το ελάχιστο κόστος $w \cdot x$.

Οι συνδυασμοί εκείνοι των συντελεστών παραγωγής που καταλήγουν στην παραγωγή της συγκεκριμένης ποσότητας Q δεν μπορεί να είναι οποιοδήποτε. Η τεχνολογία της επιχείρησης, που καθορίζει ποιους είναι οι επιτρεπόμενοι συνδυασμοί συντελεστών παραγωγής x που οδηγούν στην ποσότητα Q , θεωρείται ότι περιγράφεται από μια συνάρτηση παραγωγής: $Q = f(x)$. Η συνάρτηση αυτή συνδέει την παραγόμενη ποσότητα Q με τους συντελεστές παραγωγής x .

Για την συνάρτηση παραγωγής πρέπει να γίνουν σχετικά κάποιες παρατηρήσεις, όπως:

- Η ορθολογικώς δρώσα επιχείρηση θα πρέπει να φροντίζει να βελτιώνει την τεχνολογία παραγωγής $f(x)$ κατά τέτοιον τρόπο ώστε με δεδομένο x να παράγεται η μέγιστη δυνατή ποσότητα παραγωγής Q .
- Και όσον αφορά τον συντελεστή παραγωγής που λέγεται κεφάλαιο και που στη πράξη αντιπροσωπεύει τον εξοπλισμό παραγωγής της επιχείρησης. Υποθέτεται ότι $x_1=K$ είναι ο συντελεστής του κεφαλαίου και x_2, \dots, x_n οι υπόλοιποι συντελεστές παραγωγής. Το διάνυσμα x έχει τη μορφή $x = K, x_2, \dots, x_n$ και θα είναι:
$$Q = f(K, x_2, \dots, x_n)$$

Ο εξοπλισμός, δηλαδή το K , της επιχείρησης δεν μπορεί να μεταβληθεί βραχυχρονίως γιατί απαιτεί νέες επενδύσεις. Άρα με $K =$ σταθερό εξαρτάται η παραγόμενη ποσότητα Q μόνο από τους υπόλοιπους συντελεστές x_2, \dots, x_n .

$$Q = f(x_2, \dots, x_n) \text{ βραχυχρόνιο μέσο ή οριακό κόστος.}$$

Αντίθετα για μεγάλα χρονικά διαστήματα ο παράγων $x_1=K$ μπορεί να μεταβληθεί και τότε μιλάμε για μακροχρόνιο μέσο ή/και οριακό κόστος.

4.2 ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ

Το πρόβλημα ελαχιστοποιήσεως του κόστους της επιχείρησης μπορεί να διατυπωθεί ως εξής: με δεδομένες τις τιμές w να ευρεθούν οι συντελεστές παραγωγής x με τους οποίους θα παράγεται δεδομένη ποσότητα Q με το ελάχιστο κόστος $w \cdot x$

Το διάνυσμα των συντελεστών παραγωγής, που είναι η λύση του παραπάνω προβλήματος βελτιστοποίησης, θα είναι συνάρτηση των δεδομένων, δηλαδή των τιμών w και της ποσότητας Q :

$$x^* = x^*(w, Q)$$

Οπότε το ελαχιστοποιημένο κόστος παραγωγής θα είναι επίσης συνάρτηση των w και Q :

$$C(w, Q) = w \cdot x^*(w, Q)$$

Όπου αυτή θα είναι και η συνάρτηση κόστους.

4.3 ΒΡΑΧΥΧΡΟΝΙΑ ΘΕΩΡΗΣΗ

Το διάνυσμα x των συντελεστών παραγωγής το χωρίζουμε σε δύο μέρη: $x = x_f, x_u$ όπου το x_f : περιλαμβάνει όλους τους παράγοντες που δεν μπορούν να μεταβληθούν εύκολα και θεωρούντε σταθερή σε βραχυχρόνιο ορίζοντα. Π.χ μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και x_u είναι ίσο με το x^* .

Επίσης θεωρούμε και τον χωρισμό του διανύσματος των τιμών: $w = w_f, w_u$

Στον προσδιορισμό των τιμών x_u^* που ελαχιστοποιούν βραχυχρόνια το κόστος παραγωγής με δεδομένα τα w_f, w_u, x_f, Q, f x είναι:

$$C(w, Q, x_f) = w_f \cdot x_f + w_u \cdot x_u^*(w, Q, x_f)$$

Από αυτή τη σχέση βλέπουμε ότι το κόστος παραγωγής αποτελείται από :

- Το σταθερό κόστος (fixed cost) : $FC = w_f \cdot x_f$
- Το βραχυχρόνιο μεταβλητό κόστος (short-run variable cost) :
 $SRVC = w_u \cdot x_u^*(w, Q, x_f)$

Οπότε :

- Το συνολικό βραχυχρόνιο κόστος (short-run total cost) :
 $SRVC = FC + SRVC = C(w, Q, x_f) = w_f \cdot x_f + w_u \cdot x_u^*(w, Q, x_f)$
- Το βραχυχρόνιο μέσο κόστος (short-run average cost) : $SRAC = C(w, Q, x_f) / Q$
- Το βραχυχρόνιο οριακό κόστος (short-run marginal cost) :

$$SRMC = \frac{\partial C(w, Q, x_f)}{\partial Q} = w_u \frac{\partial x_u^*}{\partial Q}(w, Q, x_f)$$

4.4 ΜΑΚΡΟΧΡΟΝΙΑ ΘΕΩΡΗΣΗ

Σε μακροχρόνιο ορίζοντα η βελτιστοποίηση (ελαχιστοποίηση) του κόστους θα περιλαμβάνει και τους συντελεστές παραγωγής x_f . Η διαδικασία βελτιστοποίησης θα δώσει μία λύση x_f^*, x_u^* και συνεπώς, στην περίπτωση αυτή η συνάρτηση κόστους θα είναι συνάρτηση μόνο των w και Q .

$$C(w, Q) = w_f \cdot x_f^*(w, Q) + w_u \cdot x_u^*(w, Q)$$

- Το συνολικό μακροχρόνιο κόστος :
 $LRTC = C(w, Q) = w_f \cdot x_f^*(w, Q) + w_u \cdot x_u^*(w, Q)$
- Το μακροχρόνιο μέσο κόστος (Long-run average cost): $LRAC = C(w, Q) / Q$
- Το μακροχρόνιο οριακό κόστος (Long-run marginal cost): $LRMC = \frac{\partial C(w, Q)}{\partial Q}$

Μια επιχείρηση με κόστος : $C(w, Q_o, x_f) = w_f \cdot x_f(w, Q) + w_u \cdot x_u^*(w, Q_o, x_f)$ πραγματοποιεί, παρέχοντας το προϊόν της σε τιμή P , κέρδος ίσο προς:

$$\Pi(Q) = P \cdot Q - w_f \cdot x_f - w_u \cdot x_u^*(w, Q, x_f)$$

- Με μηδενική παραγωγή η επιχείρηση πραγματοποιεί κέρδος : $\Pi(0) = -w_f \cdot x_f$

- Η επιχείρηση θα συμφέρει να παράγει όταν η ποσότητα που παράγει είναι τέτοια που να της εξασφαλίζει κέρδος μεγαλύτερο από το $\Pi = 0$, άρα όταν:

$$P \cdot Q - w_u \cdot x_u^* - w_f \cdot x_f > 0,$$

δηλαδή όταν η τιμή είναι μεγαλύτερη από το μέσο μεταβλητό κόστος. Αυτή η σχέση είναι γενική διότι ισχύει και για την μακροχρόνια περίπτωση.

4.5 ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΜΙΑΣ ΜΟΝΑΔΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Διερευνώνται οι κύριες συνιστώσες από τις οποίες σχηματίζεται τελικά το κόστος ενός συστήματος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Το κόστος κάθε μονάδος παραγωγής **διακρίνεται** σε **σταθερό** και σε **μεταβλητό ή αναλογικό κόστος**. Από το συνολικό κόστος κάθε μονάδας διερευνάται ο βέλτιστος τρόπος λειτουργίας ενός συστήματος μονάδων με διαφορετικά μεταβλητά κόστη.

4.5.1 ΤΟ ΣΤΑΘΕΡΟ ΚΟΣΤΟΣ

Το σταθερό κόστος μιας μονάδος παραγωγής αποτελείται κυρίως από το κόστος επένδυσης και από τις λοιπές σταθερές δαπάνες.

4.5.2 ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ

Θεωρούμε ένα επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία ε και μια διάρκεια οικονομικής ζωής N έτη. Στην πράξη θεωρούμε $N=25$ έτη για θερμικές μονάδες.

Οι δαπάνες κατασκευής μιας μονάδας αρχίζουν να καταβάλλονται πριν από την έναρξη λειτουργίας της μονάδας σύμφωνα με ένα προκαθορισμένο πρόγραμμα πληρωμών. Οι δαπάνες που καταβάλλονται δεν μπορούν να προστεθούν απευθείας αλλά πρέπει να αναχθούν σε παρούσα αξία σε μία επιλεγμένη χρονική στιγμή. Αυτή η χρονική στιγμή εκφράζει το παρόν. Συνήθως επιλέγεται η χρονική στιγμή αναγωγής σε παρούσα αξία να είναι η στιγμή έναρξης λειτουργίας της μονάδας. Η χρονική στιγμή $t=0$ θεωρείται ότι είναι το παρόν.

Δαπάνες κατά την κατασκευή του έργου θεωρούνται ότι έγιναν στο παρελθόν ($t=-\tau$) και συνεπώς ανοιγόμενες στο παρόν ($t=0$) επαυξάνονται κατά τον παράγοντα $(1+\varepsilon)^\tau$, όπου ε : το επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία. Αντίθετα δαπάνες που γίνονται στο μέλλον ($t=\tau$) ανοιγόμενες στο παρόν πολλαπλασιάζονται με τον παράγοντα $(1+\varepsilon)^{-\tau}$, άρα μειώνονται.

Το κόστος επένδυσης ανοιγόμενο σε παρούσα αξία στην αρχή του πρώτου έτους είναι:

$$K = \delta \frac{1 + \varepsilon^N}{\varepsilon (1 + \varepsilon)^N - 1}$$

Όπου: $\delta = N$ ίσες πληρωμές (δόσεις)

ε = το επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία

$N = \text{έτη}$

Ο συντελεστής ίσων ετήσιων δόσεων δ είναι:

$$\delta = \frac{\varepsilon \cdot 1 + \varepsilon^N}{1 + \varepsilon^N - 1}$$

Όπου από αυτόν τον συντελεστή γίνεται η ανεύρεση της συνολικής δαπάνης K που αντιστοιχεί σε N ίσες ετήσιες καταβαλλόμενες δόσεις δ .

Οι δαπάνες κατά τη διάρκεια 4 ετών της περιόδου κατασκευής μίας μονάδας είναι $J_{-4}, J_{-3}, J_{-2}, J_{-1}, J_0$. Όπου J_{-4} είναι η προκαταβολή κατά την έναρξη των εργασιών του έργου και J_0 είναι η τελευταία εξοφλητική δόση με την παράδοση του έργου. Το συμβατικό τμήμα κατασκευής της μονάδος είναι:

$$J = J_{-4} + J_{-3} + J_{-2} + J_{-1} + J_0$$

Οι δαπάνες αυτές ανοιγμένες σε παρούσα αξία στην αρχή του πρώτου έτους λειτουργίας της μονάδος δίνουν ένα συνολικό κόστος επένδυσης I σε € (ή πλήρες έντοκο κόστος).

$$I = J_0 + J_{-1} \cdot 1 + \varepsilon + J_{-2} \cdot 1 + \varepsilon^2 + J_{-3} \cdot 1 + \varepsilon^3 + J_{-4} \cdot 1 + \varepsilon^4$$

Το συνολικό κόστος επένδυσης I είναι μεγαλύτερο από το συμβατικό τμήμα J . Η διαφορά του I από το J οφείλεται στους τόκους κατά την κατασκευαστική περίοδο. Στην πραγματικότητα δεν γνωρίζουμε λεπτομερώς το πρόγραμμα πληρωμών για την κατασκευή της μονάδας, έτσι λοιπόν υπολογίζουμε το συνολικό κόστος επένδυσης I προσαυξάνοντας το J κατά 15%, δηλαδή θέτουμε : $I = 1.15 \cdot J$. Θεωρείται δηλαδή ότι οι τόκοι κατά την κατασκευή είναι ίση με 15%.

Συνεπώς το συνολικό κόστος επένδυσης I ανοιγμένο σε παρούσα αξία στη χρονική στιγμή έναρξης λειτουργίας της μονάδος ισοδυναμεί με N ίσες ετήσιες δόσεις που θα αντιπροσωπεύουν το ετήσιο κόστος της επένδυσης σε €/έτος. Το ετήσιο κόστος επένδυσης είναι: $I \cdot \delta$.

4.6 ΛΟΙΠΕΣ ΣΤΑΘΕΡΕΣ ΔΑΠΑΝΕΣ

Ένα σημαντικό μέρος των ετήσιων δαπανών είναι σταθερές και ανεξάρτητες από την ποσότητα της παραγόμενης ετήσιας ενέργειας. Τέτοιες μη αναλογικές δαπάνες είναι :

- Της μισθοδοσίας του προσωπικού και των σχετικών με αυτών λοιπών δαπανών.
- Οι χρηματοοικονομικές υποχρεώσεις (τόκοι).
- Οι λοιπές σταθερές δαπάνες.

Εάν Δ σε €/έτος είναι το ύψος όλων αυτών των ετήσιων δαπανών, τότε οι ετήσιες αυτές δαπάνες των N ετών λειτουργίας της μονάδος, αναγόμενες σε παρούσα αξία στην χρονική στιγμή $t=0$ ισοδυναμούν με Δ/δ και συνεπώς το σύνολο των σταθερών δαπανών της μονάδας είναι:

$$I + \Delta/\delta \Leftrightarrow \Delta + I \cdot \delta \text{ €/έτος}$$

4.6.1 ΜΟΡΦΕΣ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΣΤΑΘΕΡΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ

Συχνά αντί του ετήσιου συνολικού κόστους $\Delta + I \cdot \delta$ σε €/έτος χρησιμοποιούμε:

- Το ωριαίο σταθερό κόστος : $f = \Delta + I \cdot \delta / T$ σε €/h, το $T=8760\text{h/έτος}$.
- Το ανά Kw καθαρής ισχύος σταθερό κόστος: $F = \Delta + I \cdot \delta / Q_{\max}$ σε €/Kw · έτος , όπου Q_{\max} = η μέγιστη καθαρή ισχύς της μονάδας.
- Το ανά Kw καθαρής ισχύος ωριαίου σταθερού κόστους: $f_c = \Delta + I \cdot \delta / Q_{\max} \cdot T$ σε €/Kw-h.

Αυτές που χρησιμοποιούνται περισσότερο είναι του ωριαίου σταθερού κόστους f και του ανά Kw ωριαίου σταθερού κόστους f_c .

4.7 ΤΟ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟ Η ΑΝΑΛΟΓΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ

Το μεταβλητό κόστος αποτελείται κυρίως από το κόστος καυσίμου αλλά και από το κόστος λιπαντικών, ανταλλακτικών, υπερωριών και λοιπών αναλογικών επιβαρύνσεων.

4.7.1 ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

Έστω g σε €/GJ, το κόστος της πρωτογενούς μορφής ενέργειας (καυσίμου) που χρησιμοποιεί η μονάδα. Επίσης n ο βαθμός απόδοσης της μονάδας. Το αναλογικό κόστος καυσίμου για την παραγωγή μίας Kwh λαμβάνοντας υπόψη ότι $1Kwh = 3,6 \cdot 10^{-3} GJ$ είναι:

$$g \cdot \frac{3,6 \cdot 10^{-3}}{n} \text{ σε €/Kwh.}$$

Μία άλλη μορφή του κόστους καυσίμου είναι : $g \cdot HR$ σε €/Kwh,

όπου $HR = \frac{3,6 \cdot 10^{-3}}{n}$ σε GJ/Kwh. HR= θερμικός συντελεστής, εκφράζει την απαιτούμενη

θερμότητα για την παραγωγή μίας κιλοβατώρας. Ο βαθμός απόδοσης και ο HR μιας θερμικής μονάδας δεν είναι απολύτως σταθερός, αλλά εξαρτάται από την παραγόμενη ισχύς Q της μονάδας. Στην πράξη μια ικανοποιητική προσέγγιση είναι

$$HR = HR_0 \left\{ 1 + w \cdot \frac{Q_{opt}}{Q} + w \cdot \frac{Q}{Q_{opt}} \right\} \quad (1) \text{ όπου}$$

Q_{opt} : βέλτιστη ισχύς

w : συντελεστής

Q : παραγόμενη ισχύς.

Η ελάχιστη τιμή προκύπτει όταν $Q = Q_{opt}$ και είναι : $HR_{\min} = HR_0 \{ 1 + 2 \cdot w \}$

Για τις περισσότερες θερμικές μονάδες η βέλτιστη ισχύς Q_{opt} είναι συνήθως πολύ κοντά στην μέγιστη ισχύ της μονάδος Q_{max} . Ενώ για $Q = Q_{min}$ η HR δεν είναι μεγαλύτερη από 1% σε σχέση με την ελάχιστη τιμή HR_{min} . Αυτό σημαίνει ότι ο συντελεστής w είναι πολύ μικρός, π.χ. $w=0.008$.

4.7.2 ΛΟΙΠΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ ΔΑΠΑΝΕΣ ΚΑΙ ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟ ΚΟΣΤΟΣ

Θεωρούμε κ σε €/Kwh τις λοιπές μεταβλητές δαπάνες λιπαντικά, αναλώσιμα, ανταλλακτικά, υπερωρίες κτλ, οπότε το συνολικό μεταβλητό κόστος της μονάδος u περιγράφεται από το μέγεθος:

$$u = \kappa + g \cdot HR \text{ σε €/Kwh (2)}$$

κ = λοιπές μεταβλητές δαπάνες

g = κόστος πρωτογενούς μορφής ενέργειας (καυσίμου)

HR = θερμικός συντελεστής

Σε συνδυασμό η σχέση (1) με την σχέση (2) μας δίνουν:

$$u = \kappa + g \cdot HR_0 \left\{ 1 + w \cdot \frac{Q_{opt}}{Q} + w \cdot \frac{Q}{Q_{opt}} \right\}$$

Από τη σχέση αυτή βλέπουμε ότι το ωριαίο μεταβλητό κόστος της μονάδος θα είναι:

$$u \cdot Q = \kappa + g \cdot HR_0 \cdot Q + w \cdot g \cdot HR_0 \cdot Q_{opt} + \frac{w \cdot g \cdot HR_0}{Q_{opt}} \cdot Q^2$$

Η παραπάνω σχέση είναι της μορφής : $u \cdot Q = \alpha \cdot Q^2 + \beta \cdot Q + \gamma$,

$$\text{Όπου } : \alpha = \frac{w \cdot g \cdot HR_0}{Q_{opt}}$$

$$\beta = \kappa + g \cdot HR_0$$

$$\gamma = w \cdot g \cdot HR_0 \cdot Q_{opt}$$

Από τις παραπάνω σχέσεις φαίνεται ότι, εάν το HR εξαρτάται από την παραγόμενη ισχύ Q , το μεταβλητό κόστος της μονάδος u θα είναι συνάρτηση του Q .

Με δεδομένο ότι ο βαθμός απόδοσης μιας μονάδος δεν μεταβάλλεται αισθητά με την ισχύ εξόδου Q μπορούμε, για μακροχρόνιους υπολογισμούς, να υποθέσουμε ότι το μεταβλητό κόστος u είναι σταθερό δηλαδή $w=0$ και συνεπώς $\alpha=\gamma=0$ και $u = \beta = \kappa + g \cdot HR_0$.

4.7.3 ΤΟ ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ

Το συνολικό ωριαίο κόστος της μονάδος όταν παράγει ισχύ Q σε Kw(=Kwh/h) θα είναι:

$$c = f + u \cdot Q \text{ σε } \text{€}/\text{h}.$$

Αυτή η σχέση δίνει το κόστος της μονάδας ανά παρεχόμενη ώρα. Εάν η μονάδα σταματήσει προσωρινά να παράγει άρα Q=0, τότε το κόστος c είναι ίσο με το ωριαίο σταθερό κόστος f . Η οριστική ή μακροχρόνια, παύση της λειτουργίας της μονάδος θα δημιουργεί κόστος μικρότερο του ωριαίου σταθερού κόστους f γιατί ένα ορισμένο τμήμα των σταθερών δαπανών που περιλαμβάνονται στο f θα μπορούν να αποφευχθούν π.χ. οι δαπάνες μισθοδοσίας του προσωπικού. Αυτή η παρατήρηση οδηγεί στο συμπέρασμα ότι το σταθερό μέρος του κόστους f μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελείται από δυο μέρη:

1. Το σταθερό αλλά αποφευγόμενο κόστος f_a
2. Το σταθερό αλλά μη αποφευγόμενο κόστος $f_{μα}$

Η διάκριση αυτή γίνεται σε περιπτώσεις όπου πρέπει να αποφασιστεί εάν η μονάδα πρέπει να συνεχίσει τη λειτουργία της ή όχι.

Κατά την ετήσια λειτουργία της μονάδας η παραγόμενη ισχύς κυμαίνεται μεταξύ 0 και Q_{\max} της μέγιστης ισχύος που παράγει, και είναι συναρτήσει του χρόνου t. Οπότε το συνολικό ετήσιο κόστος είναι:

$$K = \int_0^T f + u \cdot Q \, dt = f \cdot T + \int_0^T u \cdot Q \, dt$$

Και εάν υποθέσουμε ότι το μεταβλητό κόστος u είναι ανεξάρτητο του Q τότε :

$$\int_0^T u \cdot Q \, dt = u \int_0^T Q \, dt = u \cdot E = u \cdot Q_{\max} \cdot H$$

Όπου E= η συνολική ετήσια ενέργεια, η οποία παράχθηκε από τη μονάδα

H= ισοδύναμες ετήσιες ώρες λειτουργίας της μονάδος δηλαδή οι ώρες που θα έπρεπε συνεχώς η μονάδα να παράγει την μέγιστη της ισχύ Q_{\max} προκειμένου να επιτύχει ετήσια ενέργεια E. Εξ' άλλου είναι:

$$f \cdot T = \Delta + I \cdot \delta = F \cdot Q_{\max}$$

f = ωριαίο σταθερό κόστος

$$T = 8760\text{h}/\text{έτος}$$

$\Delta + I \cdot \delta$ = συνολικό σταθερό ετήσιο κόστος της μονάδος

F = το ανά Kw καθαρής ισχύος σταθερό κόστος

Q_{\max} = μέγιστη ισχύς που παράγει η μονάδα

Και συνεπώς το συνολικό ετήσιο κόστος θα είναι: $K = F + u \cdot H \cdot Q_{\max}$ σε €/έτος.

Και την ετήσια ανά Kw μορφή του συνολικού κόστους μιας μονάδος παραγωγής :

$\kappa = F + u \cdot H$ σε €/Kw-έτος.

Αυτά που θα χρησιμοποιηθούν περισσότερο είναι :

- Το συνολικό ωριαίο κόστος : $c = f + u \cdot Q$ σε €/h.
- Και την ετήσια ανά Kw μορφή του συνολικού κόστους μιας μονάδος παραγωγής :
 $\kappa = F + u \cdot H$ σε €/Kw-έτος.

4.8 ΧΡΗΣΙΜΟΙ ΤΥΠΟΙ

Σε αυτήν την εργασία, για τους υπολογισμούς του κόστους των μονάδων, από τους παραπάνω τύπους χρησιμοποιούνται οι εξής, ώστε να πραγματοποιηθούν οι απαραίτητη υπολογισμοί που απαιτεί η εργασία :

- Κόστος καυσίμου
- Μεταβλητό κόστος $u = \kappa + g \cdot HR$
 - Όπου, στους υπολογισμούς δεν λαμβάνονται υπόψη οι λοιπές μεταβλητές δαπάνες (κ).
 - Και επίσης, με δεδομένο ότι ο βαθμός απόδοσης μιας μονάδας δεν μεταβάλλεται αισθητά με την ισχύ εξόδου και για μακροχρόνιους λογαριασμούς υποθέτουμε ότι το μεταβλητό κόστος u είναι σταθερό, δηλαδή ότι $w=0$.
- Το ωριαίο κόστος της μονάδας $c = f + u \cdot Q$
 - Όπου, το ωριαίο σταθερό κόστος f δεν λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς.
- Το συνολικό ετήσιο κόστος $K = F + u \cdot H \cdot Q_{\max}$
 - Όπου το ανά KW καθαρής ισχύος σταθερό κόστος F δεν λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΤΩΝ RTVs ΕΠΙΚΑΛΥΨΕΩΝ ΚΑΙ ΤΟΥ ΠΛΥΣΙΜΑΤΟΣ ΤΩΝ ΜΟΝΩΤΗΡΩΝ

Όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο 2 οι μέθοδοι προστασίας κατά της ρύπανσης των μονωτήρων είναι αρκετοί και τα όρια τους κυμαίνονται ως ένα ποσοστό. Παρόλα αυτά όμως υπάρχει μία μέθοδος όπου είναι μακροβιότερη, η λύση είναι οι σιλικονούχες επικαλύψεις των μονωτήρων. Έτσι λοιπόν, σε αυτή την εργασία γίνεται μία διερεύνηση στον Α.Η.Σ. Λινοπεραμάτων για να δειχθεί το κατά πόσο αυτή η λύση είναι οικονομικότερη από την συμβατική.

Για να πραγματοποιηθεί η παραπάνω διαδικασία συνίσταται το κεφάλαιο αυτό να χωριστεί στις παρακάτω υποενότητες, όπου περαιτέρω ανάλυση δίδεται στην εκάστοτε υποενότητα:

- 1) Υπολογισμός του κόστους λειτουργίας των μονάδων
- 2) Κόστος πλυσίματος των μονωτήρων
- 3) Κόστος τοποθέτησης των RTVs
- 4) Και τέλος συμπεράσματα των δύο μεθόδων.

5.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΩΝ Α.Η.Σ. ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ

Σε αυτήν την ενότητα πραγματοποιούνται οι υπολογισμοί του κόστους λειτουργίας των μονάδων του Α.Η.Σ. Λινοπεραμάτων. Ο Α.Η.Σ. Λινοπεραμάτων αποτελείται από έξι μονάδες ατμού, πέντε μονάδες αερίου και τέσσερις μονάδες diesel. Για κάθε μονάδα ξεχωριστά υπολογίζεται το ετήσιο κόστος λειτουργίας της και το μηνιαίο κόστος λειτουργίας της, για τους μήνες Ιούλιο – Αύγουστο – Σεπτέμβριο, όπου είναι οι μήνες που λαμβάνει χώρα το πλύσιμο του Α.Η.Σ.. Για να πραγματοποιηθούν οι υπολογισμοί λαμβάνονται υπόψη τα στοιχεία που χρειάζονται από το βιβλίο της ΔΕΗ (ετήσιο δελτίο εκμετάλλευσης συστήματος Κρήτης) ακολουθώντας τα παρακάτω βήματα:

- 1) Υπολογισμός κόστους καυσίμου
- 2) Μεταβλητό κόστος της μονάδας
- 3) Υπολογισμός μέσης τιμής ισχύος μονάδας
- 4) Υπολογισμός ωριαίου κόστους
- 5) Ετήσια ανά KW μορφή του κόστους
- 6) Μηνιαία ανά KW μορφή του κόστους
- 7) Το συνολικό ετήσιο κόστος λειτουργίας της μονάδας
- 8) Το συνολικό μηνιαίο κόστος λειτουργίας της μονάδας

Για την ατμοηλεκτρική μονάδα Νο1 και την αεριοστροβιλική μονάδα Νο1 δεν παρέχονται στοιχεία στο ετήσιο δελτίο εκμετάλλευσης συστήματος Κρήτης. Για την ατμοηλεκτρική μονάδα Νο2 πραγματοποιούνται οι υπολογισμοί με την κλασική μέθοδο και οι τύποι που χρησιμοποιούνται είναι αυτοί που αναφέρονται στο κεφάλαιο 4 και ειδικότερα στην παράγραφο 4.8. Ενώ για της υπόλοιπες μονάδες οι υπολογισμοί γίνονται σε πρόγραμμα φύλλου excel.

Στο πρόγραμμα φύλλου excel ακολουθείται η διαδικασία των βημάτων όπως αναφέρεται παραπάνω, και επίσης για τους υπολογισμούς χρησιμοποιούνται οι τύποι που αναφέρονται στο κεφάλαιο 4 και ειδικότερα στην παράγραφο 4.8.

ΑΤΜΟΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΑ

ΑΤΜΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ Νο1:

Για την ατμοηλεκτρική μονάδα Νο1 δεν παρέχονται στοιχεία στο ετήσιο δελτίο εκμετάλλευσης συστήματος Κρήτης.

ΑΤΜΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ Νο2:

Βήμα 1^ο Υπολογισμός κόστους καυσίμου

Με βάση το βιβλίο της ΔΕΗ (ετήσιο δελτίο εκμετάλλευσης συστήματος Κρήτης) για το έτος 2009 πραγματοποιούνται όλοι οι υπολογισμοί.

Η μέση τιμή μαζούτ για το 2009 είναι : 308,92 €/tn

Η κατανάλωση καυσίμου (μαζούτ) της μονάδας το 2009 είναι : 25.868,6tn

Η καθαρή παραγωγή της μονάδας σε μαζούτ για το 2009 είναι : 74.983,7MWh

Το κόστος καυσίμου σε € είναι :

$$k = \frac{308,92 \text{ €} * 25.868,6tn}{1tn} \Rightarrow k = 7.991.327,91 \text{ €}$$

Βήμα 2^ο Μεταβλητό κόστος της μονάδας

Το μεταβλητό κόστος της μονάδας είναι : $u = k + g * HR$, όπου το κ (λοιπές μεταβλητές δαπάνες) δεν λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς.

$$u = \frac{7.991.327,912 \text{ €}}{74.983.700KWh} \Rightarrow u = 0,107 \text{ €/KWh}$$

Δηλαδή, για την παραγωγή 1 KWh το κόστος της μονάδας είναι 0,107€.

Βήμα 3^ο Υπολογισμός μέσης τιμής ισχύος μονάδας

Καθαρή ικανότητα της μονάδας (max): 14,3MW= 14.300KW

Τεχνικό ελάχιστο της μονάδας (min) : 7MW =7.000KW

Μέση τιμή ισχύος της μονάδας :

$$averag = \frac{14.300KW + 7.000KW}{2} \Rightarrow averag = 10.650KW$$

Βήμα 4^ο Υπολογισμός ωριαίου κόστους

Εγκατεστημένη ισχύ της μονάδας: 15MW = 15.000KW

Το συνολικό ωριαίο κόστος της μονάδας όταν παράγει ισχύ Q σε KW είναι: $c = f + u * Q$
όπου το f (ωριαίο σταθερό κόστος) δεν λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς.

4α Ωριαίο _ κόστος _ εγκατεστημένης _ ισχύος

$$c = u * Q_{εγκ} \Rightarrow c = 0,107 \text{ €/KWh} * 15,000 \text{ KW} \Rightarrow c = 1.598,61 \text{ €/h}$$

Το κόστος λειτουργίας της μονάδας για να παράγει 15000KW για μια ώρα είναι 1590€.

4β Ωριαίο _ κόστος _ ελάχιστης _ ισχύος

$$c = u * Q_{\min} \Rightarrow c = 0,10 \text{ €/KWh} * 7.000 \text{ KW} \Rightarrow c = 746,02 \text{ €/h}$$

4γ Ωριαίο _ κόστος _ μέγιστης _ ισχύος

$$c = u * Q_{\max} \Rightarrow c = 0,107 \text{ €/KWh} * 14.300 \text{ KW} \Rightarrow c = 1.524,01 \text{ €/h}$$

4δ Ωριαίο _ κόστος _ μέσης _ τιμής _ ισχύος

$$c = u * Q_{\text{aver}} \Rightarrow c = 0,107 \text{ €/KWh} * 10.650 \text{ KW} \Rightarrow c = 1.135,02 \text{ €/h}$$

Βήμα 5° Ετήσια ανά KW μορφή του κόστους

Η ετήσια ανά KW μορφή του κόστους δίνεται από τον τύπο: $k = F + u * H$ σε
€/KW – έτος, όπου το F (το ανά KW καθαρής ισχύος σταθερό κόστος) δεν λαμβάνεται
υπόψη στους υπολογισμούς, και το H είναι οι ετήσιες ώρες λειτουργίας της μονάδας.

Διαθεσιμότητα της μονάδας 82,34%

Ώρες λειτουργίας της μονάδας :

$$H = 31 \text{ ημέρες} * 24 \text{ h} * 0,8234 \Rightarrow H = 612,64 \text{ h μήνας}$$

$$H = 613 \text{ h} * 12 \text{ μήνες} \Rightarrow H = 7.351,32 \text{ h – έτος}$$

Η ετήσια ανά KW μορφή του κόστους είναι:

$$k = 0,107 \text{ €/KWh} * 7.351,32 \text{ h – έτος} \Rightarrow k = 783,46 \text{ €/KW – έτος}$$

Βήμα 6° Μηνιαία ανά KW μορφή του κόστους

Για τους μήνες Ιούλιο-Αύγουστο-Σεπτέμβριο που είναι οι μήνες πλυσίματος έχουμε:

Μηνιαία ανά KW μορφή του κόστους : $k_{\text{μηνιας}} = u * H$ σε €/KW

Ώρες λειτουργίας της μονάδας :

(6^α) Ιούλιος :

$$H = 31 \text{ ημέρες} * 24h * 0,8234 \Rightarrow H = 612,61h \text{ μήνας}$$

$$k_{\text{Ιουλιος}} = 0,106 \text{ €/KWh} * 612,61h \Rightarrow k_{\text{Ιουλιος}} = 65,29 \text{ €/KW}$$

(6β) Αύγουστος:

Ομοίως και για τον Αύγουστο το $k_{\text{Αυγουστος}} = 65,29 \text{ €/KW}$ διότι έχει 31 ημέρες ο μήνας.

(6γ) Σεπτέμβριος :

$$H = 30 \text{ ημέρες} * 24h * 0,8234 \Rightarrow H = 592,85h$$

$$k_{\text{Σεπτεμβριος}} = 0,106 \text{ €/KWh} * 592,85h \Rightarrow k_{\text{Σεπτεμβριος}} = 63,18 \text{ €/KW}$$

Βήμα 7^ο Το συνολικό ετήσιο κόστος λειτουργίας της μονάδας

Το συνολικό ετήσιο κόστος λειτουργίας της μονάδας δίνεται από τον τύπο:

$$K = u * H * Q_{\text{max}}$$

$$K = u * H * Q_{\text{max}} \Rightarrow K = 0,107 \text{ € /KWh} * 7.351,32h * 14.300 \text{ KW} \Rightarrow$$

$$K = 11.203.485,77 \text{ €}$$

Βήμα 8^ο Το συνολικό μηνιαίο κόστος λειτουργίας της μονάδας

Το συνολικό μηνιαίο κόστος λειτουργίας της μονάδας, για τους μήνες Ιούλιο, Αύγουστο και Σεπτέμβριο είναι:

(8α) ΙΟΥΛΙΟΣ:

$$K_{\text{ΙΟΥΛ}} = u * H * Q_{\text{max}} \Rightarrow K = 0,107 \text{ € /KWh} * 612,61h * 14.300 \text{ KW} \Rightarrow$$

$$K = 933.623,81 \text{ €}$$

(8β) ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ:

$$K_{\text{ΑΥΓ}} = u * H * Q_{\text{max}} \Rightarrow K = 0,107 \text{ € /KWh} * 612,61h * 14.300 \text{ KW} \Rightarrow$$

$$K = 933.623,81 \text{ €}$$

(8γ) ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ:

$$K_{\text{ΣΕΠΤ}} = u * H * Q_{\text{max}} \Rightarrow K = 0,107 \text{ € /KWh} * 592,85h * 14.300 \text{ KW} \Rightarrow$$

$$K = 903.506,92 \text{ €}$$

ΑΤΜΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ Νο3:

Βήμα 1^ο - Βήμα 2^ο - Βήμα 3: Υπολογισμός κόστους καυσίμου - Μεταβλητό κόστος της μονάδας - Υπολογισμός μέσης τιμής ισχύος μονάδας.

ΒΗΜΑ 1 ^ο : ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ		
Μέση τιμή μαζούτ:	308,92	€/tn
Κατανάλωση μαζούτ:	27.996,20	tn
ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ (k)=	8.648.586,10	€
ΒΗΜΑ 2 ^ο : ΜΕΤΑΒΛΗΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ		
$u = \delta + g * HR \Rightarrow u = \frac{k}{\text{καθαρή_παραγωγή}} \text{ [€/KWh]}$		
Καθαρή παραγωγή μονάδας:	81.086,30	MWh
ΜΕΤΑΒΛΗΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (u)=	0,107	€/KWh
ΒΗΜΑ 3 ^ο : ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΙΣΧΥΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ		
Καθαρή ικανότητα της μονάδας (Q _{max}):	14.300,00	KW
Τεχνικό ελάχιστο της μονάδας (Q _{min}):	7.000,00	KW
AVERAGE=	10650,00	KW

Βήμα 4^ο Υπολογισμός ωριαίου κόστους

ΒΗΜΑ 4α: ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗΣ ΙΣΧΥΟΣ		
$c_{εγκ} = f + u * Q_{εγκ} \Rightarrow c_{εγκ} = 0 + u * Q_{εγκ} \text{ [€/h]}$		
Εγκατεστημένη ισχύ της μονάδας (Q _{εγκ}):	15000,00	KW
ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΟ ΩΡΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ (C_{εγκ})=	1599,89	€/h
ΒΗΜΑ 4β: ΚΟΣΤΟΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ		
$c_{max} = f + u * Q_{max} \Rightarrow c = 0 + u * Q_{max} \text{ [€/h]}$		
ΜΕΓΙΣΤΟ ΩΡΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ (C_{max})=	1525,22	€/h
ΒΗΜΑ 4γ: ΚΟΣΤΟΣ ΕΛΑΧΙΣΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ		
$c_{min} = f + u * Q_{min} \Rightarrow c = 0 + u * Q_{min} \text{ [€/h]}$		
ΕΛΑΧΙΣΤΟ ΩΡΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ (C_{min})=	746,61	€/h
ΒΗΜΑ 4δ: ΚΟΣΤΟΣ ΜΕΣΗΣ ΤΙΜΗΣ ΙΣΧΥΟΣ		
$c_{aver} = f + u * Q_{aver} \Rightarrow c = 0 + u * Q_{aver} \text{ [€/h]}$		
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΩΡΙΑΙΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ (C_{aver})=	1135,92	€/h

Βήμα 5^ο Ετήσια ανά KW μορφή του κόστους

ΒΗΜΑ 5: ΕΤΗΣΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ		
$k = F + u * H \Rightarrow k = 0 + u * H [\text{€} / \text{KW} - \text{έτος}]$		
Διαθεσιμότητα της μονάδας:	84,78	%
Ημέρες / μήνα	31	-
Ώρες / ημέρα	24	h
ΕΤΗΣΙΕΣ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (H)=	7569,16	h-έτος
ΕΤΗΣΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (k)=	807,32	€/KW-έτος

Βήμα 6^ο Μηνιαία ανά KW μορφή του κόστους

ΒΗΜΑ 6α: ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (ΙΟΥΛΙΟΣ)		
$k_{\text{Ιουλιου}} = F + u * H_{\text{Ιουλιου}} \Rightarrow k_{\text{Ιουλιου}} = 0 + u * H_{\text{Ιουλιου}} [\text{€} / \text{KW}]$		
Διαθεσιμότητα της μονάδας:	84,78	%
Ημέρες / μήνα	31	-
Ώρες / ημέρα	24	h
ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (H _{Ιουλιου})=	630,76	h-έτος
ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (k _{Ιουλιου})=	67,28	€/KW
ΒΗΜΑ 6β: ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ)		
$k_{\text{Αυγουστου}} = F + u * H_{\text{Αυγουστου}} \Rightarrow k_{\text{Αυγουστου}} = 0 + u * H_{\text{Αυγουστου}} [\text{€} / \text{KW}]$		
Διαθεσιμότητα της μονάδας:	84,78	%
Ημέρες / μήνα	31	-
Ώρες / ημέρα	24	h
ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (H _{Αυγου})=	630,76	h-έτος
ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (k _{Αυγου})=	67,28	€/KW
ΒΗΜΑ 6γ: ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ)		
$k_{\text{Σεπτεμβριου}} = F + u * H_{\text{Σεπτεμβριου}} \Rightarrow k_{\text{Σεπτεμβριου}} = 0 + u * H_{\text{Σεπτεμβριου}} [\text{€} / \text{KW}]$		
Διαθεσιμότητα της μονάδας:	84,78	%
Ημέρες / μήνα	30	-
Ώρες / ημέρα	24	h
ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (H _{Σεπτ})=	610,42	h-έτος
ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (k _{Σεπτ})=	65,11	€/KW

Βήμα 7° Το συνολικό ετήσιο κόστος λειτουργίας της μονάδας

ΒΗΜΑ 7°: ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΤΗΣΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ		
$K = u * H * Q_{max} [€]$		
ΕΤΗΣΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (K)=	11.544.663,03	€

Βήμα 8° Το συνολικό μηνιαίο κόστος λειτουργίας της μονάδας

ΒΗΜΑ 8α: ΜΗΝΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (ΙΟΥΛΙΟΣ)		
$K_{ΙΟΥΛ} = u * H * Q_{max} [€]$		
ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΙΟΥΛΙΟΥ (K _{Ιουλ})=	962.055,25	€
ΒΗΜΑ 8β: ΜΗΝΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ)		
$K_{ΑΥΓΟΥΣΤ} = u * H * Q_{max} [€]$		
ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ (K _{Αυγ})=	962.055,25	€
ΒΗΜΑ 8γ: ΜΗΝΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ)		
$K_{ΣΕΠΤΕΜ} = u * H * Q_{max} [€]$		
ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ (K _{Σεπτ})=	931.021,21	€

ΑΤΜΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ Νο4:

Βήμα 1° - Βήμα 2° - Βήμα 3: Υπολογισμός κόστους καυσίμου - Μεταβλητό κόστος της μονάδας - Υπολογισμός μέσης τιμής ισχύος μονάδας.

ΒΗΜΑ 1°: ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ		
Μέση τιμή μαζούτ:	308,92	€/tn
Κατανάλωση μαζούτ:	47.448,90	tn
ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ (k)=	14.657.914,19	€
ΒΗΜΑ 2°: ΜΕΤΑΒΛΗΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ		
$u = \delta + g * HR \Rightarrow u = \frac{k}{καθαρή _ παραγωγή} [€ / KWh]$		
Καθαρή παραγωγή μονάδας:	144.009,80	MWh
ΜΕΤΑΒΛΗΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (u)=	0,102	€/KWh
ΒΗΜΑ 3°: ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΙΣΧΥΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ		
Καθαρή ικανότητα της μονάδας (Q _{max}):	23.500,00	KW
Τεχνικό ελάχιστο της μονάδας (Q _{min}):	12.000,00	KW
AVERAGE=	17750,00	KW

Βήμα 4^ο Υπολογισμός ωριαίου κόστους

ΒΗΜΑ 4α: ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗΣ ΙΣΧΥΟΣ		
$c_{εγκ} = f + u * Q_{εγκ} \Rightarrow c_{εγκ} = 0 + u * Q_{εγκ} [€/h]$		
Εγκατεστημένη ισχύ της μονάδας ($Q_{εγκ}$):	25.000,00	KW
ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΟ ΩΡΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ($C_{εγκ}$)=	2544,60	€/h
ΒΗΜΑ 4β: ΚΟΣΤΟΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ		
$c_{max} = f + u * Q_{max} \Rightarrow c = 0 + u * Q_{max} [€/h]$		
ΜΕΓΙΣΤΟ ΩΡΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ (C_{max})=	2391,93	€/h
ΒΗΜΑ 4γ: ΚΟΣΤΟΣ ΕΛΑΧΙΣΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ		
$c_{min} = f + u * Q_{min} \Rightarrow c = 0 + u * Q_{min} [€/h]$		
ΕΛΑΧΙΣΤΟ ΩΡΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ (C_{min})=	1221,41	€/h
ΒΗΜΑ 4δ: ΚΟΣΤΟΣ ΜΕΣΗΣ ΤΙΜΗΣ ΙΣΧΥΟΣ		
$c_{aver} = f + u * Q_{aver} \Rightarrow c = 0 + u * Q_{aver} [€/h]$		
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΩΡΙΑΙΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ (C_{aver})=	1806,67	€/h

Βήμα 5^ο Ετήσια ανά KW μορφή του κόστους

ΒΗΜΑ 5: ΕΤΗΣΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ		
$k = F + u * H \Rightarrow k = 0 + u * H [€/KW-έτος]$		
Διαθεσιμότητα της μονάδας:	85,41	%
Ημέρες / μήνα	31	-
Ώρες / ημέρα	24	h
ΕΤΗΣΙΕΣ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (H)=	7625,40	h-έτος
ΕΤΗΣΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (k)=	776,15	€/KW-έτος

Βήμα 6^ο Μηνιαία ανά KW μορφή του κόστους

ΒΗΜΑ 6α: ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (ΙΟΥΛΙΟΣ)		
$k_{\text{ΙΟΥΛΙΟΣ}} = F + u * H_{\text{ΙΟΥΛΙΟΣ}} \Rightarrow k_{\text{ΙΟΥΛΙΟΣ}} = 0 + u * H_{\text{ΙΟΥΛΙΟΣ}} \text{ [€/KW]}$		
Διαθεσιμότητα της μονάδας:	85,41	%
Ημέρες / μήνα	31	-
Ώρες / ημέρα	24	h
ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (H _{ΙΟΥΛ})=	635,45	h-έτος
ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (k _{ΙΟΥΛ})=	64,68	€/KW
ΒΗΜΑ 6β: ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ)		
$k_{\text{ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ}} = F + u * H_{\text{ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ}} \Rightarrow k_{\text{ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ}} = 0 + u * H_{\text{ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ}} \text{ [€/KW]}$		
Διαθεσιμότητα της μονάδας:	85,41	%
Ημέρες / μήνα	31	-
Ώρες / ημέρα	24	h
ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (H _{ΑΥΓ})=	635,45	h-έτος
ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (k _{ΑΥΓ})=	64,68	€/KW
ΒΗΜΑ 6γ: ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ)		
$k_{\text{ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ}} = F + u * H_{\text{ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ}} \Rightarrow k_{\text{ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ}} = 0 + u * H_{\text{ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ}} \text{ [€/KW]}$		
Διαθεσιμότητα της μονάδας:	85,41	%
Ημέρες / μήνα	30	-
Ώρες / ημέρα	24	h
ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (H _{ΣΕΠΤ})=	614,95	h-έτος
ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (k _{ΣΕΠΤ})=	62,59	€/KW

Βήμα 7^ο Το συνολικό ετήσιο κόστος λειτουργίας της μονάδας

ΒΗΜΑ 7 ^ο : ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΤΗΣΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ		
$K = u * H * Q_{\text{max}} \text{ [€]}$		
ΕΤΗΣΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (K)=	18.239.414,51	€

Βήμα 8° Το συνολικό μηνιαίο κόστος λειτουργίας της μονάδας

ΒΗΜΑ 8α: ΜΗΝΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (ΙΟΥΛΙΟΣ)		
$K_{\text{ΙΟΥΛ}} = u * H * Q_{\text{max}} \text{ [€]}$		
ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΙΟΥΛΙΟΥ ($K_{\text{ΙΟΥΛ}}$)=	1.519.951,21	€
ΒΗΜΑ 8β: ΜΗΝΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ)		
$K_{\text{ΑΥΓΟΥΣΤ}} = u * H * Q_{\text{max}} \text{ [€]}$		
ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ ($K_{\text{ΑΥΓ}}$)=	1.519.951,21	€
ΒΗΜΑ 8γ: ΜΗΝΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ)		
$K_{\text{ΣΕΠΤΕΜ}} = u * H * Q_{\text{max}} \text{ [€]}$		
ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ ($K_{\text{ΣΕΠΤ}}$)=	1.470.920,53	€

ΑΤΜΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ Νο5:

Βήμα 1° - Βήμα 2° - Βήμα 3°: Υπολογισμός κόστους καυσίμου - Μεταβλητό κόστος της μονάδας - Υπολογισμός μέσης τιμής ισχύος μονάδας.

ΒΗΜΑ 1°: ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ		
Μέση τιμή μαζούτ:	308,92	€/tn
Κατανάλωση μαζούτ:	43.555,10	tn
ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ (k)=	13.455.041,49	€
ΒΗΜΑ 2°: ΜΕΤΑΒΛΗΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ		
$u = \delta + g * HR \Rightarrow u = \frac{k}{\text{καθαρή_παραγωγή}} \text{ [€/KWh]}$		
Καθαρή παραγωγή μονάδας:	143.122,10	MWh
ΜΕΤΑΒΛΗΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (u)=	0,094	€/KWh
ΒΗΜΑ 3°: ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΙΣΧΥΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ		
Καθαρή ικανότητα της μονάδας (Q_{max}):	23.500,00	KW
Τεχνικό ελάχιστο της μονάδας (Q_{min}):	16.000,00	KW
AVERAGE=	19750,00	KW

Βήμα 4^ο Υπολογισμός ωριαίου κόστους

ΒΗΜΑ 4α: ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗΣ ΙΣΧΥΟΣ		
$c_{εγκ} = f + u * Q_{εγκ} \Rightarrow c_{εγκ} = 0 + u * Q_{εγκ} [\text{€} / \text{h}]$		
Εγκατεστημένη ισχύ της μονάδας ($Q_{εγκ}$):	25.000,00	KW
ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΟ ΩΡΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ($C_{εγκ}$)=	2350,27	€/h
ΒΗΜΑ 4β: ΚΟΣΤΟΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ		
$c_{max} = f + u * Q_{max} \Rightarrow c = 0 + u * Q_{max} [\text{€} / \text{h}]$		
ΜΕΓΙΣΤΟ ΩΡΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ (C_{max})=	2209,26	€/h
ΒΗΜΑ 4γ: ΚΟΣΤΟΣ ΕΛΑΧΙΣΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ		
$c_{min} = f + u * Q_{min} \Rightarrow c = 0 + u * Q_{min} [\text{€} / \text{h}]$		
ΕΛΑΧΙΣΤΟ ΩΡΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ (C_{min})=	1504,17	€/h
ΒΗΜΑ 4δ: ΚΟΣΤΟΣ ΜΕΣΗΣ ΤΙΜΗΣ ΙΣΧΥΟΣ		
$c_{aver} = f + u * Q_{aver} \Rightarrow c = 0 + u * Q_{aver} [\text{€} / \text{h}]$		
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΩΡΙΑΙΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ (C_{aver})=	1856,72	€/h

Βήμα 5^ο Ετήσια ανά KW μορφή του κόστους

ΒΗΜΑ 5: ΕΤΗΣΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ		
$k = F + u * H \Rightarrow k = 0 + u * H [\text{€} / \text{KW} - \text{έτος}]$		
Διαθεσιμότητα της μονάδας:	90,82	%
Ημέρες / μήνα	31	-
Ώρες / ημέρα	24	h
ΕΤΗΣΙΕΣ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (H)=	8108,41	h-έτος
ΕΤΗΣΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (k)=	762,28	€/KW-έτος

Βήμα 6^ο Μηνιαία ανά KW μορφή του κόστους

ΒΗΜΑ 6α: ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (ΙΟΥΛΙΟΣ)		
$k_{\text{Ιουλιος}} = F + u * H_{\text{Ιουλιος}} \Rightarrow k_{\text{Ιουλιος}} = 0 + u * H_{\text{Ιουλιος}} \text{ [€/KW]}$		
Διαθεσιμότητα της μονάδας:	90,82	%
Ημέρες / μήνα	31	-
Ώρες / ημέρα	24	h
ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΏΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (H _{Ιουλι})=	675,70	h-έτος
ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (k _{Ιουλι})=	63,52	€/KW
ΒΗΜΑ 6β: ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ)		
$k_{\text{Αυγουστος}} = F + u * H_{\text{Αυγουστος}} \Rightarrow k_{\text{Αυγουστος}} = 0 + u * H_{\text{Αυγουστος}} \text{ [€/KW]}$		
Διαθεσιμότητα της μονάδας:	90,82	%
Ημέρες / μήνα	31	-
Ώρες / ημέρα	24	h
ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΏΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (H _{Αυγ})=	675,70	h-έτος
ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (k _{Αυγ})=	63,52	€/KW
ΒΗΜΑ 6γ: ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ)		
$k_{\text{Σεπτεμβριος}} = F + u * H_{\text{Σεπτεμβριος}} \Rightarrow k_{\text{Σεπτεμβριος}} = 0 + u * H_{\text{Σεπτεμβριος}} \text{ [€/KW]}$		
Διαθεσιμότητα της μονάδας:	90,82	%
Ημέρες / μήνα	30	-
Ώρες / ημέρα	24	h
ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΏΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (H _{Σεπτ})=	653,90	h-έτος
ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (k _{Σεπτ})=	61,47	€/KW

Βήμα 7^ο Το συνολικό ετήσιο κόστος λειτουργίας της μονάδας

ΒΗΜΑ 7 ^ο : ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΤΗΣΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ		
$K = u * H * Q_{\text{max}} \text{ [€]}$		
ΕΤΗΣΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (K)=	17.913.559,18	€

Βήμα 8° Το συνολικό μηνιαίο κόστος λειτουργίας της μονάδας

ΒΗΜΑ 8α: ΜΗΝΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (ΙΟΥΛΙΟΣ)		
$K_{\text{ΙΟΥΛ}} = u * H * Q_{\text{max}} \text{ [€]}$		
ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΙΟΥΛΙΟΥ ($K_{\text{ΙΟΥΛ}}$)=	1.492.796,60	€
ΒΗΜΑ 8β: ΜΗΝΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ)		
$K_{\text{ΑΥΓΟΥΣΤ}} = u * H * Q_{\text{max}} \text{ [€]}$		
ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ ($K_{\text{ΑΥΓ}}$)=	1.492.796,60	€
ΒΗΜΑ 8γ: ΜΗΝΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ)		
$K_{\text{ΣΕΠΤΕΜ}} = u * H * Q_{\text{max}} \text{ [€]}$		
ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ ($K_{\text{ΣΕΠΤ}}$)=	1.444.641,87	€

ΑΤΜΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ Νο6:

Βήμα 1° - Βήμα 2° - Βήμα 3°: Υπολογισμός κόστους καυσίμου - Μεταβλητό κόστος της μονάδας - Υπολογισμός μέσης τιμής ισχύος μονάδας.

ΒΗΜΑ 1°: ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ		
Μέση τιμή μαζούτ:	308,92	€/tn
Κατανάλωση μαζούτ:	47.203,70	tn
ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ (k)=	14.582.167,00	€
ΒΗΜΑ 2°: ΜΕΤΑΒΛΗΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ		
$u = \delta + g * HR \Rightarrow u = \frac{k}{\text{καθαρή_παραγωγή}} \text{ [€ / KWh]}$		
Καθαρή παραγωγή μονάδας:	160.194,00	MWh
ΜΕΤΑΒΛΗΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (u)=	0,091	€/KWh
ΒΗΜΑ 3°: ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΙΣΧΥΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ		
Καθαρή ικανότητα της μονάδας (Q_{max}):	23.500,00	KW
Τεχνικό ελάχιστο της μονάδας (Q_{min}):	16.000,00	KW
AVERAGE=	19750,00	KW

Βήμα 4^ο Υπολογισμός ωριαίου κόστους

ΒΗΜΑ 4α: ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗΣ ΙΣΧΥΟΣ		
$c_{εγκ} = f + u * Q_{εγκ} \Rightarrow c_{εγκ} = 0 + u * Q_{εγκ} \text{ [€ / h]}$		
Εγκατεστημένη ισχύ της μονάδας ($Q_{εγκ}$):	25.000,00	KW
ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΟ ΩΡΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ($C_{εγκ}$)=	2275,70	€/h
ΒΗΜΑ 4β: ΚΟΣΤΟΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ		
$c_{max} = f + u * Q_{max} \Rightarrow c = 0 + u * Q_{max} \text{ [€ / h]}$		
ΜΕΓΙΣΤΟ ΩΡΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ (C_{max})=	2139,16	€/h
ΒΗΜΑ 4γ: ΚΟΣΤΟΣ ΕΛΑΧΙΣΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ		
$c_{min} = f + u * Q_{min} \Rightarrow c = 0 + u * Q_{min} \text{ [€ / h]}$		
ΕΛΑΧΙΣΤΟ ΩΡΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ (C_{min})=	1456,45	€/h
ΒΗΜΑ 4δ: ΚΟΣΤΟΣ ΜΕΣΗΣ ΤΙΜΗΣ ΙΣΧΥΟΣ		
$c_{aver} = f + u * Q_{aver} \Rightarrow c = 0 + u * Q_{aver} \text{ [€ / h]}$		
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΩΡΙΑΙΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ (C_{aver})=	1797,81	€/h

Βήμα 5^ο Ετήσια ανά KW μορφή του κόστους

ΒΗΜΑ 5: ΕΤΗΣΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ		
$k = F + u * H \Rightarrow k = 0 + u * H \text{ [€ / KW - έτος]}$		
Διαθεσιμότητα της μονάδας:	93,54	%
Ημέρες / μήνα	31	-
Ώρες / ημέρα	24	h
ΕΤΗΣΙΕΣ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (H)=	8351,25	h-έτος
ΕΤΗΣΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (k)=	760,20	€/KW-έτος

Βήμα 6^ο Μηνιαία ανά KW μορφή του κόστους

ΒΗΜΑ 6α: ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (ΙΟΥΛΙΟΣ)		
$k_{\text{ΙΟΥΛΙΟΣ}} = F + u * H_{\text{ΙΟΥΛΙΟΣ}} \Rightarrow k_{\text{ΙΟΥΛΙΟΣ}} = 0 + u * H_{\text{ΙΟΥΛΙΟΣ}} \text{ [€/KW]}$		
Διαθεσιμότητα της μονάδας:	93,54	%
Ημέρες / μήνα	31	-
Ώρες / ημέρα	24	h
ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (H _{ΙΟΥΛ})=	695,94	h-έτος
ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (k _{ΙΟΥΛ})=	63,35	€/KW
ΒΗΜΑ 6β: ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ)		
$k_{\text{ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ}} = F + u * H_{\text{ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ}} \Rightarrow k_{\text{ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ}} = 0 + u * H_{\text{ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ}} \text{ [€/KW]}$		
Διαθεσιμότητα της μονάδας:	93,54	%
Ημέρες / μήνα	31	-
Ώρες / ημέρα	24	h
ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (H _{ΑΥΓ})=	695,94	h-έτος
ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (k _{ΑΥΓ})=	63,35	€/KW
ΒΗΜΑ 6γ: ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ)		
$k_{\text{ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ}} = F + u * H_{\text{ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ}} \Rightarrow k_{\text{ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ}} = 0 + u * H_{\text{ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ}} \text{ [€/KW]}$		
Διαθεσιμότητα της μονάδας:	93,54	%
Ημέρες / μήνα	30	-
Ώρες / ημέρα	24	h
ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (H _{ΣΕΠΤ})=	673,49	h-έτος
ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (k _{ΣΕΠΤ})=	61,31	€/KW

Βήμα 7^ο Το συνολικό ετήσιο κόστος λειτουργίας της μονάδας

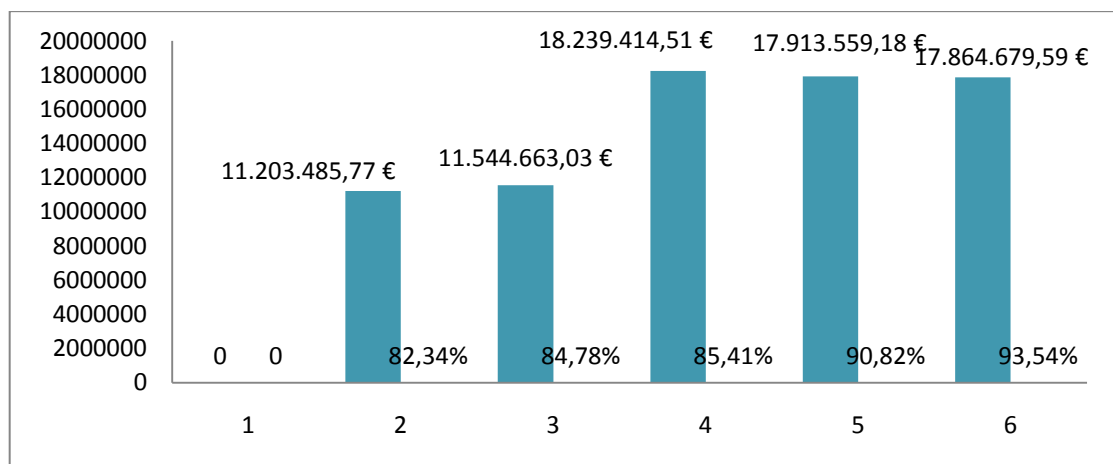
ΒΗΜΑ 7 ^ο : ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΤΗΣΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ		
$K = u * H * Q_{\text{max}} \text{ [€]}$		
ΕΤΗΣΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (K)=	17.864.679,59	€

Βήμα 8^ο Το συνολικό μηνιαίο κόστος λειτουργίας της μονάδας

ΒΗΜΑ 8α: ΜΗΝΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (ΙΟΥΛΙΟΣ)		
$K_{\text{ΙΟΥΛ}} = u * H * Q_{\text{max}} \text{ [€]}$		
ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΙΟΥΛΙΟΥ ($K_{\text{Ιουλι}}$)=	1.488.723,30	€
ΒΗΜΑ 8β: ΜΗΝΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ)		
$K_{\text{ΑΥΓΟΥΣΤ}} = u * H * Q_{\text{max}} \text{ [€]}$		
ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ ($K_{\text{Αυγ}}$)=	1.488.723,30	€
ΒΗΜΑ 8γ: ΜΗΝΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ)		
$K_{\text{ΣΕΠΤΕΜ}} = u * H * Q_{\text{max}} \text{ [€]}$		
ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ ($K_{\text{Σεπτ}}$)=	1.440.699,97	€

Πίνακας 5.1.6: Ετήσιο κόστος λειτουργίας, ετήσιες ώρες λειτουργίας και ετήσιες διαθεσιμότητες ατμομονάδων

Είδος μονάδας	Μεταβλητό κόστος [€/kWh]	Κόστος καυσίμου [€]	Μέγιστη ισχύς [kW]	Ετήσιο κόστος λειτουργίας	Ετήσιες ώρες λειτουργίας	Ετήσια διαθεσιμότητα μονάδας
ATM1	-	-	-	-	-	-
ATM2	0,107	7.991.327,91	14.300	11.203.485,77€	7531,32h	82,34%
ATM3	0,107	8.648.586,10	14.300	11.544.663,03€	7569,16h	84,78%
ATM4	0,102	14.657.914,19	23.500	18.239.414,51€	7625,40h	85,41%
ATM5	0,094	13.455.041,49	23.500	17.913.559,18€	8108,41h	90,82%
ATM6	0,091	14.582.167	23.500	17.864.679,59€	8351,25h	93,54%
ΣΥΝΟΛΟ				58.901.122,49€		



Γράφημα 5.1.1: Ετήσιο κόστος λειτουργίας –διαθεσιμότητας ατμομονάδων

Από τον παραπάνω πίνακα και το γράφημα, παρατηρούμε ότι το κόστος λειτουργίας της ατμομονάδας 4 είναι υψηλότερο από των υπολοίπων, διότι έχει υψηλότερο κόστος

καυσίμου και μέγιστη ισχύ. Ενώ την υψηλότερη διαθεσιμότητα την έχει η μονάδα 6 με ποσοστό 93,54%.

Εδώ να τονιστούν δύο πράγματα:

1. Το κόστος λειτουργίας της μονάδας είναι συνάρτηση του μεταβλητού κόστους (το οποίο με την σειρά του είναι συνάρτηση του κόστους καυσίμου), των ωρών λειτουργίας και της μέγιστης ισχύος της μονάδας.
2. Το ποσοστό της μη διαθεσιμότητας της κάθε μονάδας είναι συνάρτηση τριών παραγόντων που μπορεί να προκύψουν στις μονάδες, οι οποίες είναι:
 - a) Ανωμαλίες που μπορεί να συμβούν εσωτερικά στη μονάδα, όπως βραχυκυκλώματα στα ηλεκτρικά μέρη κ.τ.λ.
 - b) Να βγει εκτός συστήματος η μονάδα λόγω συντήρησης που είναι απαραίτητη για την σωστή λειτουργία.
 - c) Και τέλος, μη επίτευξης του ονομαστικού φορτίου από την μονάδα λόγω ρύπανσης.

ΑΕΡΙΟΣΤΡΟΒΙΛΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΑ

ΜΟΝΑΔΑ ΑΕΡΙΟΣΤΡΟΒΙΛΟΥ Νο1:

Για την ατμοηλεκτρική μονάδα Νο1 δεν παρέχονται στοιχεία στο ετήσιο δελτίο εκμετάλλευσης συστήματος Κρήτης.

ΜΟΝΑΔΑ ΑΕΡΙΟΣΤΡΟΒΙΛΟΥ Νο2:

Βήμα 1^ο - Βήμα 2^ο - Βήμα 3: Υπολογισμός κόστους καυσίμου - Μεταβλητό κόστος της μονάδας - Υπολογισμός μέσης τιμής ισχύος μονάδας.

ΒΗΜΑ 1 ^ο : ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ		
Μέση τιμή diesel:	472,27	€/klt
Κατανάλωση diesel:	91,70	klt
ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ (k)=	43307,16	€
ΒΗΜΑ 2 ^ο : ΜΕΤΑΒΛΗΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ		
$u = \delta + g * HR \Rightarrow u = \frac{k}{\text{καθαρή_παραγωγή}} [\text{€ / KWh}]$		
Καθαρή παραγωγή μονάδας:	125,20	MWh
ΜΕΤΑΒΛΗΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (u)=	0,346	€/KWh
ΒΗΜΑ 3 ^ο : ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΙΣΧΥΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ		
Καθαρή ικανότητα της μονάδας (Q_{\max}):	16.000,00	KW
Τεχνικό ελάχιστο της μονάδας (Q_{\min}):	3.000,00	KW
AVERAGE=	9500,00	KW

Βήμα 4^ο Υπολογισμός ωριαίου κόστους

ΒΗΜΑ 4α: ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗΣ ΙΣΧΥΟΣ		
$c_{εγκ} = f + u * Q_{εγκ} \Rightarrow c_{εγκ} = 0 + u * Q_{εγκ} [€ / h]$		
Εγκατεστημένη ισχύ της μονάδας ($Q_{εγκ}$):	16.200,00	KW
ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΟ ΩΡΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ($C_{εγκ}$)=	5603,64	€/h
ΒΗΜΑ 4β: ΚΟΣΤΟΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ		
$c_{max} = f + u * Q_{max} \Rightarrow c = 0 + u * Q_{max} [€ / h]$		
ΜΕΓΙΣΤΟ ΩΡΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ (C_{max})=	5534,46	€/h
ΒΗΜΑ 4γ: ΚΟΣΤΟΣ ΕΛΑΧΙΣΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ		
$c_{min} = f + u * Q_{min} \Rightarrow c = 0 + u * Q_{min} [€ / h]$		
ΕΛΑΧΙΣΤΟ ΩΡΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ (C_{min})=	1037,71	€/h
ΒΗΜΑ 4δ: ΚΟΣΤΟΣ ΜΕΣΗΣ ΤΙΜΗΣ ΙΣΧΥΟΣ		
$c_{aver} = f + u * Q_{aver} \Rightarrow c = 0 + u * Q_{aver} [€ / h]$		
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΩΡΙΑΙΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ (C_{aver})=	3286,09	€/h

Βήμα 5^ο Ετήσια ανά KW μορφή του κόστους

ΒΗΜΑ 5: ΕΤΗΣΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ		
$k = F + u * H \Rightarrow k = 0 + u * H [€ / KW - έτος]$		
Διαθεσιμότητα της μονάδας:	66,27	%
Ημέρες / μήνα	31	-
Ώρες / ημέρα	24	h
ΕΤΗΣΙΕΣ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (H)=	5916,59	h-έτος
ΕΤΗΣΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (k)=	2046,57	€/KW-έτος

Βήμα 6^ο Μηνιαία ανά KW μορφή του κόστους

ΒΗΜΑ 6α: ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (ΙΟΥΛΙΟΣ)		
$k_{\text{ΙΟΥΛΙΟΣ}} = F + u * H_{\text{ΙΟΥΛΙΟΣ}} \Rightarrow k_{\text{ΙΟΥΛΙΟΣ}} = 0 + u * H_{\text{ΙΟΥΛΙΟΣ}} \text{ [€/KW]}$		
Διαθεσιμότητα της μονάδας:	66,27	%
Ημέρες / μήνα	31	-
Ώρες / ημέρα	24	h
ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΏΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ($H_{\text{ΙΟΥΛ}}$)=	493,05	h-έτος
ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ($k_{\text{ΙΟΥΛ}}$)=	170,55	€/KW
ΒΗΜΑ 6β: ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ)		
$k_{\text{ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ}} = F + u * H_{\text{ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ}} \Rightarrow k_{\text{ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ}} = 0 + u * H_{\text{ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ}} \text{ [€/KW]}$		
Διαθεσιμότητα της μονάδας:	66,27	%
Ημέρες / μήνα	31	-
Ώρες / ημέρα	24	h
ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΏΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ($H_{\text{ΑΥΓ}}$)=	493,05	h-έτος
ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ($k_{\text{ΑΥΓ}}$)=	170,55	€/KW
ΒΗΜΑ 6γ: ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ)		
$k_{\text{ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ}} = F + u * H_{\text{ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ}} \Rightarrow k_{\text{ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ}} = 0 + u * H_{\text{ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ}} \text{ [€/KW]}$		
Διαθεσιμότητα της μονάδας:	66,27	%
Ημέρες / μήνα	30	-
Ώρες / ημέρα	24	h
ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΏΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ($H_{\text{ΣΕΠΤ}}$)=	477,14	h-έτος
ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ($k_{\text{ΣΕΠΤ}}$)=	165,05	€/KW

Βήμα 7^ο Το συνολικό ετήσιο κόστος λειτουργίας της μονάδας

ΒΗΜΑ 7 ^ο : ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΤΗΣΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ		
$K = u * H * Q_{\text{max}} \text{ [€]}$		
ΕΤΗΣΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (K)=	32.745.113,52	€

Βήμα 8° Το συνολικό μηνιαίο κόστος λειτουργίας της μονάδας

ΒΗΜΑ 8α: ΜΗΝΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (ΙΟΥΛΙΟΣ)		
$K_{\text{ΙΟΥΛ}} = u * H * Q_{\text{max}} \text{ [€]}$		
ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΙΟΥΛΙΟΥ ($K_{\text{ΙΟΥΛ}}$)=	2.728.759,46	€
ΒΗΜΑ 8β: ΜΗΝΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ)		
$K_{\text{ΑΥΓΟΥΣΤ}} = u * H * Q_{\text{max}} \text{ [€]}$		
ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ ($K_{\text{ΑΥΓ}}$)=	2.728.759,46	€
ΒΗΜΑ 8γ: ΜΗΝΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ)		
$K_{\text{ΣΕΠΤΕΜ}} = u * H * Q_{\text{max}} \text{ [€]}$		
ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ ($K_{\text{ΣΕΠΤ}}$)=	2.640.734,96	€

ΜΟΝΑΔΑ ΑΕΡΙΟΣΤΡΟΒΙΛΟΥ Νο3:

Βήμα 1° - Βήμα 2° - Βήμα 3°: Υπολογισμός κόστους καυσίμου - Μεταβλητό κόστος της μονάδας - Υπολογισμός μέσης τιμής ισχύος μονάδας.

ΒΗΜΑ 1°: ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ		
Μέση τιμή diesel:	472,27	€/klt
Κατανάλωση diesel:	11.498,70	klt
ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ (k)=	5.430.491,05	€
ΒΗΜΑ 2°: ΜΕΤΑΒΛΗΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ		
$u = \delta + g * HR \Rightarrow u = \frac{k}{\text{καθαρή_παραγωγή}} \text{ [€ / KWh]}$		
Καθαρή παραγωγή μονάδας:	35.502,20	MWh
ΜΕΤΑΒΛΗΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (u)=	0,153	€/KWh
ΒΗΜΑ 3°: ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΙΣΧΥΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ		
Καθαρή ικανότητα της μονάδας (Q_{max}):	43.000,00	KW
Τεχνικό ελάχιστο της μονάδας (Q_{min}):	5.000,00	KW
AVERAGE=	24000,00	KW

Βήμα 4^ο Υπολογισμός ωριαίου κόστους

ΒΗΜΑ 4α: ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗΣ ΙΣΧΥΟΣ		
$c_{εγκ} = f + u * Q_{εγκ} \Rightarrow c_{οικ} = 0 + u * Q_{εγκ} [€ / h]$		
Εγκατεστημένη ισχύ της μονάδας ($Q_{εγκ}$):	43300,00	KW
ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΟ ΩΡΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ($C_{εγκ}$)=	6623,26	€/h
ΒΗΜΑ 4β: ΚΟΣΤΟΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ		
$c_{max} = f + u * Q_{max} \Rightarrow c = 0 + u * Q_{max} [€ / h]$		
ΜΕΓΙΣΤΟ ΩΡΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ (C_{max})=	6577,37	€/h
ΒΗΜΑ 4γ: ΚΟΣΤΟΣ ΕΛΑΧΙΣΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ		
$c_{min} = f + u * Q_{min} \Rightarrow c = 0 + u * Q_{min} [€ / h]$		
ΕΛΑΧΙΣΤΟ ΩΡΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ (C_{min})=	764,81	€/h
ΒΗΜΑ 4δ: ΚΟΣΤΟΣ ΜΕΣΗΣ ΤΙΜΗΣ ΙΣΧΥΟΣ		
$c_{aver} = f + u * Q_{aver} \Rightarrow c = 0 + u * Q_{aver} [€ / h]$		
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΩΡΙΑΙΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ (C_{aver})=	3671,09	€/h

Βήμα 5^ο Ετήσια ανά KW μορφή του κόστους

ΒΗΜΑ 5: ΕΤΗΣΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ		
$k = F + u * H \Rightarrow k = 0 + u * H [€ / KW - \acute{\epsilon}τος]$		
Διαθεσιμότητα της μονάδας:	93,9	%
Ημέρες / μήνα	31	-
Ώρες / ημέρα	24	h
ΕΤΗΣΙΕΣ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (H)=	8383,39	h-έτος
ΕΤΗΣΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (k)=	1282,34	€/KW-έτος

Βήμα 6^ο Μηνιαία ανά KW μορφή του κόστους

ΒΗΜΑ 6α: ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (ΙΟΥΛΙΟΣ)		
$k_{\text{ΙΟΥΛΙΟΣ}} = F + u * H_{\text{ΙΟΥΛΙΟΣ}} \Rightarrow k_{\text{ΙΟΥΛΙΟΣ}} = 0 + u * H_{\text{ΙΟΥΛΙΟΣ}} \text{ [€/KW]}$		
Διαθεσιμότητα της μονάδας:	93,9	%
Ημέρες / μήνα	31	-
Ώρες / ημέρα	24	h
ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΏΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (H _{ΙΟΥΛ})=	698,62	h-έτος
ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (k _{ΙΟΥΛ})=	106,86	€/KW
ΒΗΜΑ 6β: ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ)		
$k_{\text{ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ}} = F + u * H_{\text{ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ}} \Rightarrow k_{\text{ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ}} = 0 + u * H_{\text{ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ}} \text{ [€/KW]}$		
Διαθεσιμότητα της μονάδας:	93,9	%
Ημέρες / μήνα	31	-
Ώρες / ημέρα	24	h
ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΏΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (H _{ΑΥΓ})=	698,62	h-έτος
ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (k _{ΑΥΓ})=	106,86	€/KW
ΒΗΜΑ 6γ: ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ)		
$k_{\text{ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ}} = F + u * H_{\text{ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ}} \Rightarrow k_{\text{ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ}} = 0 + u * H_{\text{ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ}} \text{ [€/KW]}$		
Διαθεσιμότητα της μονάδας:	93,9	%
Ημέρες / μήνα	30	-
Ώρες / ημέρα	24	h
ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΏΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (H _{ΣΕΠΤ})=	676,08	h-έτος
ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (k _{ΣΕΠΤ})=	103,41	€/KW

Βήμα 7^ο Το συνολικό ετήσιο κόστος λειτουργίας της μονάδας

ΒΗΜΑ 7 ^ο : ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΤΗΣΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ		
$K = u * H * Q_{\text{max}} \text{ [€]}$		
ΕΤΗΣΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (K)=	55.140.673,38	€

Βήμα 8° Το συνολικό μηνιαίο κόστος λειτουργίας της μονάδας

ΒΗΜΑ 8α: ΜΗΝΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (ΙΟΥΛΙΟΣ)		
$K_{\text{ΙΟΥΛ}} = u * H * Q_{\text{max}} \text{ [€]}$		
ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΙΟΥΛΙΟΥ ($K_{\text{Ιουλ}}$)=	4.595.056,11	€
ΒΗΜΑ 8β: ΜΗΝΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ)		
$K_{\text{ΑΥΓΟΥΣΤ}} = u * H * Q_{\text{max}} \text{ [€]}$		
ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ ($K_{\text{Αυγ}}$)=	4.595.056,11	€
ΒΗΜΑ 8γ: ΜΗΝΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ)		
$K_{\text{ΣΕΠΤΕΜ}} = u * H * Q_{\text{max}} \text{ [€]}$		
ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ ($K_{\text{Σεπτ}}$)=	4.446.828,50	€

ΜΟΝΑΔΑ ΑΕΡΙΟΣΤΡΟΒΙΛΟΥ Νο4:

Βήμα 1° - Βήμα 2° - Βήμα 3°: Υπολογισμός κόστους καυσίμου - Μεταβλητό κόστος της μονάδας - Υπολογισμός μέσης τιμής ισχύος μονάδας.

ΒΗΜΑ 1°: ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ		
Μέση τιμή diesel:	472,27	€/klt
Κατανάλωση diesel:	441,90	klt
ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ (k)=	208.696,11	€
ΒΗΜΑ 2°: ΜΕΤΑΒΛΗΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ		
$u = \delta + g * HR \Rightarrow u = \frac{k}{\text{καθαρή_παραγωγή}} \text{ [€ / KWh]}$		
Καθαρή παραγωγή μονάδας:	1.052,30	MWh
ΜΕΤΑΒΛΗΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (u)=	0,198	€/KWh
ΒΗΜΑ 3°: ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΙΣΧΥΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ		
Καθαρή ικανότητα της μονάδας (Q_{max}):	13.500,00	KW
Τεχνικό ελάχιστο της μονάδας (Q_{min}):	3.000,00	KW
AVERAGE=	8250,00	KW

Βήμα 4^ο Υπολογισμός ωριαίου κόστους

ΒΗΜΑ 4α: ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗΣ ΙΣΧΥΟΣ		
$c_{εγκ} = f + u * Q_{εγκ} \Rightarrow c_{εγκ} = 0 + u * Q_{εγκ} \text{ [€/h]}$		
Εγκατεστημένη ισχύ της μονάδας ($Q_{εγκ}$):	14.700,00	KW
ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΟ ΩΡΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ($C_{εγκ}$)=	2915,36	€/h
ΒΗΜΑ 4β: ΚΟΣΤΟΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ		
$c_{max} = f + u * Q_{max} \Rightarrow c = 0 + u * Q_{max} \text{ [€/h]}$		
ΜΕΓΙΣΤΟ ΩΡΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ (C_{max})=	2677,37	€/h
ΒΗΜΑ 4γ: ΚΟΣΤΟΣ ΕΛΑΧΙΣΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ		
$c_{min} = f + u * Q_{min} \Rightarrow c = 0 + u * Q_{min} \text{ [€/h]}$		
ΕΛΑΧΙΣΤΟ ΩΡΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ (C_{min})=	594,97	€/h
ΒΗΜΑ 4δ: ΚΟΣΤΟΣ ΜΕΣΗΣ ΤΙΜΗΣ ΙΣΧΥΟΣ		
$c_{aver} = f + u * Q_{aver} \Rightarrow c = 0 + u * Q_{aver} \text{ [€/h]}$		
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΩΡΙΑΙΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ (C_{aver})=	1636,17	€/h

Βήμα 5^ο Ετήσια ανά KW μορφή του κόστους

ΒΗΜΑ 5: ΕΤΗΣΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ		
$k = F + u * H \Rightarrow k = 0 + u * H \text{ [€/KW-έτος]}$		
Διαθεσιμότητα της μονάδας:	96,02	%
Ημέρες / μήνα	31	-
Ώρες / ημέρα	24	h
ΕΤΗΣΙΕΣ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (H)=	8572,67	h-έτος
ΕΤΗΣΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (k)=	1700,16	€/KW-έτος

Βήμα 6^ο Μηνιαία ανά KW μορφή του κόστους

ΒΗΜΑ 6α: ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (ΙΟΥΛΙΟΣ)		
$k_{\text{Σεπ,Ιουλ}} = F + u * H_{\text{Σεπ,Ιουλ}} \Rightarrow k_{\text{Σεπ,Ιουλ}} = 0 + u * H_{\text{Σεπ,Ιουλ}} \text{ [€/KW]}$		
Διαθεσιμότητα της μονάδας:	96,02	%
Ημέρες / μήνα	31	-
Ώρες / ημέρα	24	h
ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ($H_{\text{Ιουλ}}$)=	714,39	h-έτος
ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ($k_{\text{Ιουλ}}$)=	141,68	€/KW
ΒΗΜΑ 6β: ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ)		
$k_{\text{Αυγ,Αυγ}} = F + u * H_{\text{Αυγ,Αυγ}} \Rightarrow k_{\text{Αυγ,Αυγ}} = 0 + u * H_{\text{Αυγ,Αυγ}} \text{ [€/KW]}$		
Διαθεσιμότητα της μονάδας:	96,02	%
Ημέρες / μήνα	31	-
Ώρες / ημέρα	24	h
ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ($H_{\text{Αυγ}}$)=	714,39	h-έτος
ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ($k_{\text{Αυγ}}$)=	141,68	€/KW
ΒΗΜΑ 6γ: ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ)		
$k_{\text{Σεπ,Σεπ}} = F + u * H_{\text{Σεπ,Σεπ}} \Rightarrow k_{\text{Σεπ,Σεπ}} = 0 + u * H_{\text{Σεπ,Σεπ}} \text{ [€/KW]}$		
Διαθεσιμότητα της μονάδας:	96,02	%
Ημέρες / μήνα	30	-
Ώρες / ημέρα	24	h
ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ($H_{\text{Σεπ}}$)=	691,34	h-έτος
ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ($k_{\text{Σεπ}}$)=	137,11	€/KW

Βήμα 7^ο Το συνολικό ετήσιο κόστος λειτουργίας της μονάδας

ΒΗΜΑ 7 ^ο : ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΤΗΣΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ		
$K = u * H * Q_{\text{max}} \text{ [€]}$		
ΕΤΗΣΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (K)=	22.952.206,45	€

Βήμα 8° Το συνολικό μηνιαίο κόστος λειτουργίας της μονάδας

ΒΗΜΑ 8α: ΜΗΝΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (ΙΟΥΛΙΟΣ)		
$K_{\text{ΙΟΥΛ}} = u * H * Q_{\text{max}} \text{ [€]}$		
ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΙΟΥΛΙΟΥ ($K_{\text{ΙΟΥΛ}}$)=	1.912.683,87	€
ΒΗΜΑ 8β: ΜΗΝΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ)		
$K_{\text{ΑΥΓΟΥΣΤ}} = u * H * Q_{\text{max}} \text{ [€]}$		
ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ ($K_{\text{ΑΥΓ}}$)=	1.912.683,87	€
ΒΗΜΑ 8γ: ΜΗΝΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ)		
$K_{\text{ΣΕΠΤΕΜ}} = u * H * Q_{\text{max}} \text{ [€]}$		
ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ ($K_{\text{ΣΕΠΤ}}$)=	1.850.984,39	€

ΜΟΝΑΔΑ ΑΕΡΙΟΣΤΡΟΒΙΛΟΥ Νο5:

Βήμα 1° - Βήμα 2° - Βήμα 3: Υπολογισμός κόστους καυσίμου - Μεταβλητό κόστος της μονάδας - Υπολογισμός μέσης τιμής ισχύος μονάδας.

ΒΗΜΑ 1°: ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ		
Μέση τιμή diesel:	472,27	€/klt
Κατανάλωση diesel:	2.658,90	klt
ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ (k)=	1.255.718,70	€
ΒΗΜΑ 2°: ΜΕΤΑΒΛΗΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ		
$u = \delta + g * HR \Rightarrow u = \frac{k}{\text{καθαρή_παραγωγή}} \text{ [€/KWh]}$		
Καθαρή παραγωγή μονάδας:	8.264,20	MWh
ΜΕΤΑΒΛΗΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (u)=	0,152	€/KWh
ΒΗΜΑ 3°: ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΙΣΧΥΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ		
Καθαρή ικανότητα της μονάδας (Q_{max}):	30.000,00	KW
Τεχνικό ελάχιστο της μονάδας (Q_{min}):	3.000,00	KW
AVERAGE=	16500,00	KW

Βήμα 4^ο Υπολογισμός ωριαίου κόστους

ΒΗΜΑ 4α: ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗΣ ΙΣΧΥΟΣ		
$c_{εγκ} = f + u * Q_{εγκ} \Rightarrow c_{εγκ} = 0 + u * Q_{εγκ} [€ / h]$		
Εγκατεστημένη ισχύ της μονάδας ($Q_{εγκ}$):	33.400,00	KW
ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΟ ΩΡΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ($C_{εγκ}$)=	5075,02	€/h
ΒΗΜΑ 4β: ΚΟΣΤΟΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ		
$c_{max} = f + u * Q_{max} \Rightarrow c = 0 + u * Q_{max} [€ / h]$		
ΜΕΓΙΣΤΟ ΩΡΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ (C_{max})=	4558,40	€/h
ΒΗΜΑ 4γ: ΚΟΣΤΟΣ ΕΛΑΧΙΣΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ		
$c_{min} = f + u * Q_{min} \Rightarrow c = 0 + u * Q_{min} [€ / h]$		
ΕΛΑΧΙΣΤΟ ΩΡΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ (C_{min})=	455,84	€/h
ΒΗΜΑ 4δ: ΚΟΣΤΟΣ ΜΕΣΗΣ ΤΙΜΗΣ ΙΣΧΥΟΣ		
$c_{aver} = f + u * Q_{aver} \Rightarrow c = 0 + u * Q_{aver} [€ / h]$		
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΩΡΙΑΙΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ (C_{aver})=	2507,12	€/h

Βήμα 5^ο Ετήσια ανά KW μορφή του κόστους

ΒΗΜΑ 5: ΕΤΗΣΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ		
$k = F + u * H \Rightarrow k = 0 + u * H [€ / KW - \acute{\epsilon}\tau\omicron\varsigma]$		
Διαθεσιμότητα της μονάδας:	89,3	%
Ημέρες / μήνα	31	-
Ώρες / ημέρα	24	h
ΕΤΗΣΙΕΣ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (H)=	7972,70	h-έτος
ΕΤΗΣΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (k)=	1211,43	€/KW-έτος

Βήμα 6^ο Μηνιαία ανά KW μορφή του κόστους

ΒΗΜΑ 6α: ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (ΙΟΥΛΙΟΣ)		
$k_{\text{ΙΟΥΛΙΟΥ}} = F + u * H_{\text{ΙΟΥΛΙΟΥ}} \Rightarrow k_{\text{ΙΟΥΛΙΟΥ}} = 0 + u * H_{\text{ΙΟΥΛΙΟΥ}} \text{ [€/KW]}$		
Διαθεσιμότητα της μονάδας:	89,3	%
Ημέρες / μήνα	31	-
Ώρες / ημέρα	24	h
ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (H _{ΙΟΥΛ})=	664,39	h-έτος
ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (k _{ΙΟΥΛ})=	100,95	€/KW
ΒΗΜΑ 6β: ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ)		
$k_{\text{ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ}} = F + u * H_{\text{ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ}} \Rightarrow k_{\text{ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ}} = 0 + u * H_{\text{ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ}} \text{ [€/KW]}$		
Διαθεσιμότητα της μονάδας:	89,3	%
Ημέρες / μήνα	31	-
Ώρες / ημέρα	24	h
ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (H _{ΑΥΓ})=	664,39	h-έτος
ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (k _{ΑΥΓ})=	100,95	€/KW
ΒΗΜΑ 6γ: ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ)		
$k_{\text{ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ}} = F + u * H_{\text{ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ}} \Rightarrow k_{\text{ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ}} = 0 + u * H_{\text{ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ}} \text{ [€/KW]}$		
Διαθεσιμότητα της μονάδας:	89,3	%
Ημέρες / μήνα	30	-
Ώρες / ημέρα	24	h
ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (H _{ΣΕΠΤ})=	642,96	h-έτος
ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (k _{ΣΕΠΤ})=	97,70	€/KW

Βήμα 7^ο Το συνολικό ετήσιο κόστος λειτουργίας της μονάδας

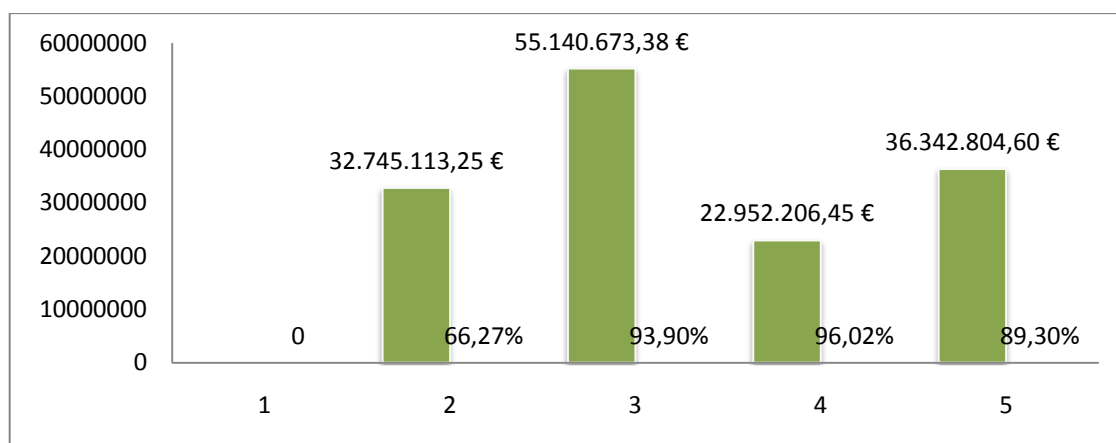
ΒΗΜΑ 7 ^ο : ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΤΗΣΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ		
$K = u * H * Q_{\text{max}} \text{ [€]}$		
ΕΤΗΣΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (K)=	36.342.804,60	€

Βήμα 8^ο Το συνολικό μηνιαίο κόστος λειτουργίας της μονάδας

ΒΗΜΑ 8α: ΜΗΝΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (ΙΟΥΛΙΟΣ)		
$K_{\text{ΙΟΥΛ}} = u * H * Q_{\text{max}} \text{ [€]}$		
ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΙΟΥΛΙΟΥ ($K_{\text{ΙΟΥΛ}}$)=	3.028.567,05	€
ΒΗΜΑ 8β: ΜΗΝΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ)		
$K_{\text{ΑΥΓΟΥΣΤ}} = u * H * Q_{\text{max}} \text{ [€]}$		
ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ ($K_{\text{ΑΥΓ}}$)=	3.028.567,05	€
ΒΗΜΑ 8γ: ΜΗΝΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ)		
$K_{\text{ΣΕΠΤΕΜ}} = u * H * Q_{\text{max}} \text{ [€]}$		
ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ ($K_{\text{ΣΕΠΤ}}$)=	2.930.871,34	€

Πίνακας 5.1.7: Ετήσιο κόστος λειτουργίας, ετήσιες ώρες λειτουργίας και ετήσιες διαθεσιμότητες αεριοστροβίλων

Είδος μονάδας	Μεταβλητό κόστος [€/KWh]	Κόστος καυσίμου [€]	Μέγιστη ισχύς [KW]	Ετήσιο κόστος λειτουργίας	Ετήσιες ώρες λειτουργίας	Ετήσια διαθεσιμότητα μονάδας
ΑΕΡ1	-	-	-	-	-	-
ΑΕΡ2	0,346	43.307,16	16.000	32.745.113,25€	5916,59h	66,27%
ΑΕΡ3	0,153	5.430.491,05	43.000	55.140.673,38€	8383,39h	93,90%
ΑΕΡ4	0,198	208.696,11	13.500	22.952.206,45€	8572,67h	96,02%
ΑΕΡ5	0,152	1.255.718,70	30.000	36.342.804.60€	7972,27h	89,30%
Σύνολο				147.180.797,7€		



Γράφημα 5.1.2: Ετήσιο κόστος λειτουργίας – διαθεσιμότητας αεριοστροβίλων

Από τον παραπάνω πίνακα και το γράφημα, παρατηρούμε ότι το υψηλότερο κόστος λειτουργίας το έχει ο αεριοστρόβιλος 3 διότι έχει το υψηλότερο κόστος καυσίμου και μέγιστη ισχύ. Ενώ το μεγαλύτερο ποσοστό διαθεσιμότητας το έχει ο αεριοστρόβιλος 4 διότι δεν βγήκε από το σύστημα για συντήρηση καθώς και η μη επίτευξη του ονομαστικού του φορτίου λόγω ρύπανσης ήταν 0.00%.

ΜΟΝΑΔΕΣ DIESEL ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΑ

ΜΟΝΑΔΑ DIESEL Νο1:

Βήμα 1^ο - Βήμα 2^ο - Βήμα 3: Υπολογισμός κόστους καυσίμου - Μεταβλητό κόστος της μονάδας - Υπολογισμός μέσης τιμής ισχύος μονάδας.

ΒΗΜΑ 1 ^ο : ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ		
Μέση τιμή diesel:	472,27	€/klt
Κατανάλωση diesel:	62,80	klt
ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ (k)=	29658,56	€
ΒΗΜΑ 2 ^ο : ΜΕΤΑΒΛΗΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ		
$u = \delta + g * HR \Rightarrow u = \frac{k}{\text{καθαρή_παραγωγή}} [\text{€ / KWh}]$		
Καθαρή παραγωγή μονάδας:	263,60	MWh
ΜΕΤΑΒΛΗΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (u)=	0,113	€/KWh
ΒΗΜΑ 3 ^ο : ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΙΣΧΥΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ		
Καθαρή ικανότητα της μονάδας (Q_{\max}):	11.800,00	KW
Τεχνικό ελάχιστο της μονάδας (Q_{\min}):	3.000,00	KW
AVERAGE=	7400,00	KW

Βήμα 4^ο Υπολογισμός ωριαίου κόστους

ΒΗΜΑ 4α: ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗΣ ΙΣΧΥΟΣ		
$c_{\text{εγκ}} = f + u * Q_{\text{εγκ}} \Rightarrow c_{\text{εγκ}} = 0 + u * Q_{\text{εγκ}} [\text{€ / h}]$		
Εγκατεστημένη ισχύ της μονάδας ($Q_{\text{εγκ}}$):	12.300,00	KW
ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΟ ΩΡΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ($C_{\text{εγκ}}$)=	1383,92	€/h
ΒΗΜΑ 4β: ΚΟΣΤΟΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ		
$c_{\max} = f + u * Q_{\max} \Rightarrow c = 0 + u * Q_{\max} [\text{€ / h}]$		
ΜΕΓΙΣΤΟ ΩΡΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ (C_{\max})=	1327,66	€/h
ΒΗΜΑ 4γ: ΚΟΣΤΟΣ ΕΛΑΧΙΣΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ		
$c_{\min} = f + u * Q_{\min} \Rightarrow c = 0 + u * Q_{\min} [\text{€ / h}]$		
ΕΛΑΧΙΣΤΟ ΩΡΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ (C_{\min})=	337,54	€/h
ΒΗΜΑ 4δ: ΚΟΣΤΟΣ ΜΕΣΗΣ ΤΙΜΗΣ ΙΣΧΥΟΣ		
$c_{\text{αυστ}} = f + u * Q_{\text{αυστ}} \Rightarrow c = 0 + u * Q_{\text{αυστ}} [\text{€ / h}]$		
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΩΡΙΑΙΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ (C_{aver})=	832,60	€/h

Βήμα 5^ο Ετήσια ανά KW μορφή του κόστους

ΒΗΜΑ 5: ΕΤΗΣΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ		
$k = F + u * H \Rightarrow k = 0 + u * H$ [€/KW-έτος]		
Διαθεσιμότητα της μονάδας:	83,39	%
Ημέρες / μήνα	31	-
Ώρες / ημέρα	24	h
ΕΤΗΣΙΕΣ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (H)=	7445,06	h-έτος
ΕΤΗΣΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (k)=	837,67	€/KW-έτος

Βήμα 6^ο Μηνιαία ανά KW μορφή του κόστους

ΒΗΜΑ 6α: ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (ΙΟΥΛΙΟΣ)		
$k_{\text{ΙΟΥΛΙΟΥ}} = F + u * H_{\text{ΙΟΥΛΙΟΥ}} \Rightarrow k_{\text{ΙΟΥΛΙΟΥ}} = 0 + u * H_{\text{ΙΟΥΛΙΟΥ}}$ [€/KW]		
Διαθεσιμότητα της μονάδας:	83,39	%
Ημέρες / μήνα	31	-
Ώρες / ημέρα	24	h
ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (H _{ΙΟΥΛ})=	620,42	h-έτος
ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (k _{ΙΟΥΛ})=	69,81	€/KW
ΒΗΜΑ 6β: ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ)		
$k_{\text{ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ}} = F + u * H_{\text{ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ}} \Rightarrow k_{\text{ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ}} = 0 + u * H_{\text{ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ}}$ [€/KW]		
Διαθεσιμότητα της μονάδας:	83,39	%
Ημέρες / μήνα	31	-
Ώρες / ημέρα	24	h
ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (H _{ΑΥΓ})=	620,42	h-έτος
ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (k _{ΑΥΓ})=	69,81	€/KW
ΒΗΜΑ 6γ: ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ)		
$k_{\text{ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ}} = F + u * H_{\text{ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ}} \Rightarrow k_{\text{ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ}} = 0 + u * H_{\text{ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ}}$ [€/KW]		
Διαθεσιμότητα της μονάδας:	83,39	%
Ημέρες / μήνα	30	-
Ώρες / ημέρα	24	h
ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (H _{ΣΕΠΤ})=	600,41	h-έτος
ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (k _{ΣΕΠΤ})=	67,55	€/KW

Βήμα 7° Το συνολικό ετήσιο κόστος λειτουργίας της μονάδας

ΒΗΜΑ 7°: ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΤΗΣΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ		
$K = u * H * Q_{max} [€]$		
ΕΤΗΣΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (K)=	9.884.501,22	€

Βήμα 8° Το συνολικό μηνιαίο κόστος λειτουργίας της μονάδας

ΒΗΜΑ 8α: ΜΗΝΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (ΙΟΥΛΙΟΣ)		
$K_{ΙΟΥΛ} = u * H * Q_{max} [€]$		
ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΙΟΥΛΙΟΥ ($K_{ΙΟΥΛ}$)=	823.708,43	€
ΒΗΜΑ 8β: ΜΗΝΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ)		
$K_{ΑΥΓΟΥΣΤ} = u * H * Q_{max} [€]$		
ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ ($K_{ΑΥΓ}$)=	823.708,43	€
ΒΗΜΑ 8γ: ΜΗΝΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ)		
$K_{ΣΕΠΤΕΜ} = u * H * Q_{max} [€]$		
ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ ($K_{ΣΕΠΤ}$)=	797.137,20	€

ΜΟΝΑΔΑ DIESEL Νο2:

Βήμα 1° - Βήμα 2° - Βήμα 3: Υπολογισμός κόστους καυσίμου - Μεταβλητό κόστος της μονάδας - Υπολογισμός μέσης τιμής ισχύος μονάδας.

ΒΗΜΑ 1°: ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ		
Μέση τιμή diesel:	472,70	€/klt
Κατανάλωση diesel:	24,60	klt
ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ (k)=	11.628,42	€
ΒΗΜΑ 2°: ΜΕΤΑΒΛΗΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ		
$u = \delta + g * HR \Rightarrow u = \frac{k}{καθαρή _ παραγωγή} [€/ KWh]$		
Καθαρή παραγωγή μονάδας:	103,70	MWh
ΜΕΤΑΒΛΗΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (u)=	0,112	€/kWh
ΒΗΜΑ 3°: ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΙΣΧΥΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ		
Καθαρή ικανότητα της μονάδας (Q_{max}):	11.800,00	KW
Τεχνικό ελάχιστο της μονάδας (Q_{min}):	3.000,00	KW
AVERAGE=	7400,00	KW

Βήμα 4^ο Υπολογισμός ωριαίου κόστους

ΒΗΜΑ 4α: ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗΣ ΙΣΧΥΟΣ		
$c_{εγκ} = f + u * Q_{εγκ} \Rightarrow c_{οικ} = 0 + u * Q_{εγκ} [€ / h]$		
Εγκατεστημένη ισχύ της μονάδας ($Q_{εγκ}$):	12300,00	KW
ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΟ ΩΡΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ($C_{εγκ}$)=	1379,26	€/h
ΒΗΜΑ 4β: ΚΟΣΤΟΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ		
$c_{max} = f + u * Q_{max} \Rightarrow c = 0 + u * Q_{max} [€ / h]$		
ΜΕΓΙΣΤΟ ΩΡΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ (C_{max})=	1323,20	€/h
ΒΗΜΑ 4γ: ΚΟΣΤΟΣ ΕΛΑΧΙΣΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ		
$c_{min} = f + u * Q_{min} \Rightarrow c = 0 + u * Q_{min} [€ / h]$		
ΕΛΑΧΙΣΤΟ ΩΡΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ (C_{min})=	336,41	€/h
ΒΗΜΑ 4δ: ΚΟΣΤΟΣ ΜΕΣΗΣ ΤΙΜΗΣ ΙΣΧΥΟΣ		
$c_{aver} = f + u * Q_{aver} \Rightarrow c = 0 + u * Q_{aver} [€ / h]$		
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΩΡΙΑΙΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ (C_{aver})=	829,80	€/h

Βήμα 5^ο Ετήσια ανά KW μορφή του κόστους

ΒΗΜΑ 5: ΕΤΗΣΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ		
$k = F + u * H \Rightarrow k = 0 + u * H [€ / KW - έτος]$		
Διαθεσιμότητα της μονάδας:	85,14	%
Ημέρες / μήνα	31	-
Ώρες / ημέρα	24	h
ΕΤΗΣΙΕΣ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (H)=	7601,30	h-έτος
ΕΤΗΣΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (k)=	852,37	€/KW-έτος

Βήμα 6^ο Μηνιαία ανά KW μορφή του κόστους

ΒΗΜΑ 6α: ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (ΙΟΥΛΙΟΣ)		
$k_{\text{Ιουλιος}} = F + u * H_{\text{Ιουλιος}} \Rightarrow k_{\text{Ιουλιος}} = 0 + u * H_{\text{Ιουλιος}} \text{ [€/KW]}$		
Διαθεσιμότητα της μονάδας:	85,14	%
Ημέρες / μήνα	31	-
Ώρες / ημέρα	24	h
ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (H _{Ιουλι})=	633,44	h-έτος
ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (k _{Ιουλι})=	71,03	€/KW
ΒΗΜΑ 6β: ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ)		
$k_{\text{Αυγουστος}} = F + u * H_{\text{Αυγουστος}} \Rightarrow k_{\text{Αυγουστος}} = 0 + u * H_{\text{Αυγουστος}} \text{ [€/KW]}$		
Διαθεσιμότητα της μονάδας:	85,14	%
Ημέρες / μήνα	31	-
Ώρες / ημέρα	24	h
ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (H _{Αυγ})=	633,44	h-έτος
ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (k _{Αυγ})=	71,03	€/KW
ΒΗΜΑ 6γ: ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ)		
$k_{\text{Σεπτ-μβριος}} = F + u * H_{\text{Σεπτ-μβριος}} \Rightarrow k_{\text{Σεπτ-μβριος}} = 0 + u * H_{\text{Σεπτ-μβριος}} \text{ [€/KW]}$		
Διαθεσιμότητα της μονάδας:	85,14	%
Ημέρες / μήνα	30	-
Ώρες / ημέρα	24	h
ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (H _{Σεπτ})=	613,01	h-έτος
ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (k _{Σεπτ})=	68,74	€/KW

Βήμα 7^ο Το συνολικό ετήσιο κόστος λειτουργίας της μονάδας

ΒΗΜΑ 7 ^ο : ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΤΗΣΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ		
$K = u * H * Q_{\text{max}} \text{ [€]}$		
ΕΤΗΣΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (K)=	10.058.003,62	€

Βήμα 8° Το συνολικό μηνιαίο κόστος λειτουργίας της μονάδας

ΒΗΜΑ 8α: ΜΗΝΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (ΙΟΥΛΙΟΣ)		
$K_{\text{ΙΟΥΛ}} = u * H * Q_{\text{max}} [\text{€}]$		
ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΙΟΥΛΙΟΥ ($K_{\text{Ιουλ}}$)=	838.166,97	€
ΒΗΜΑ 8β: ΜΗΝΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ)		
$K_{\text{ΑΥΓΟΥΣΤ}} = u * H * Q_{\text{max}} [\text{€}]$		
ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ ($K_{\text{Αυγ}}$)=	838.166,97	€
ΒΗΜΑ 8γ: ΜΗΝΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ)		
$K_{\text{ΣΕΠΤΕΜ}} = u * H * Q_{\text{max}} [\text{€}]$		
ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ ($K_{\text{Σεπτ}}$)=	811.129,32	€

ΜΟΝΑΔΑ DIESEL No3:

Βήμα 1° - Βήμα 2° - Βήμα 3: Υπολογισμός κόστους καυσίμου - Μεταβλητό κόστος της μονάδας - Υπολογισμός μέσης τιμής ισχύος μονάδας.

ΒΗΜΑ 1°: ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ		
Μέση τιμή diesel:	472,27	€/klt
Κατανάλωση diesel:	47,70	klt
ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ (k)=	22.527,28	€
ΒΗΜΑ 2°: ΜΕΤΑΒΛΗΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ		
$u = \delta + g * HR \Rightarrow u = \frac{k}{\text{καθαρή_παραγωγή}} [\text{€ / KWh}]$		
Καθαρή παραγωγή μονάδας:	204,20	MWh
ΜΕΤΑΒΛΗΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (u)=	0,110	€/KWh
ΒΗΜΑ 3°: ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΙΣΧΥΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ		
Καθαρή ικανότητα της μονάδας (Q_{max}):	11.800,00	KW
Τεχνικό ελάχιστο της μονάδας (Q_{min}):	3.000,00	KW
AVERAGE=	7400,00	KW

Βήμα 4^ο Υπολογισμός ωριαίου κόστους

ΒΗΜΑ 4α: ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗΣ ΙΣΧΥΟΣ		
$c_{εγκ} = f + u * Q_{εγκ} \Rightarrow c_{εγκ} = 0 + u * Q_{εγκ} [\text{€/h}]$		
Εγκατεστημένη ισχύ της μονάδας ($Q_{εγκ}$):	12.300,00	KW
ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΟ ΩΡΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ($C_{εγκ}$)=	1356,93	€/h
ΒΗΜΑ 4β: ΚΟΣΤΟΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ		
$c_{max} = f + u * Q_{max} \Rightarrow c = 0 + u * Q_{max} [\text{€/h}]$		
ΜΕΓΙΣΤΟ ΩΡΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ (C_{max})=	1301,77	€/h
ΒΗΜΑ 4γ: ΚΟΣΤΟΣ ΕΛΑΧΙΣΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ		
$c_{min} = f + u * Q_{min} \Rightarrow c = 0 + u * Q_{min} [\text{€/h}]$		
ΕΛΑΧΙΣΤΟ ΩΡΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ (C_{min})=	330,96	€/h
ΒΗΜΑ 4δ: ΚΟΣΤΟΣ ΜΕΣΗΣ ΤΙΜΗΣ ΙΣΧΥΟΣ		
$c_{aver} = f + u * Q_{aver} \Rightarrow c = 0 + u * Q_{aver} [\text{€/h}]$		
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΩΡΙΑΙΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ (C_{aver})=	816,37	€/h

Βήμα 5^ο Ετήσια ανά KW μορφή του κόστους

ΒΗΜΑ 5: ΕΤΗΣΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ		
$k = F + u * H \Rightarrow k = 0 + u * H [\text{€/KW-έτος}]$		
Διαθεσιμότητα της μονάδας:	79,07	%
Ημέρες / μήνα	31	-
Ώρες / ημέρα	24	h
ΕΤΗΣΙΕΣ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (H)=	7059,37	h-έτος
ΕΤΗΣΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (k)=	778,79	€/KW-έτος

Βήμα 6^ο Μηνιαία ανά KW μορφή του κόστους

ΒΗΜΑ 6α: ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (ΙΟΥΛΙΟΣ)		
$k_{\text{Ιουλιος}} = F + u * H_{\text{Ιουλιος}} \Rightarrow k_{\text{Ιουλιος}} = 0 + u * H_{\text{Ιουλιος}} \text{ [€/KW]}$		
Διαθεσιμότητα της μονάδας:	79,07	%
Ημέρες / μήνα	31	-
Ώρες / ημέρα	24	h
ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ($H_{\text{Ιουλιος}}$)=	588,28	h-έτος
ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ($k_{\text{Ιουλιος}}$)=	64,90	€/KW
ΒΗΜΑ 6β: ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ)		
$k_{\text{Αυγουστος}} = F + u * H_{\text{Αυγουστος}} \Rightarrow k_{\text{Αυγουστος}} = 0 + u * H_{\text{Αυγουστος}} \text{ [€/KW]}$		
Διαθεσιμότητα της μονάδας:	79,07	%
Ημέρες / μήνα	31	-
Ώρες / ημέρα	24	h
ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ($H_{\text{Αυγ}}$)=	588,28	h-έτος
ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ($k_{\text{Αυγ}}$)=	64,90	€/KW
ΒΗΜΑ 6γ: ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ)		
$k_{\text{Σεπτ. μήνας}} = F + u * H_{\text{Σεπτ. μήνας}} \Rightarrow k_{\text{Σεπτ. μήνας}} = 0 + u * H_{\text{Σεπτ. μήνας}} \text{ [€/KW]}$		
Διαθεσιμότητα της μονάδας:	79,07	%
Ημέρες / μήνα	30	-
Ώρες / ημέρα	24	h
ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ($H_{\text{Σεπτ}}$)=	569,30	h-έτος
ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ($k_{\text{Σεπτ}}$)=	62,81	€/KW

Βήμα 7^ο Το συνολικό ετήσιο κόστος λειτουργίας της μονάδας

ΒΗΜΑ 7 ^ο : ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΤΗΣΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ		
$K = u * H * Q_{\text{max}} \text{ [€]}$		
ΕΤΗΣΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (K)=	9.189.691,40	€

Βήμα 8° Το συνολικό μηνιαίο κόστος λειτουργίας της μονάδας

ΒΗΜΑ 8α: ΜΗΝΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (ΙΟΥΛΙΟΣ)		
$K_{\text{ΙΟΥΛ}} = u * H * Q_{\text{max}} \text{ [€]}$		
ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΙΟΥΛΙΟΥ ($K_{\text{ΙΟΥΛ}}$)=	765.807,62	€
ΒΗΜΑ 8β: ΜΗΝΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ)		
$K_{\text{ΑΥΓΟΥΣΤ}} = u * H * Q_{\text{max}} \text{ [€]}$		
ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ ($K_{\text{ΑΥΓ}}$)=	765.807,62	€
ΒΗΜΑ 8γ: ΜΗΝΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ)		
$K_{\text{ΣΕΠΤΕΜ}} = u * H * Q_{\text{max}} \text{ [€]}$		
ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ ($K_{\text{ΣΕΠΤ}}$)=	741.104,15	€

ΜΟΝΑΔΑ DIESEL No4:

Βήμα 1° - Βήμα 2° - Βήμα 3°: Υπολογισμός κόστους καυσίμου - Μεταβλητό κόστος της μονάδας - Υπολογισμός μέσης τιμής ισχύος μονάδας.

ΒΗΜΑ 1°: ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ		
Μέση τιμή diesel:	472,27	€/klt
Κατανάλωση diesel:	46,60	klt
ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ (k)=	22.007,78	€
ΒΗΜΑ 2°: ΜΕΤΑΒΛΗΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ		
$u = \delta + g * HR \Rightarrow u = \frac{k}{\text{καθαρή_παραγωγή}} \text{ [€/KWh]}$		
Καθαρή παραγωγή μονάδας:	193,50	MWh
ΜΕΤΑΒΛΗΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (u)=	0,114	€/KWh
ΒΗΜΑ 3°: ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΙΣΧΥΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ		
Καθαρή ικανότητα της μονάδας (Q_{max}):	11.800,00	KW
Τεχνικό ελάχιστο της μονάδας (Q_{min}):	6.000,00	KW
AVERAGE=	8900,00	KW

Βήμα 4^ο Υπολογισμός ωριαίου κόστους

ΒΗΜΑ 4α: ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗΣ ΙΣΧΥΟΣ		
$c_{εγκ} = f + u * Q_{εγκ} \Rightarrow c_{εγκ} = 0 + u * Q_{εγκ} [€ / h]$		
Εγκατεστημένη ισχύ της μονάδας ($Q_{εγκ}$):	12.300,00	KW
ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΟ ΩΡΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ($C_{εγκ}$)=	1398,94	€/h
ΒΗΜΑ 4β: ΚΟΣΤΟΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ		
$c_{max} = f + u * Q_{max} \Rightarrow c = 0 + u * Q_{max} [€ / h]$		
ΜΕΓΙΣΤΟ ΩΡΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ (C_{max})=	1342,08	€/h
ΒΗΜΑ 4γ: ΚΟΣΤΟΣ ΕΛΑΧΙΣΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ		
$c_{min} = f + u * Q_{min} \Rightarrow c = 0 + u * Q_{min} [€ / h]$		
ΕΛΑΧΙΣΤΟ ΩΡΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ (C_{min})=	682,41	€/h
ΒΗΜΑ 4δ: ΚΟΣΤΟΣ ΜΕΣΗΣ ΤΙΜΗΣ ΙΣΧΥΟΣ		
$c_{aver} = f + u * Q_{aver} \Rightarrow c = 0 + u * Q_{aver} [€ / h]$		
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΩΡΙΑΙΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ (C_{aver})=	1012,24	€/h

Βήμα 5^ο Ετήσια ανά KW μορφή του κόστους

ΒΗΜΑ 5: ΕΤΗΣΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ		
$k = F + u * H \Rightarrow k = 0 + u * H [€ / KW - έτος]$		
Διαθεσιμότητα της μονάδας:	84,96	%
Ημέρες / μήνα	31	-
Ώρες / ημέρα	24	h
ΕΤΗΣΙΕΣ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (H)=	7585,23	h-έτος
ΕΤΗΣΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (k)=	862,71	€/KW-έτος

Βήμα 6^ο Μηνιαία ανά KW μορφή του κόστους

ΒΗΜΑ 6α: ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (ΙΟΥΛΙΟΣ)		
$k_{\text{ΙΟΥΛΙΟΣ}} = F + u * H_{\text{ΙΟΥΛΙΟΣ}} \Rightarrow k_{\text{ΙΟΥΛΙΟΣ}} = 0 + u * H_{\text{ΙΟΥΛΙΟΣ}} \text{ [€/KW]}$		
Διαθεσιμότητα της μονάδας:	84,96	%
Ημέρες / μήνα	31	-
Ώρες / ημέρα	24	h
ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΏΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (H _{ΙΟΥΛ})=	632,10	h-έτος
ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (k _{ΙΟΥΛ})=	71,89	€/KW
ΒΗΜΑ 6β: ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ)		
$k_{\text{ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ}} = F + u * H_{\text{ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ}} \Rightarrow k_{\text{ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ}} = 0 + u * H_{\text{ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ}} \text{ [€/KW]}$		
Διαθεσιμότητα της μονάδας:	84,96	%
Ημέρες / μήνα	31	-
Ώρες / ημέρα	24	h
ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΏΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (H _{ΑΥΓ})=	632,10	h-έτος
ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (k _{ΑΥΓ})=	71,89	€/KW
ΒΗΜΑ 6γ: ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ)		
$k_{\text{ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ}} = F + u * H_{\text{ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ}} \Rightarrow k_{\text{ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ}} = 0 + u * H_{\text{ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ}} \text{ [€/KW]}$		
Διαθεσιμότητα της μονάδας:	84,96	%
Ημέρες / μήνα	30	-
Ώρες / ημέρα	24	h
ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΏΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (H _{ΣΕΠΤ})=	611,71	h-έτος
ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΑ KW ΜΟΡΦΗ ΚΟΣΤΟΥΣ (k _{ΣΕΠΤ})=	69,57	€/KW

Βήμα 7^ο Το συνολικό ετήσιο κόστος λειτουργίας της μονάδας

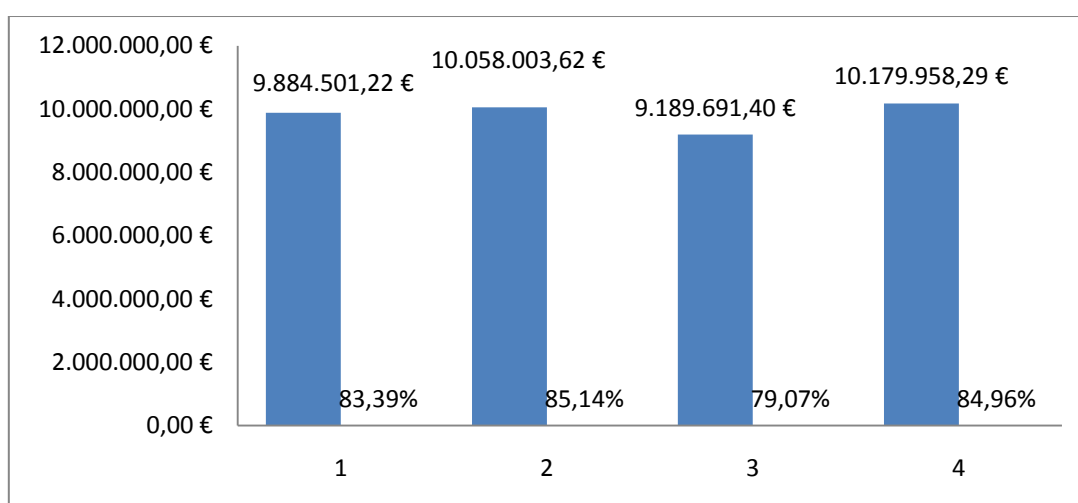
ΒΗΜΑ 7 ^ο : ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΤΗΣΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ		
$K = u * H * Q_{\text{max}} \text{ [€]}$		
ΕΤΗΣΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (K)=	10.179.958,29	€

Βήμα 8^ο Το συνολικό μηνιαίο κόστος λειτουργίας της μονάδας

ΒΗΜΑ 8α: ΜΗΝΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (ΙΟΥΛΙΟΣ)		
$K_{\text{ΙΟΥΛΑ}} = u * H * Q_{\text{max}} \text{ [€]}$		
ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΙΟΥΛΙΟΥ ($K_{\text{ΙΟΥΛ}}$)=	848.329,86	€
ΒΗΜΑ 8β: ΜΗΝΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ)		
$K_{\text{ΑΥΓΟΥΣΤ}} = u * H * Q_{\text{max}} \text{ [€]}$		
ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ ($K_{\text{ΑΥΓ}}$)=	848.329,86	€
ΒΗΜΑ 8γ: ΜΗΝΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ)		
$K_{\text{ΣΕΠΤΕΜ}} = u * H * Q_{\text{max}} \text{ [€]}$		
ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ ($K_{\text{ΣΕΠΤ}}$)=	820.964,38	€

Πίνακας 5.1.8: Ετήσιο κόστος λειτουργίας, ετήσιες ώρες λειτουργίας και ετήσιες διαθεσιμότητες μονάδων diesel

Είδος μονάδας	Μεταβλητό κόστος [€/kWh]	Κόστος καυσίμου [€]	Μέγιστη ισχύς [kW]	Ετήσιο κόστος λειτουργίας	Ετήσιες ώρες λειτουργίας	Ετήσια διαθεσιμότητα μονάδας
DIES1	0,113	29.658,56	11.800	9.884.501,22€	7445.06h	83,39%
DIES2	0,112	11.628,42	11.800	10.058.003,62€	7601.30h	85,14%
DIES3	0,110	22.527,28	11.800	9.189.691,40€	7059.37h	79,07%
DIES4	0,114	22.007,78	11.800	10.179.958,29€	7585.23h	84,96%
Σύνολο				39.312.154,53€		



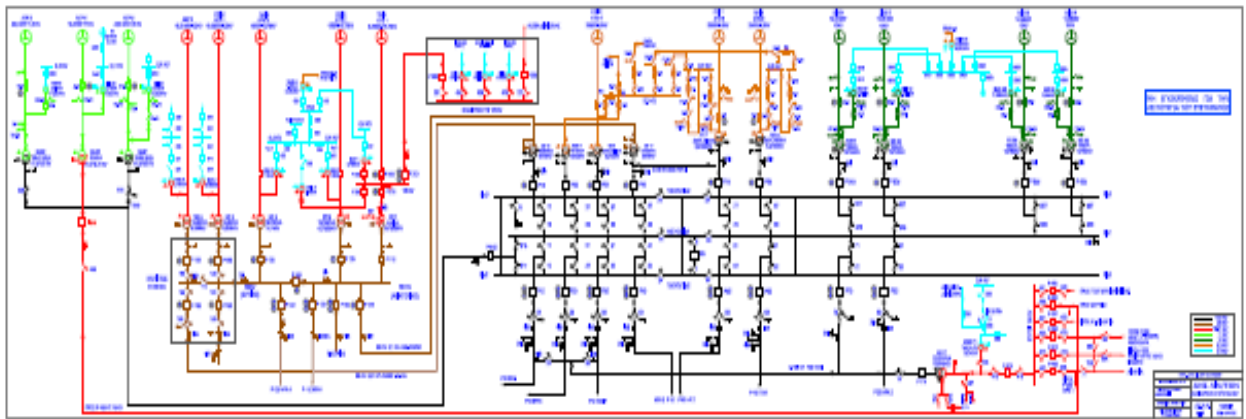
Γράφημα 5.1.3: Ετήσιο κόστος λειτουργίας – διαθεσιμότητας μονάδων diesel

Από τον παραπάνω πίνακα και το γράφημα, παρατηρούμε ότι το υψηλότερο κόστος λειτουργίας το έχει η ντιζολομονάδα 4 διότι έχει το υψηλότερο μεταβλητό κόστος και

μέγιστη ισχύ. Ενώ το μεγαλύτερο ποσοστό διαθεσιμότητας το έχει η ντιζελομονάδα 2 διότι έχει σχετικά τις λιγότερες ανωμαλίες και συντήρηση από τις υπόλοιπες ντιζελομονάδες.

5.2 ΚΟΣΤΟΣ ΠΛΥΣΙΜΑΤΟΣ ΜΟΝΩΤΗΡΩΝ Α.Η.Σ. ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ

Ο Α.Η.Σ. Λινοπεραμάτων είναι με τέτοιο τρόπο σχεδιασμένος όπου οι γεννήτριες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας είναι διαχωρισμένες σε δύο ομάδες με βάση το σχέδιο του Α.Η.Σ. που μας δόθηκε και που φαίνεται στην εικόνα 5.2.1. Ο διαχωρισμός έγινε με βάση την κάλυψη του φορτίου, δηλαδή, η πρώτη ομάδα αποτελείται από τις ατμομονάδες που είναι στο σύνολο τους έξι και που λειτουργούν ως μονάδες βάσης και από δύο αεριοστροβίλους που λειτουργούν ως μονάδες αιχμής. Ενώ η δεύτερη ομάδα αποτελείται από τρεις αεριοστροβίλους που λειτουργούν ως μονάδες αιχμής και από τέσσερις μονάδες diesel που λειτουργούν ως μονάδες αιχμής.

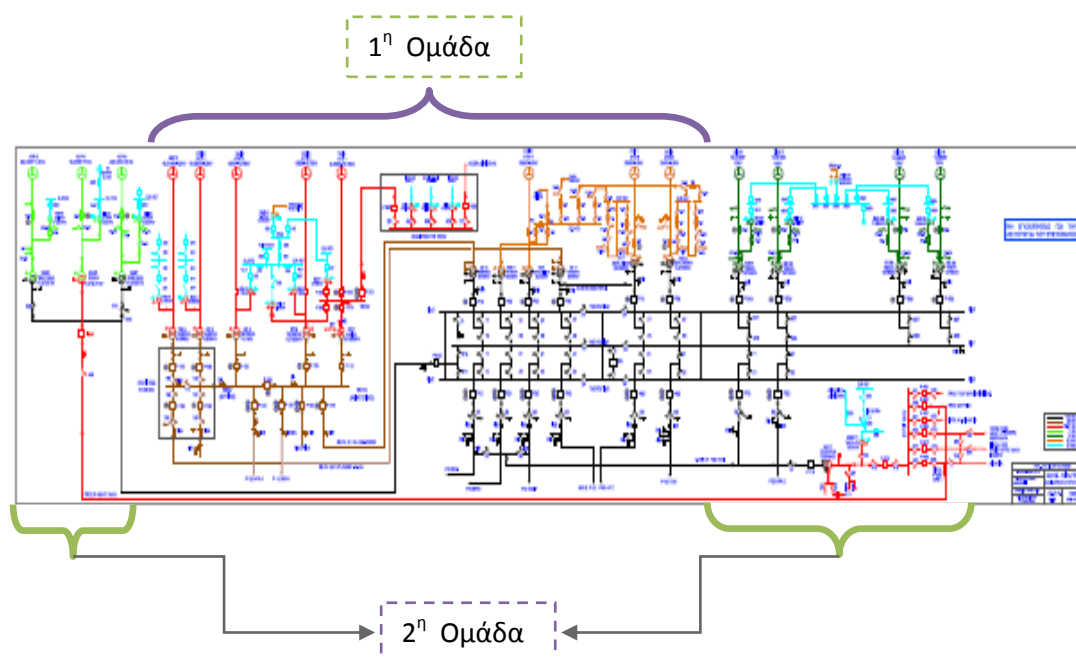


Εικόνα 5.2.9: Μονογραμμικό Α.Η.Σ. Λινοπεραμάτων

ΣΥΜΒΑΤΙΚΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΠΗΓΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΚΡΗΤΗΣ

ΜΟΝΑΔΕΣ	ΕΚΑΤΕ-ΣΤΗΜΕ-ΝΗ ΙΣΧΥΣ	ΚΑΒΑΡΗ ΚΙΛΟ-ΤΩΤΑ	ΜΕΓΕΤΗ ΚΑΠΟΤΗΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ		ΤΕΧΝΟ-ΛΟΓΟ ΤΥΠΟ	ΡΥΘΜΟΣ ΑΙΔΑΛΜΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ (100%)			ΒΑΡΘΟΣ ΑΠΩΔΟ-ΣΗΣ (2004)	ΚΑΤΑΝΑΛΩ-ΣΗ ΘΕΡΜΟ-ΤΗΤΑΣ (2004)	ΜΕΓΙΣΤΟ ΦΟΡΤΙΟ Η.Ο.Κ. 2004	ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ	ΣΙΡΑ ΕΣΤΑ-ΣΗΣ	ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΑΥΤΟΑΥ-ΤΑΝΗΣ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ	ΔΥΝΑΤΟ-ΤΗΤΑ ΚΑΛΗΣ ΨΥΞΕΩΣ ΠΕΡΙΟΥ (θ.Α.Ι)		ΧΑΡΑΚΤΗ-ΡΙΣΤΙΚΑ ΜΟΝΑ-ΔΟΣ	ΚΑΥΣΙΜΟ	
			ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ			μήν	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ												
			MW	MW			MW	MW	MW							Kg/KWh	L/KWh			%
ΑΤΜΟΜΟΝΑΔΕΣ ΑΠΕΡΟΣΤΡΟΒΙΛΟΥΣ	ΑΤΜ. 1 ΑΗΝ.	8,25	6,9	8,25	6,25	1,8	500	0,368	23,967	3590	5,9	ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ	4			240/45	>35h/4h	ΒΑΣΕΩΣ	ΜΑΖΟΥΤ	
	ΑΤΜ. 2 ΑΗΝ.	15	14,3	15	14	7	100 (1000)	0,324	27,160	3198	13,9	ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ	3			90-120/6	>24h/4h	ΒΑΣΕΩΣ		
	ΑΤΜ. 3 ΑΗΝ.	15	14,3	15	14	7	100 (1000)	0,324	27,160	3198	14,3	ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ	3			90-120/6	>24h/4h	ΒΑΣΕΩΣ		
	ΑΤΜ. 4 ΑΗΝ.	25	23,5	25	23	12	100 (1400)	0,303	29,988	2998	23,5	ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ	2			170/70	>40h/8h	ΒΑΣΕΩΣ		
	ΑΤΜ. 5 ΑΗΝ.	25	23,5	25	23	16	1400	0,287	29,970	2900	23,3	ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ	1			280/30	>50h/8h	ΒΑΣΕΩΣ		
	ΑΤΜ. 6 ΑΗΝ.	25	23,5	25	23	18	1400	0,288	30,436	2917	23,9	ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ	1			280/30	>50h/8h	ΒΑΣΕΩΣ		
ΣΥΝ. ΑΤΜ. ΑΗΝ.	111,25	106	111,25	111,25	55,8		0,306	28,520	3016	102,4										
ΔΙΕΣΕΛ ΜΟΝΑΔΕΣ	DIES. 1 ΑΗΝ.	12,28	11,8	11	11	3	1500	0,200	3,230	43,344	1969	11,1	ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ	7	ΝΑΙ		11		ΑΙΧΜΗΣ	ΜΑΖΟΥΤ
	DIES. 2 ΑΗΝ.	12,28	11,8	11	11	3	1500	0,205	3,235	43,343	1969	10,9	ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ	7	ΝΑΙ		11		ΑΙΧΜΗΣ	
	DIES. 3 ΑΗΝ.	12,28	11,8	11	11	3	1500	0,198	3,227	44,404	1909	11,3	ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ	7	ΝΑΙ		11		ΑΙΧΜΗΣ	
	DIES. 4 ΑΗΝ.	12,28	11,8	11	11	6	1500	0,199	3,228	44,283	1943	11,3	ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ	7	ΝΑΙ		11		ΑΙΧΜΗΣ	
	ΣΥΝ. DIES. ΑΗΝ.	49,12	47,2	44	44	15		0,200	3,230	43,381	1966									
ΔΙΕΣΕΛ ΟΙΛ	ΑΕΡ. 1 ΑΗΝ.	16,2	15	14	13	3	1800 (2000)	0,485	21,099	4078	14,5	ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ	18 (17)	ΝΑΙ			8		ΑΙΧΜΗΣ	DIESEL OIL
	ΑΕΡ. 2 ΑΗΝ.	16,2	15	13	13	3	1800 (2000)	0,495	20,888	4183	15,2	ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ	17 (16)	ΝΑΙ			8		ΑΙΧΜΗΣ	
	ΑΕΡ. 3 ΑΗΝ.	43,3	43	41	38	5	4000 (6000)	0,305	33,465	2571	43	PIC	9		ΝΑΙ	9		ΑΙΧΜΗΣ		
	ΑΕΡ. 4 ΑΗΝ.	14,7	13,6	14	13	3	3000	0,362	28,229	3048	13,5	PIC	13			3		ΑΙΧΜΗΣ		
	ΑΕΡ. 5 ΑΗΝ.	33,4	32	32	29	3	4600 (11000)	0,303	33,789	2546	30	PIC	11		ΝΑΙ	9		ΑΙΧΜΗΣ		
	ΣΥΝ. ΑΕΡ. ΑΗΝ.	123,8	119,5	114	106	17		0,328	31,143	2763										

1^η Περίπτωση: Έτσι λοιπόν στην πρώτη περίπτωση γίνεται διαχωρισμός των μονάδων του Α.Η.Σ. Λινοπεραμάτων σε δύο ομάδες, με βάση αυτά που αναφέρθηκαν παραπάνω, όπως φαίνεται στην εικόνα 5.2.2. Όπου η πρώτη ομάδα αποτελείται κυρίως από της μονάδες βάσεως και η δεύτερη ομάδα αποτελείται από μονάδες αιχμής.



Εικόνα 5.2.2: 1^η περίπτωση διαχωρισμού του Α.Η.Σ Λινοπεραμάτων

Στον πίνακα 5.2.1 υπολογίζεται το συνολικό ετήσιο κόστος της 1^{ης} ομάδας για το έτος 2009, και στον πίνακα 5.2.2 υπολογίζεται το συνολικό ετήσιο κόστος της 2^{ης} ομάδας για το έτος 2009. Στον πίνακα 5.2.3 υπολογίζεται το μηνιαίο κόστος της 1^{ης} ομάδας για τους μήνες που λαμβάνει χώρα το πλύσιμο των μονάδων, δηλαδή τους μήνες Ιούλιο - Αύγουστο – Σεπτέμβριο για το έτος 2009. Στον πίνακα 5.2.4 υπολογίζεται το μηνιαίο κόστος της 2^{ης} ομάδας για τους μήνες που λαμβάνει χώρα το πλύσιμο των μονάδων, δηλαδή τους μήνες Ιούλιο, Αύγουστο, Σεπτέμβριο για το έτος 2009.

1^η ομάδα :

Πίνακας 5.2.2: ετήσιο κόστος μονάδων 2009

Μονάδες	Ετήσιο κόστος λειτουργίας [€]	Εγκατεστημένη Ισχύς [MW]
Ατμ 1	-	6.2
Ατμ 2	11.203.485,77€	15
Ατμ 3	11.544.663,03€	15
Ατμ 4	18.239.414,51€	25
Ατμ 5	17.913.559,18€	25
Ατμ 6	17.864.679,59€	25
Αερ 1	-	16.2
Αερ2	32.745.113,52€	16.2
Συνολικό ετήσιο κόστος	109.510.951,6€	143.6 MW

2^η ομάδα :

Πίνακας 5.2.3: ετήσιο κόστος μονάδων 2009

Μονάδες	Ετήσιο κόστος λειτουργίας [€]	Εγκατεστημένη ισχύς [MW]
Αερ 3	55.140.673,38	43.3
Αερ 4	22.952.206,45	14.7
Αερ 5	36.342.804,6	33.4
Dies 1	9.884.501,22	12.3
Dies 2	10.058.003,62	12.3
Dies 3	9.189.691,40	12.3
Dies 4	10.179.958,29	12.3
Συνολικό ετήσιο κόστος	153.747.839€	140.6 MW

Από τον πίνακα 5.2.1 και 5.2.2 παρατηρούμε ότι η 2^η ομάδα που αποτελείται από 4 ντιζελογεννήτριες και 3 αεριοστρόβιλους, έχει υψηλότερο κόστος λειτουργίας σε σχέση με την 1^η ομάδα κατά 43.000.000€ περίπου, παρ' όλο που η εγκατεστημένη ισχύς της είναι μικρότερη από την 1^η ομάδα.

1^η ομάδα :

Πίνακας 5.2.4: μηνιαίο κόστος μονάδων Ιουλίου – Αυγούστου – Σεπτεμβρίου 2009

Μονάδες	Μηνιαίο κόστος λειτουργίας Ιουλίου - Αυγούστου [€]	Μηνιαίο κόστος λειτουργίας Σεπτεμβρίου [€]
Ατμ 1	-	-
Ατμ 2	933.623,81	903.506,92
Ατμ 3	962.055,25	931.021,21
Ατμ 4	1.519.951,21	1.470.920,53
Ατμ 5	1.492.796,60	1.444.641,87
Ατμ 6	1.488.723,30	1.440.699,97
Αερ 1	-	-
Αερ2	2.728.759,46	2.640.734,96
Συνολικό μηνιαίο κόστος	9.125.909,63€	8.831.525,46€

2^η ομάδα:

Πίνακας 5.2.4: μηνιαίο κόστος μονάδων Ιουλίου – Αυγούστου – Σεπτεμβρίου 2009

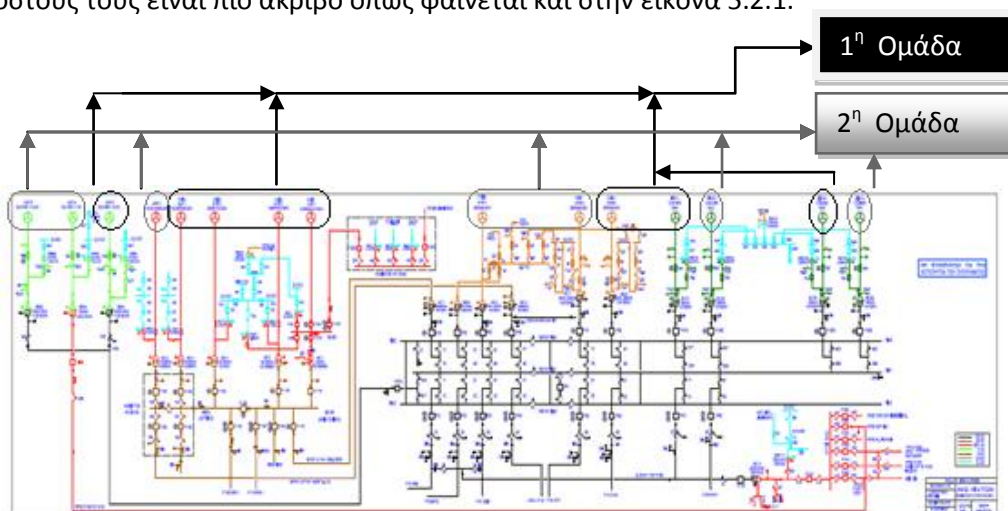
Μονάδες	Μηνιαίο κόστος λειτουργίας Ιουλίου - Αυγούστου [€]	Μηνιαίο κόστος λειτουργίας Σεπτεμβρίου [€]
Αερ 3	4.595.056,11	4.446.828,50
Αερ 4	1.912.683,87	1.850.984,39
Αερ 5	3.028.567,05	2.930.871,34
Dies 1	823.708,43	797.137,20
Dies 2	838.166,97	811.129,32
Dies 3	765.807,62	741.104,15
Dies 4	848.329,86	820.964,38
Συνολικό μηνιαίο κόστος	12.812.319,91€	12.399.019,28€

Από τον πίνακα 5.2.3 και 5.2.4 παρατηρούμε ότι η 2^η ομάδα που αποτελείται από 4 ντιζελογεννήτριες και 3 αεριοστρόβιλους έχει υψηλότερο κόστος λειτουργίας σε σχέση με την 1^η ομάδα κατά 3.500.000€ για τους μήνες Ιούλιο – Αύγουστο και κατά 4.000.000€ για το μήνα Σεπτέμβριο.

Στις περιπτώσεις 2 και 3 που ακολουθούν γίνεται διαχωρισμός του Α.Η.Σ. Λινοπεραμάτων σε δυο ομάδες, με την προϋπόθεση ότι ο Α.Η.Σ. Λινοπεραμάτων είναι μια νέα εγκατάσταση που θα πραγματοποιηθεί στο μέλλον. Ο λόγος για τον οποίο γίνεται αυτή η διαδικασία είναι για να βρούμε τις βέλτιστες ομάδες μονάδων από θέμα κόστους και κάλυψης φορτίου, δηλαδή, το κόστος και η εγκατεστημένη ισχύς να ισομυράζεται μεταξύ τους έτσι ώστε στην περίπτωση του κόστους, όταν μια ομάδα βγει εκτός και επανέλθει, να κοστίζει περίπου τα ίδια χρήματα με την ομάδα που είναι εν λειτουργία στο σύστημα. Γιατί, όταν η διαδικασία του πλυσίματος ολοκληρωθεί η ομάδα που ήταν εκτός θα επανέλθει στο σύστημα και την θέση της θα πάρει η δεύτερη ομάδα για να ξαναγίνει η διαδικασία αυτή. Και από το θέμα κάλυψης του φορτίου θα πρέπει η ομάδα που είναι εν λειτουργία στο σύστημα να μπορεί να καλύψει την ζήτηση της ομάδας που βγήκε εκτός, αν όχι 100% ένα 50% και το υπόλοιπο από άλλο σταθμό παραγωγής (Χανίων-Αθρινόλακου) ή εξολοκλήρου κάλυψη από αυτούς τους Α.Η.Σ. Για αυτό λοιπόν, η εγκατεστημένη ισχύς της πρώτης ομάδας πρέπει να είναι περίπου ίση με την εγκατεστημένη ισχύ της δεύτερης ομάδας. Για να επιτευχθούν τα παραπάνω ζητούμενα λήφθηκαν υπόψη δύο περιπτώσεις (2^η και 3^η), όπου στην 2^η έγινε διαχωρισμός των ομάδων μεταξύ φθηνών και ακριβών χωρίς να ληφθεί υπόψη η εγκατεστημένη ισχύς των ομάδων. Και στην 3^η περίπτωση έγινε ισοκαταμερισμός του κόστους και της εγκατεστημένης ισχύος.

Εδώ να τονιστεί ότι ο διαχωρισμός των ομάδων από το θέμα της κάλυψης του φορτίου είναι ότι και οι δύο ομάδες θα πρέπει να έχουν μονάδες που να καλύπτουν φορτία βάσης, κυμαινόμενα και αιχμής, για να είναι λειτουργικά σωστό και να υπάρχει το θέμα της ευελιξίας σε διάφορες καταστάσεις ζήτησης φορτίου.

2^η Περίπτωση: η πρώτη ομάδα αποτελείται από μονάδες βάσεως και αιχμής που το κόστος τους είναι φθηνό και η δεύτερη ομάδα αποτελείται από μονάδες βάσεως και αιχμής που το κόστους τους είναι πιο ακριβό όπως φαίνεται και στην εικόνα 5.2.1.



Εικόνα 5.2.3: Ομάδες 2^{ης} περίπτωσης

- Στον πίνακα 5.2.5 υπολογίζεται το συνολικό ετήσιο κόστος της 1^{ης} ομάδας για το έτος 2009.
- Στον πίνακα 5.2.6 υπολογίζεται το συνολικό ετήσιο κόστος της 2^{ης} ομάδας για το έτος 2009.
- Στον πίνακα 5.2.7 υπολογίζεται το μηνιαίο κόστος της 1^{ης} ομάδας για τους μήνες που λαμβάνει χώρα το πλύσιμο των μονάδων, δηλαδή τους μήνες Ιούλιο - Αύγουστο – Σεπτέμβριο για το έτος 2009.
- Στον πίνακα 5.2.8 υπολογίζεται το μηνιαίο κόστος της 2^{ης} ομάδας για τους μήνες που λαμβάνει χώρα το πλύσιμο των μονάδων, δηλαδή τους μήνες Ιούλιο, Αύγουστο, Σεπτέμβριο για το έτος 2009.

1^η ομάδα :

Πίνακας 5.2.5: ετήσιο κόστος μονάδων 2009

Μονάδες	Ετήσιο κόστος Λειτουργίας [€]
Ατμ 1	-
Ατμ 2	11.203.485,77
Ατμ 3	11.544.663,03
Ατμ 6	17.864.679,59
Αερ 1	-
Αερ 4	22.952.206,45
Dies 1	9.884.501,22
Dies 3	9.189.691,40
Συνολικό ετήσιο κόστος	82.639.227,46€

2^η ομάδα:

Πίνακας 5.2.6: ετήσιο κόστος μονάδων 2009

Μονάδες	Ετήσιο κόστος Λειτουργίας [€]
Ατμ 4	18.239.414,51
Ατμ 5	17.913.559,18
Αερ2	32.745.113,52
Αερ 3	55.140.673,38
Αερ 5	36.342.804,6
Dies 2	10.058.003,62
Dies 4	10.179.958,29
Συνολικό ετήσιο κόστος	180.619.527,1€

Από τον πίνακα 5.2.5 και 5.2.6 παρατηρούμε ότι η 2^η ομάδα που αποτελείται από 2 ντιζελογεννήτριες, 3 αεριοστροβίλους και 2 ατμομονάδες, έχει υψηλότερο κόστος λειτουργίας σε σχέση με την 1^η ομάδα κατά 100.000.000€.

1^η ομάδα:

Πίνακας 5.2.7: μηνιαίο κόστος μονάδων Ιουλίου – Αυγούστου – Σεπτεμβρίου 2009

Μονάδες	Μηνιαίο κόστος λειτουργίας Ιουλίου - Αυγούστου [€]	Μηνιαίο κόστος λειτουργίας Σεπτεμβρίου [€]
Ατμ 1	-	-
Ατμ 2	933.623,81	903.506,92
Ατμ 3	962.055,25	931.021,21
Ατμ 6	1.488.723,30	1.440.699,97
Αερ 1	-	-
Αερ4	1.912.683,87	1.850.984,39
Dies 1	823.708,43	797.137,2
Dies 3	765.807,62	741.104,15
Συνολικό μηνιαίο κόστος	6.886.602,28€	6.664.453,84€

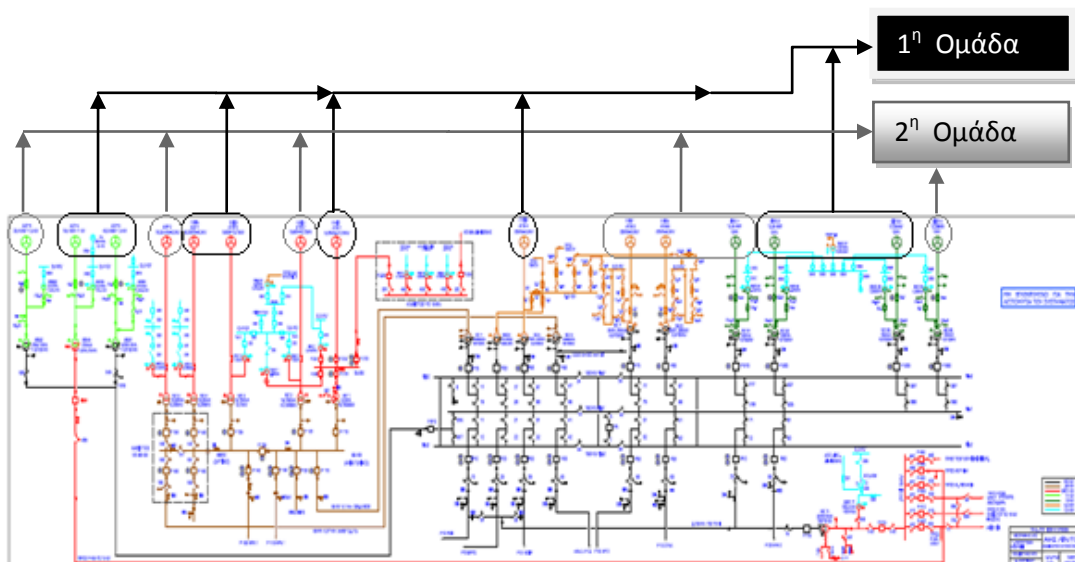
2^η ομάδα:

Πίνακας 5.2.8: μηνιαίο κόστος μονάδων Ιουλίου – Αυγούστου – Σεπτεμβρίου 2009

Μονάδες	Μηνιαίο κόστος λειτουργίας Ιουλίου - Αυγούστου [€]	Μηνιαίο κόστος λειτουργίας Σεπτεμβρίου [€]
Ατμ 4	1.519.951,21	1.470.920,53
Ατμ 5	1.492.796,60	1.444.641,87
Αερ2	2.728.759,46	2.640.734,96
Αερ 3	4.595.056,11	4.446.828,50
Αερ 5	3.028.567,05	2.930.871,34
Dies 2	838.166,97	811.129,32
Dies 4	848.329,86	820.964,38
Συνολικό μηνιαίο κόστος	15.051.627,26€	14.566.090,9€

Από τον πίνακα 5.2.7 και 5.2.8 παρατηρούμε ότι η 2^η ομάδα που αποτελείται από 2 ντιζελογεννήτριες, 3 αεριοστροβίλους και 2 ατμομονάδες, έχει υψηλότερο κόστος λειτουργίας σε σχέση με την 1^η ομάδα κατά 8.000.000€ περίπου για τους μήνες Ιούλιο – Αύγουστο και Σεπτέμβριο.

3^η Περίπτωση: Ο διαχωρισμός του Α.Η.Σ. Λινοπεραμάτων γίνεται σε δυο ομάδες. Όπου και οι δύο ομάδες αποτελούνται από μονάδες βάσεως και αιχμής και το κόστος και η εγκατεστημένη ισχύς τους είναι ισοκαταμερισμένα όπως φαίνεται στην εικόνα 5.2.2.



Εικόνα 5.2.4: Ομάδες 3^{ης} περίπτωσης

- Στον πίνακα 5.2.9 υπολογίζεται το συνολικό ετήσιο κόστος της 1^{ης} ομάδας για το έτος 2009.
- Στον πίνακα 5.2.10 υπολογίζεται το συνολικό ετήσιο κόστος της 2^{ης} ομάδας για το έτος 2009.
- Στον πίνακα 5.2.11 υπολογίζεται το μηνιαίο κόστος της 1^{ης} ομάδας για τους μήνες που λαμβάνει χώρα το πλύσιμο των μονάδων, δηλαδή τους μήνες Ιούλιο - Αύγουστο – Σεπτέμβριο για το έτος 2009.
- Στον πίνακα 5.2.12 υπολογίζεται το μηνιαίο κόστος της 2^{ης} ομάδας για τους μήνες που λαμβάνει χώρα το πλύσιμο των μονάδων, δηλαδή τους μήνες Ιούλιο, Αύγουστο, Σεπτέμβριο για το έτος 2009.

1^η ομάδα:

Πίνακας 5.2.9: ετήσιο κόστος μονάδων 2009

Μονάδες	Ετήσιο κόστος λειτουργίας [€]	Εγκατεστημένη ισχύς [MW]
Ατμ 1	-	6,2
Ατμ 3	11.544.663,03	15
Ατμ 4	18.239.414,51	25
Αερ 1	-	16,2
Αερ 3	55.140.673,38	43,3
Αερ 4	22.952.206,45	14,7
Dies 2	10.058.003,62	12,3
Dies 3	9.189.691,40	12,3
ΣΥΝΟΛΟ	127.124.652,39€	145 MW

2^η ομάδα:

Πίνακας 5.2.10: ετήσιο κόστος μονάδων 2009

Μονάδες	Ετήσιο κόστος Λειτουργίας [€]	Εγκατεστημένη ισχύς [MW]
Ατμ 2	11.203.485,77	15
Ατμ 5	17.913.559,18	25
Ατμ 6	17.864.679,59	25
Αερ 2	32.745.113,25	16,2
Αερ 5	36.342.804,60	33,4
Dies 1	9.884.501,22	12,3
Dies 4	10.179.958,29	12,3
ΣΥΝΟΛΟ	136.134.101,90€	139,2 MW

Από τον πίνακα 5.2.9 και 5.2.10 παρατηρούμε ότι η 2^η ομάδα που αποτελείται από 2 ντιζελογεννήτριες 2 αεριοστροβίλους και 3 ατμομονάδες, έχει υψηλότερο κόστος λειτουργίας σε σχέση με την 1^η ομάδα κατά 9.000.000€ περίπου.

1^η ομάδα:

Πίνακας 5.2.11: μηνιαίο κόστος μονάδων Ιουλίου – Αυγούστου – Σεπτεμβρίου 2009

Μονάδες	Μηνιαίο κόστος λειτουργίας Ιουλίου - Αυγούστου [€]	Μηνιαίο κόστος λειτουργίας Σεπτεμβρίου [€]
Ατμ 1	-	-
Ατμ 3	962.055,25	931.021,21
Ατμ 4	1.519.951,21	1.470.920,53
Αερ 1	-	-
Αερ 3	4.595.056,11	4.446.828,50
Αερ 4	1.912.683,87	1.850.984,39
Dies 2	838.166,97	811.129,32
Dies 3	765.807,62	741.104,15
Συνολικό μηνιαίο κόστος	10.593.721,03€	10.251.988,10€

2^η ομάδα:

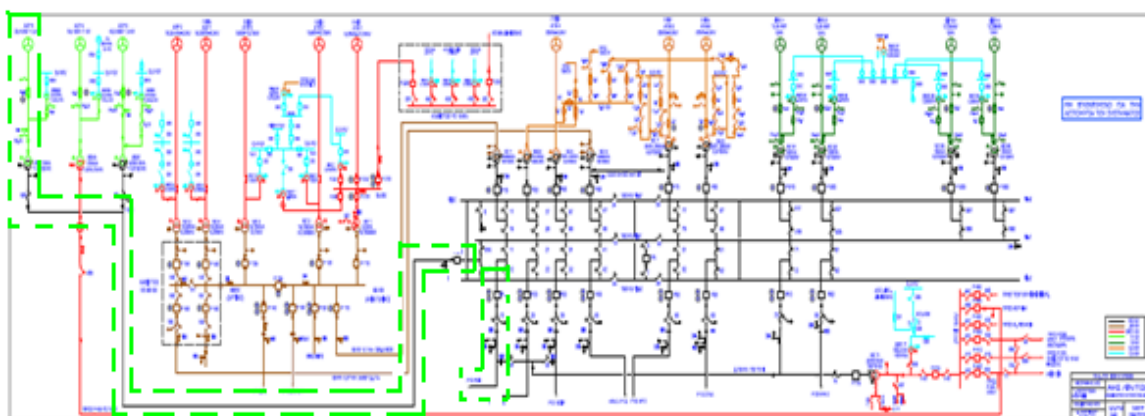
Πίνακας 5.2.12: μηνιαίο κόστος μονάδων Ιουλίου – Αυγούστου – Σεπτεμβρίου 2009

Μονάδες	Μηνιαίο κόστος λειτουργίας Ιουλίου - Αυγούστου [€]	Μηνιαίο κόστος λειτουργίας Σεπτεμβρίου [€]
Ατμ 2	933.623,81	903.506,92
Ατμ 5	1.492.796,60	1.444.641,87
Ατμ 6	1.488.723,30	1.440.699,97
Αερ 2	2.728.759,46	2.640.734,96
Αερ 5	3.028.567,05	2.930.871,34
Dies 1	823.708,43	797.137,20
Dies 4	848.329,86	820.964,38
Συνολικό μηνιαίο κόστος	11.151.988,85€	10.978.556,64€

Από τον πίνακα 5.2.11 και 5.2.12 παρατηρούμε ότι η 2^η ομάδα που αποτελείται από 2 ντιζελογεννήτριες, 2 αεριοστροβίλους και 3 ατμομονάδες, έχει υψηλότερο κόστος λειτουργίας σε σχέση με την 1^η ομάδα κατά 600.000€ περίπου για τους μήνες Ιούλιο – Αύγουστο και Σεπτέμβριο.

5.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ RTV ΥΛΙΚΩΝ ΣΤΟΝ Α.Η.Σ. ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ

Σε αυτή την ενότητα πραγματοποιούνται οι υπολογισμοί του κόστους τοποθέτησης των υλικών RTVs στον Α.Η.Σ. Λινοπεραμάτων, και για τα τρία υλικά που αναφέρονται στο κεφάλαιο 3. Ο ΑΗΣ Λινοπεραμάτων αποτελείται από 21 πύλες των 150KV και από 7 πύλες των 66KV. Πύλη ορίζεται η γραμμή που ξεκινάει από την εκάστοτε γεννήτρια και καταλήγει στο ζυγό (ο Α.Η.Σ. Λινοπεραμάτων διαθέτει ζυγούς 150KV και 66KV), καθώς επίσης και οι γραμμές αναχώρησης από τους ζυγούς όπως φαίνεται ενδεικτικά στην εικόνα 5.3.1 με τις διακεκομμένες πράσινες γραμμές.



Εικόνα 10.3.1: ένδειξη πύλης

Οι υπολογισμοί του κόστους τοποθέτησης λοιπόν γίνονται ξεχωριστά για τις πύλες των 150KV και ξεχωριστά για τις πύλες των 66KV. Το κόστος αγοράς του υλικού για τα τρία υλικά ξεχωριστά έχει λυφθεί υπόψη από το κεφάλαιο 3 και ειδικότερα από την παράγραφο 3.8.

Για να καλυφθεί μια πύλη 150KV με RTVs χρειάζεται 80 kg υλικό RTVs, ενώ μια πύλη 66KV χρειάζεται 30 kg υλικό RTVs. Παρακάτω πραγματοποιούνται οι υπολογισμοί του κόστους τοποθέτησης του υλικού με την κλασική μέθοδο, αλλά και σε πρόγραμμα φύλλου excel.

➤ Για το **υλικό Νο 1:**

Το κόστος αγοράς του υλικού στο 1 kg ανέρχεται στα 66,83€, όπως έχει υπολογιστή στο κεφάλαιο 3.

- Για τις 21 πύλες χρειαζόμαστε $21\text{πύλες} * 80\text{kg} = 1680\text{kg}$

Το 1 kg κοστίζει 66,83€, τα 80 kg που χρειάζεται μια πύλη κοστίζουν:

$$x = \frac{80\text{kg} * 66,83\text{€}}{1\text{kg}} \Rightarrow x = 5.346,4\text{€}$$

Οπότε το Κόστος Τοποθέτησης 1πύλης 150KV = (Κόστος Αγοράς) + (Κόστος Εργασίας)

$$\text{Κόστος Τοποθέτησης 1 πύλης 150KV} = 5.346,4\text{€} + 2.160\text{€} \Rightarrow$$

$$\text{Κόστος Τοποθέτησης 1 πύλης 150KV} = 7.506,4\text{€}$$

Άρα το Κόστος Τοποθέτησης για τις 21πύλης των 150KV είναι:

$$21\text{πύλες} * 7.506,4\text{€/πύλη} = 157.634,4\text{€}$$

$$\text{Κόστος Τοποθέτησης για τις 21 πύλης των 150KV} = 157.634,4\text{€}$$

- Για τις 7 πύλες χρειαζόμαστε $7\text{πύλες} * 30\text{kg} = 210\text{kg}$

Το 1 kg κοστίζει 66,83€, τα 30 kg που χρειάζεται μια πύλη κοστίζουν:

$$x = \frac{30\text{kg} * 66,83\text{€}}{1\text{kg}} \Rightarrow x = 2004,9\text{€}$$

Οπότε το Κόστος Τοποθέτησης 1πύλης 66KV = (Κόστος Αγοράς) + (Κόστος Εργασίας)

$$\text{Κόστος Τοποθέτησης 1 πύλης 66KV} = 2004,9\text{€} + 2160\text{€} \Rightarrow$$

$$\text{Κόστος Τοποθέτησης 1 πύλης 66KV} = 4164,9\text{€}$$

Άρα το Κόστος Τοποθέτησης για τις 7πύλης των 66KV είναι:

$$7\text{πύλες} * 4164,9\text{€/πύλη} = 29.154,3\text{€}$$

$$\text{Κόστος Τοποθέτησης για τις 7 πύλης των 66KV} = 29.154,3\text{€}$$

Το κόστος τοποθέτησης των RTVs για τον ΑΗΣ Λινοπεραμάτων ανέρχεται στο ποσό των :

$$\boxed{157.634,4\text{€} + 29.154,3\text{€} = 186.788,7\text{€}}$$

ΚΟΣΤΟΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ RTV ΥΛΙΚΩΝ ΣΤΟΝ Α.Η.Σ. ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ		
ΠΥΛΗ 150KV		
ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΥΛΩΝ:	21	-
ΤΑΣΗ:	150	KV
ΥΛΙΚΟ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗΣ:	80	Kg
ΚΟΣΤΟΣ ΚΙΛΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗΣ	66,83	€
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΠΥΛΩΝ=	1.680,00	Kg
ΚΟΣΤΟΣ ΑΓΟΡΑΣ ΥΛΙΚΟΥ 1 ΠΥΛΗΣ=	5.346,40	€
Κόστος Τοποθέτησης 1 πύλης = Κόστος_αγοράς + κόστος_εργασίας		
ΚΟΣΤΟΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ=	7.506,40	€
Συνολικό_κόστος τοποθέτησης		
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ=	157.634,40	€
ΠΥΛΗ 66KV		
ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΥΛΩΝ:	7	-
ΤΑΣΗ:	66	KV
ΥΛΙΚΟ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗΣ:	30	Kg
ΚΟΣΤΟΣ ΚΙΛΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗΣ	66,83	€
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΠΥΛΩΝ=	210,00	Kg
ΚΟΣΤΟΣ ΑΓΟΡΑΣ ΥΛΙΚΟΥ 1 ΠΥΛΗΣ=	2.004,90	€
Κόστος Τοποθέτησης 1 πύλης = Κόστος_αγοράς + κόστος_εργασίας		
ΚΟΣΤΟΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ=	4.164,90	€
Συνολικό_κόστος τοποθέτησης		
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ=	29.154,30	€
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ RTV ΣΤΟΝ Α.Η.Σ.		
	186.788,70	€

Εικόνα 5.3.2: Αποτελέσματα από το πρόγραμμα σε φύλλο excel

Πίνακας 5.3.1: Πίνακας αποτελεσμάτων για το κόστος τοποθέτησης του υλικού RTVs στον Α.Η.Σ. Λινοπεραμάτων για το υλικό No 1.

ΥΛΙΚΟ No 1		Κόστος κίλου υλικού επικάλυψης	Αριθμός πυλών	Κόστος αγοράς υλικού μιας πύλης	Κόστος εργασίας	Κόστος τοποθέτησης μιας πύλης	Συνολικό κόστος τοποθέτησης	Κόστος τοποθέτησης Α.Η.Σ Λινοπεραμάτων
		Πύλες 150KV	66,83€	21	5.346,4€	2.160€	7.506,40€	157.634,40€
Πύλες 66KV	66,83€	7	2.004,90€	2.160€	4.164,9€	29.154,30€		

Το συνολικό κόστος τοποθέτησης είναι συνάρτηση του κόστους τοποθέτησης μιας πύλης (το οποίο με τη σειρά του είναι συνάρτηση του κόστους αγοράς του υλικού μιας πύλης και του κόστους εργασίας μιας πύλης) και τον αριθμό των πυλών, για αυτό το λόγο λοιπόν όπως φαίνεται από τον παραπάνω πίνακα το κόστος των πυλών των 150KV είναι κατά 5,4 φορές μεγαλύτερο από το κόστος των πυλών των 66KV.

Επιπρόσθετα, το κόστος τοποθέτησης υλικού του Α.Η.Σ Λινοπεραμάτων είναι το άθροισμα του συνολικού κόστους τοποθέτησης των 21 πυλών των 150KV και του συνολικού κόστους τοποθέτησης των 7 πυλών των 66KV.

➤ Για το **υλικό Νο 2:**

Το κόστος αγοράς του υλικού στο 1 kg ανέρχεται στα 51,12€, όπως έχει υπολογιστεί στο κεφάλαιο 3.

- Για τις 21 πύλες χρειαζόμαστε $21\text{πύλες} * 80\text{kg} = 1680\text{kg}$

Το 1 kg κοστίζει 51,12€, τα 80 kg που χρειάζεται μια πύλη κοστίζουν:

$$x = \frac{80\text{kg} * 51,12\text{€}}{1\text{kg}} \Rightarrow x = 4089,6\text{€}$$

Οπότε το Κόστος Τοποθέτησης 1πύλης 150KV = (Κόστος Αγοράς) + (Κόστος Εργασίας)

$$\text{Κόστος Τοποθέτησης 1 πύλης 150KV} = 4089,6\text{€} + 2160\text{€} \Rightarrow$$

$$\text{Κόστος Τοποθέτησης 1 πύλης 150KV} = 6249,6\text{€}$$

Άρα το Κόστος Τοποθέτησης για τις 21πύλης των 150KV είναι:

$$21\text{πύλες} * 6249,6\text{€} = 131.241,6\text{€}$$

$$\text{Κόστος Τοποθέτησης για τις 21 πύλης των 150KV} = 131.241,6\text{€}$$

- Για τις 7 πύλες χρειαζόμαστε $7\text{πύλες} * 30\text{kg} = 210\text{kg}$

Το 1 kg κοστίζει 51,12€, τα 30 kg που χρειάζεται μια πύλη κοστίζουν:

$$x = \frac{30\text{kg} * 51,12\text{€}}{1\text{kg}} \Rightarrow x = 1533,6\text{€}$$

Οπότε το Κόστος Τοποθέτησης 1πύλης 66KV = (Κόστος Αγοράς) + (Κόστος Εργασίας)

$$\text{Κόστος Τοποθέτησης 1 πύλης 66KV} = 1533,6\text{€} + 2160\text{€} \Rightarrow$$

$$\text{Κόστος Τοποθέτησης 1 πύλης 66KV} = 3693,6\text{€}$$

Άρα το Κόστος Τοποθέτησης για τις 7πύλης των 66KV είναι:

$$7\text{πύλες} * 3693,6\text{€/πύλη} = 25.855,2\text{€}$$

$$\text{Κόστος Τοποθέτησης για τις 7 πύλες των 66KV} = 25.855,2\text{€}$$

Το κόστος τοποθέτησης των RTVs για τον ΑΗΣ Λινοπεραμάτων ανέρχεται στο ποσό των :

$$\boxed{131.241,6\text{€} + 25.855,2\text{€} = 157.096,8\text{€}}$$

ΚΟΣΤΟΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ RTV ΥΛΙΚΩΝ ΣΤΟΝ Α.Η.Σ. ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ		
ΠΥΛΗ 150KV		
ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΥΛΩΝ:	21	-
ΤΑΣΗ:	150	KV
ΥΛΙΚΟ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗΣ:	80	Kg
ΚΟΣΤΟΣ ΚΙΛΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗΣ	51,12	€
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΠΥΛΩΝ=	1.680,00	Kg
ΚΟΣΤΟΣ ΑΓΟΡΑΣ ΥΛΙΚΟΥ 1 ΠΥΛΗΣ=	4.089,60	€
$\text{Κόστος Τοποθέτησης 1 πύλης} = \text{Κόστος αγοράς} + \text{κόστος εργασίας}$		
ΚΟΣΤΟΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ=	6.249,60	€
$\text{Συνολικό κόστος τοποθέτησης}$		
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ=	131.241,60	€
ΠΥΛΗ 66KV		
ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΥΛΩΝ:	7	-
ΤΑΣΗ:	66	KV
ΥΛΙΚΟ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗΣ:	30	Kg
ΚΟΣΤΟΣ ΚΙΛΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗΣ	51,12	€
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΠΥΛΩΝ=	210,00	Kg
ΚΟΣΤΟΣ ΑΓΟΡΑΣ ΥΛΙΚΟΥ 1 ΠΥΛΗΣ=	1.533,60	€
$\text{Κόστος Τοποθέτησης 1 πύλης} = \text{Κόστος αγοράς} + \text{κόστος εργασίας}$		
ΚΟΣΤΟΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ=	3.693,60	€
$\text{Συνολικό κόστος τοποθέτησης}$		
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ=	25.855,20	€
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ RTV ΣΤΟΝ Α.Η.Σ. 157.096,80 €		

Εικόνα 5.3.3: Αποτελέσματα από το πρόγραμμα σε φύλλο excel

Πίνακας 5.3.2: Πίνακας αποτελεσμάτων για το κόστος τοποθέτησης του υλικού RTVs στον Α.Η.Σ. Λινοπεραμάτων για το υλικό No 2.

ΥΛΙΚΟ No 2		Κόστος κίλου υλικού επικάλυψης	Αριθμός πυλών	Κόστος αγοράς υλικού μιας πύλης	Κόστος εργασίας	Κόστος τοποθέτησης μιας πύλης	Συνολικό κόστος τοποθέτησης	Κόστος τοποθέτησης Α.Η.Σ Λινοπεραμάτων
		Πύλες 150KV	51,12€	21	4.089,60€	2.160€	6.249,60€	131.241,60€
Πύλες 66KV	51,12€	7	1.533,60€	2.160€	3.693,60€	25.855,20€		

Όπως φαίνεται από τον παραπάνω πίνακα το κόστος των πυλών των 150KV είναι κατά 5 φορές μεγαλύτερο από το κόστος των πυλών των 66KV.

Επιπρόσθετα, το κόστος τοποθέτησης του Α.Η.Σ Λινοπεραμάτων είναι το άθροισμα του συνολικού κόστους τοποθέτησης των 21 πυλών των 150KV και του συνολικού κόστους τοποθέτησης των 7 πυλών των 66KV.

➤ Για το **υλικό Νο 3:**

Το κόστος αγοράς του υλικού στο 1 kg ανέρχεται στα 46,27€, όπως έχει υπολογιστεί στο κεφάλαιο 3.

- Για τις 21 πύλες χρειαζόμαστε $21\text{πύλες} * 80\text{kg} = 1680\text{kg}$

Το 1 kg κοστίζει 46,27€, τα 80 kg που χρειάζεται μια πύλη κοστίζουν:

$$x = \frac{80\text{kg} * 46,27\text{€}}{1\text{kg}} \Rightarrow x = 3701,6\text{€}$$

Οπότε το Κόστος Τοποθέτησης 1πύλης 150KV = (Κόστος Αγοράς) + (Κόστος Εργασίας)

$$\text{Κόστος Τοποθέτησης 1πύλης 150KV} = 3701,6\text{€} + 2160\text{€} \Rightarrow$$

$$\text{Κόστος Τοποθέτησης 1πύλης 150KV} = 5861,6\text{€}$$

Άρα το Κόστος Τοποθέτησης για τις 21πύλης των 150KV είναι:

$$21\text{πύλες} * 5861,6\text{€} = 123.093,6\text{€}$$

$$\text{Κόστος Τοποθέτησης για τις 21πύλης των 150KV} = 123.093,6\text{€}$$

- Για τις 7 πύλες χρειαζόμαστε $7\text{πύλες} * 30\text{kg} = 210\text{kg}$

Το 1 kg κοστίζει 46,27€, τα 30 kg που χρειάζεται μια πύλη κοστίζουν:

$$x = \frac{30\text{kg} * 46,27\text{€}}{1\text{kg}} \Rightarrow x = 1388,1\text{€}$$

Οπότε το Κόστος Τοποθέτησης 1πύλης 66KV = (Κόστος Αγοράς) + (Κόστος Εργασίας)

$$\text{Κόστος Τοποθέτησης 1πύλης 66KV} = 1388,1\text{€} + 2160\text{€} \Rightarrow$$

$$\text{Κόστος Τοποθέτησης 1πύλης 66KV} = 3548,1\text{€}$$

Άρα το Κόστος Τοποθέτησης για τις 7πύλης των 66KV είναι:

$$7\text{πύλες} * 3548,1\text{€}/\text{πύλη} = 24.836,7\text{€}$$

$$\text{Κόστος Τοποθέτησης για τις 7πύλες των 66KV} = 24.836,7\text{€}$$

Το κόστος τοποθέτησης των RTVs για τον ΑΗΣ Λινοπεραμάτων ανέρχεται στο ποσό των :

$$123.093,6\text{€} + 24.836,7\text{€} = 147.930,3\text{€}$$

ΚΟΣΤΟΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ RTV ΥΛΙΚΩΝ ΣΤΟΝ Α.Η.Σ. ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ		
ΠΥΛΗ 150KV		
ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΥΛΩΝ:	21	-
ΤΑΣΗ:	150	KV
ΥΛΙΚΟ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗΣ:	80	Kg
ΚΟΣΤΟΣ ΚΙΛΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗΣ	46,27	€
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΠΥΛΩΝ=	1.680,00	Kg
ΚΟΣΤΟΣ ΑΓΟΡΑΣ ΥΛΙΚΟΥ 1 ΠΥΛΗΣ=	3.701,60	€
<i>Κόστος Τοποθέτησης 1 πύλης = Κόστος _αγοράς + κόστος _εργασίας</i>		
ΚΟΣΤΟΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ=	5.861,60	€
<i>Συνολικό _κόστος τοποθέτησης</i>		
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ=	123.093,60	€
ΠΥΛΗ 66KV		
ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΥΛΩΝ:	7	-
ΤΑΣΗ:	66	KV
ΥΛΙΚΟ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗΣ:	30	Kg
ΚΟΣΤΟΣ ΚΙΛΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗΣ	46,27	€
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΠΥΛΩΝ=	210,00	Kg
ΚΟΣΤΟΣ ΑΓΟΡΑΣ ΥΛΙΚΟΥ 1 ΠΥΛΗΣ=	1.388,10	€
<i>Κόστος Τοποθέτησης 1 πύλης = Κόστος _αγοράς + κόστος _εργασίας</i>		
ΚΟΣΤΟΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ=	3.548,10	€
<i>Συνολικό _κόστος _τοποθέτησης</i>		
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ=	24.836,70	€
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ RTV ΣΤΟΝ Α.Η.Σ.		
	147.930,30	€

Εικόνα 5.3.4: Αποτελέσματα από το πρόγραμμα σε φύλλο excel

Πίνακας 5.3.3: Πίνακας αποτελεσμάτων για το κόστος τοποθέτησης του υλικού RTVs στον Α.Η.Σ. Λινοπεραμάτων για το υλικό Νο 3.

ΥΛΙΚΟ Νο 3		Κόστος κίλου υλικού επικάλυψης	Αριθμός πυλών	Κόστος αγοράς υλικού μιας πύλης	Κόστος εργασίας	Κόστος τοποθέτησης μιας πύλης	Συνολικό κόστος τοποθέτησης	Κόστος τοποθέτησης Α.Η.Σ Λινοπεραμάτων
		Πύλες 150KV	46,27€	21	3.701,60€	2.160€	5.861,60€	123.093,60€
Πύλες 66KV	46,27€	7	1.388,10€	2.160€	3.548,70€	24.836,70€		

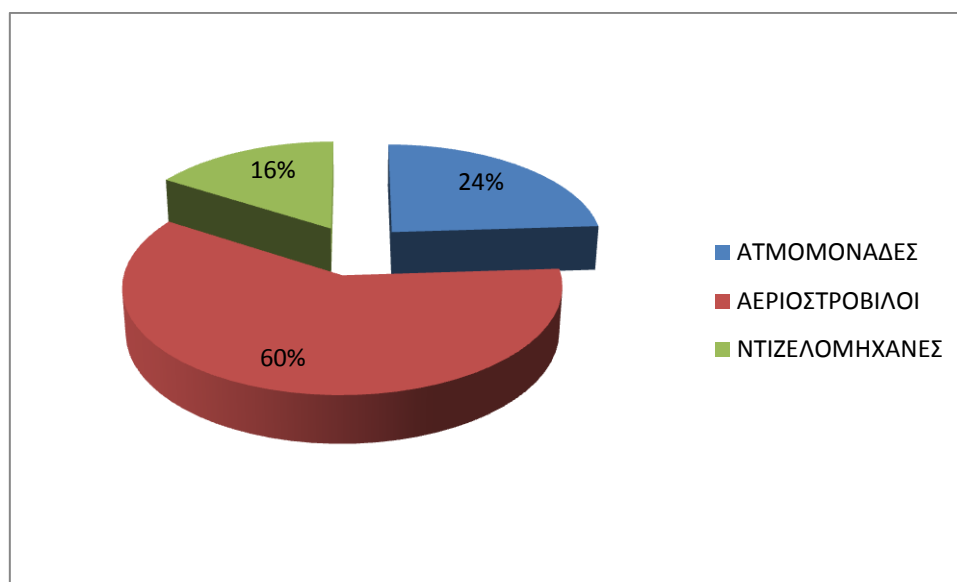
Όπως φαίνεται από τον παραπάνω πίνακα το κόστος των πυλών των 150KV είναι κατά 5 φορές μεγαλύτερο από το κόστος των πυλών των 66KV.

Επιπρόσθετα, το κόστος τοποθέτησης του Α.Η.Σ Λινοπεραμάτων είναι το άθροισμα του συνολικού κόστους τοποθέτησης των 21 πυλών των 150KV και του συνολικού κόστους τοποθέτησης των 7 πυλών των 66KV.

5.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα συμπεράσματα που μπορούν να εξαχθούν από την εργασία όσον αφορά το **κόστος λειτουργίας των μονάδων** είναι τα εξής:

- a) Το κόστος λειτουργίας των μονάδων είναι υψηλό λόγω του ότι και τα τρία είδη μονάδων έχουν υψηλό μεταβλητό κόστος και μέγιστη ισχύ. Άρα, λοιπόν συμπεραίνεται ότι οι δύο αυτοί παράγοντες παίζουν το σημαντικότερο ρόλο στο κόστος λειτουργίας των μονάδων, κυρίως όμως το μεταβλητό κόστος είναι ο κυριότερος παράγοντας διότι σε αυτόν συμπεριλαμβάνονται και οι λοιπές σταθερές δαπάνες που στην εργασία δεν λήφθηκαν υπόψη.
- b) Από το Γράφημα 5.4.1 συμπεραίνεται ότι οι αεριστροβιλικές μονάδες κατέχουν το μεγαλύτερο ποσοστό κόστους λόγω των προαναφερθέντων παραγόντων που φτάνει το 60% και ακολουθούν οι ατμομονάδες με 24% και τέλος οι ντιζελομηχανές με 16%.



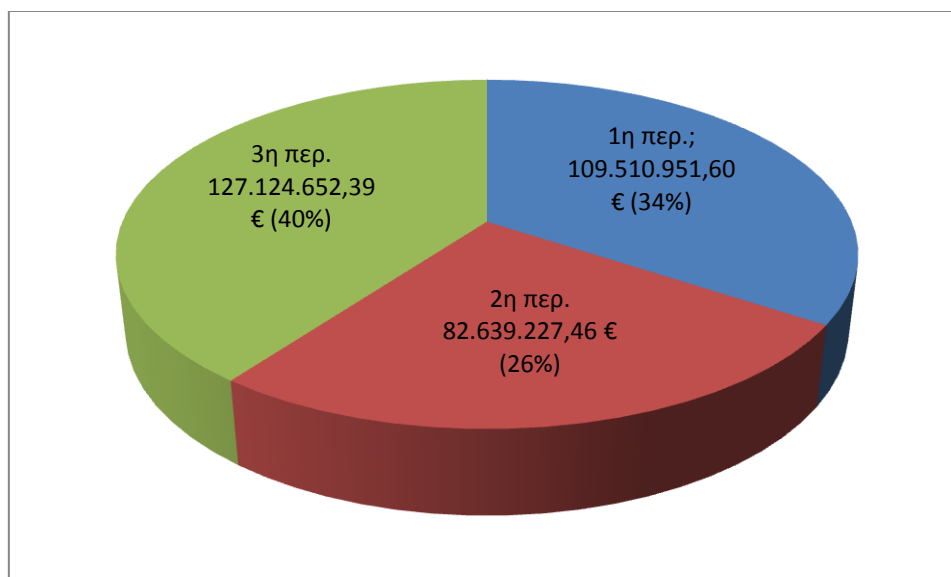
Γράφημα 5.4.1: Ποσοστό ετήσιου συνολικού κόστους λειτουργίας μονάδων

Τα συμπεράσματα που μπορούν να εξαχθούν όσον αφορά το **κόστος λειτουργίας των 1^{ων} ομάδων των τριών περιπτώσεων** όπως φαίνεται και στο γράφημα 5.4.2 είναι τα εξής:

- i. Η πρώτη περίπτωση όπου ήταν ο διαχωρισμός του Α.Η.Σ. με βάση το μονογραμμικό του σχέδιο, δηλαδή, με βάση την τωρινή του κατασκευή, το κόστος λειτουργίας ανέρχεται στα 110.000.000€ περίπου.
- ii. Η δεύτερη περίπτωση με τον διαχωρισμό των μονάδων σε φθηνές και ακριβές και η τρίτη περίπτωση με τον ισοκαταμερισμό των μονάδων με βάση το κόστος και την εγκατεστημένη ισχύ, όπου θεωρήθηκε ο Α.Η.Σ. ως καινούργιος σταθμός

παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, το κόστος λειτουργίας ανέρχεται στα 83.000.000€ περίπου και στα 127.000.000€ περίπου, αντίστοιχα.

Άρα, λοιπόν συμπεραίνεται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό κόστους λειτουργίας το κατέχει η 3^η περίπτωση με 40% διότι παρά τον ισοκαταμερισμό στις μονάδες, περιέχει μια μονάδα αεριοστρόβιλου που έχει υψηλό κόστος, ενώ το μικρότερο ποσοστό το κατέχει η 2^η περίπτωση όπου είναι και το σωστό διότι έχει τις φθηνότερες μονάδες.

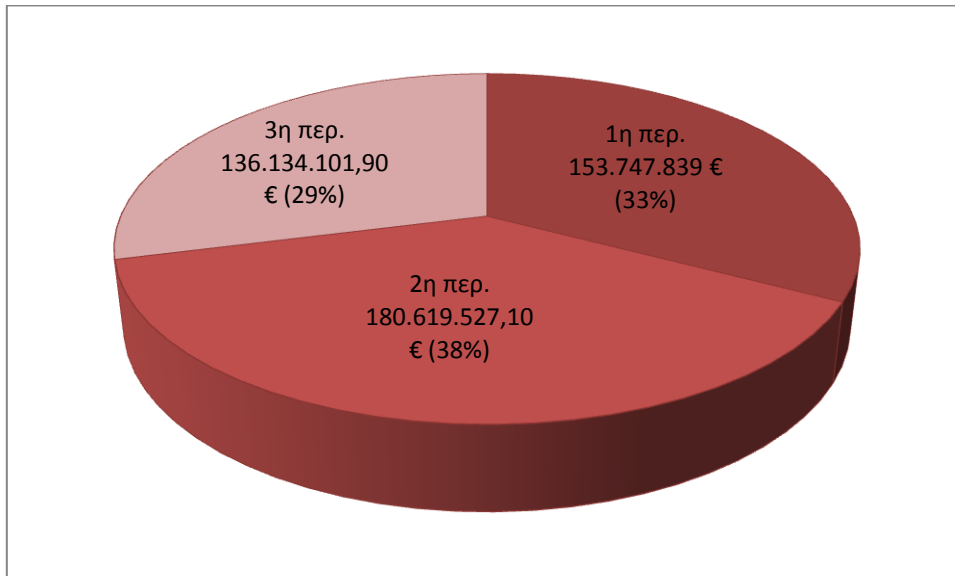


Γράφημα 5.4.2: Ετήσιο συνολικό κόστος λειτουργίας των 1^{ων} ομάδων των τριών περιπτώσεων

Τα συμπεράσματα που μπορούν να εξαχθούν όσον αφορά το **κόστος λειτουργίας των 2^{ων} ομάδων των τριών περιπτώσεων** όπως φαίνεται και στο γράφημα 5.4.3 είναι τα εξής:

- i. Η πρώτη περίπτωση όπου ήταν ο διαχωρισμός του Α.Η.Σ. με βάση το μονογραμμικό του σχέδιο, δηλαδή, με βάση την τωρινή του κατασκευή, το κόστος λειτουργίας ανέρχεται στα 154.000.000€ περίπου.
- ii. Η δεύτερη περίπτωση με τον διαχωρισμό των μονάδων σε φθηνές και ακριβές και η τρίτη περίπτωση με τον ισοκαταμερισμό των μονάδων με βάση το κόστος και την εγκατεστημένη ισχύ, όπου θεωρήθηκε ο Α.Η.Σ. ως καινούργιος σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, το κόστος λειτουργίας ανέρχεται στα 181.000.000€ περίπου και στα 136.000.000€ περίπου, αντίστοιχα.

Άρα, λοιπόν συμπεραίνεται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό κόστους λειτουργίας το κατέχει η 2^η περίπτωση με 38% διότι είναι οι ακριβότερες μονάδες, ενώ το μικρότερο ποσοστό το κατέχει η 3^η περίπτωση όπου είναι και το σωστό διότι υπάρχει ισοκαταμερισμός μονάδων.

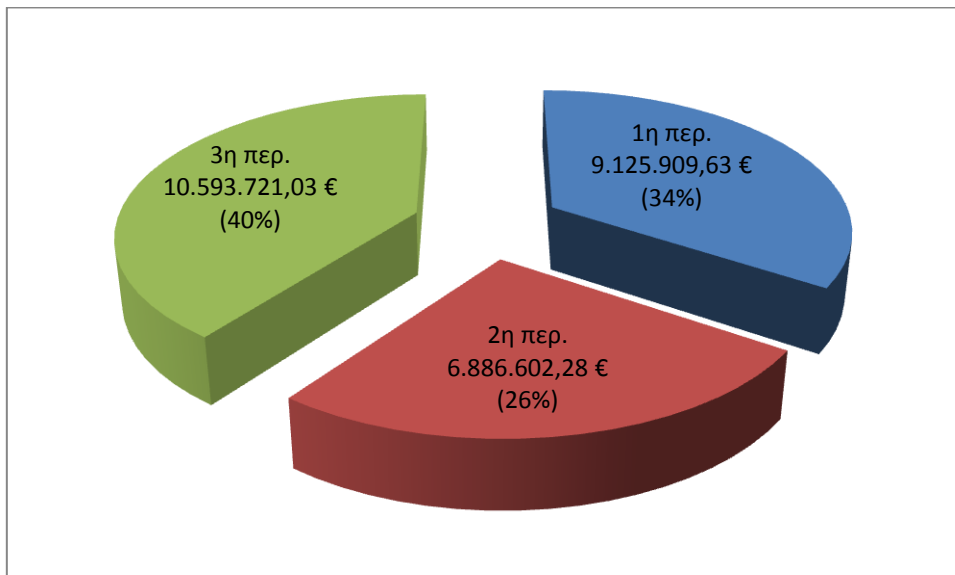


Γράφημα 5.4.3: Ετήσιο συνολικό κόστος λειτουργίας των 2^{ων} ομάδων των τριών περιπτώσεων

Τα συμπεράσματα που μπορούν να εξαχθούν όσον αφορά το **κόστος λειτουργίας των 1^{ων} ομάδων των τριών περιπτώσεων** για τους μήνες Ιούλιο-Αύγουστο όπως φαίνεται και στο γράφημα 5.4.4 είναι τα εξής:

- i. Η πρώτη περίπτωση όπου ήταν ο διαχωρισμός του Α.Η.Σ. με βάση το μονογραμμικό του σχέδιο, δηλαδή, με βάση την τωρινή του κατασκευή, το κόστος λειτουργίας ανέρχεται στα 9.000.000€ περίπου.
- ii. Η δεύτερη περίπτωση με τον διαχωρισμό των μονάδων σε φθηνές και ακριβές και η τρίτη περίπτωση με τον ισοκαταμερισμό των μονάδων με βάση το κόστος και την εγκατεστημένη ισχύ, όπου θεωρήθηκε ο Α.Η.Σ. ως καινούργιος σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, το κόστος λειτουργίας ανέρχεται στα 7.000.000€ περίπου και στα 11.000.000€ περίπου, αντίστοιχα.

Άρα, λοιπόν συμπεραίνεται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό κόστους λειτουργίας το κατέχει η 3^η περίπτωση με 40% διότι παρά τον ισοκαταμερισμό στις μονάδες, περιέχει μια μονάδα αεριοστροβίλου που είναι υψηλή σε κόστος για αυτούς τους μήνες, ενώ το μικρότερο ποσοστό το κατέχει η 2^η περίπτωση όπου είναι και το σωστό διότι έχει τις φθηνότερες μονάδες.

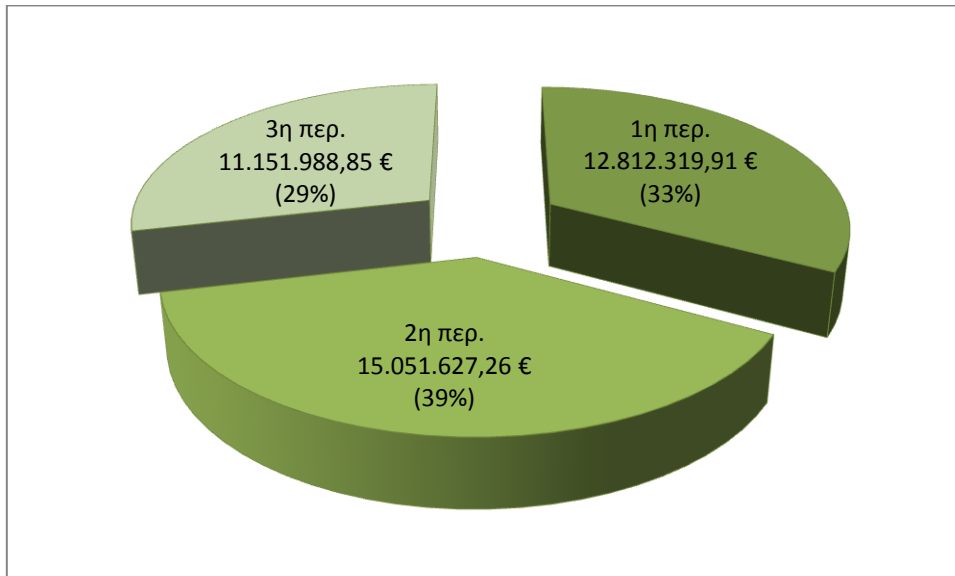


Γράφημα 5.4.4: Κόστος λειτουργίας των 1^{ων} ομάδων των τριών περιπτώσεων για τους μήνες Ιούλιο – Αύγουστο

Τα συμπεράσματα που μπορούν να εξαχθούν όσον αφορά το **κόστος λειτουργίας των 2^{ων} ομάδων των τριών περιπτώσεων** για τους μήνες Ιούλιο-Αύγουστο όπως φαίνεται και στο γράφημα 5.4.5 είναι τα εξής:

- i. Η πρώτη περίπτωση όπου ήταν ο διαχωρισμός του Α.Η.Σ. με βάση το μονογραμμικό του σχέδιο, δηλαδή, με βάση την τωρινή του κατασκευή, το κόστος λειτουργίας ανέρχεται στα 13.000.000€ περίπου.
- ii. Η δεύτερη περίπτωση με τον διαχωρισμό των μονάδων σε φθηνές και ακριβές και η τρίτη περίπτωση με τον ισοκαταμερισμό των μονάδων με βάση το κόστος και την εγκατεστημένη ισχύ, όπου θεωρήθηκε ο Α.Η.Σ. ως καινούργιος σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, το κόστος λειτουργίας ανέρχεται στα 15.000.000€ περίπου και στα 11.000.000€ περίπου, αντίστοιχα.

Άρα, λοιπόν συμπεραίνεται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό κόστους λειτουργίας το κατέχει η 2^η περίπτωση με 40% διότι έχει της ακριβότερες μονάδες, ενώ το μικρότερο ποσοστό το κατέχει η 3^η περίπτωση διότι υπάρχει ο ισοκαταμερισμός μονάδων.

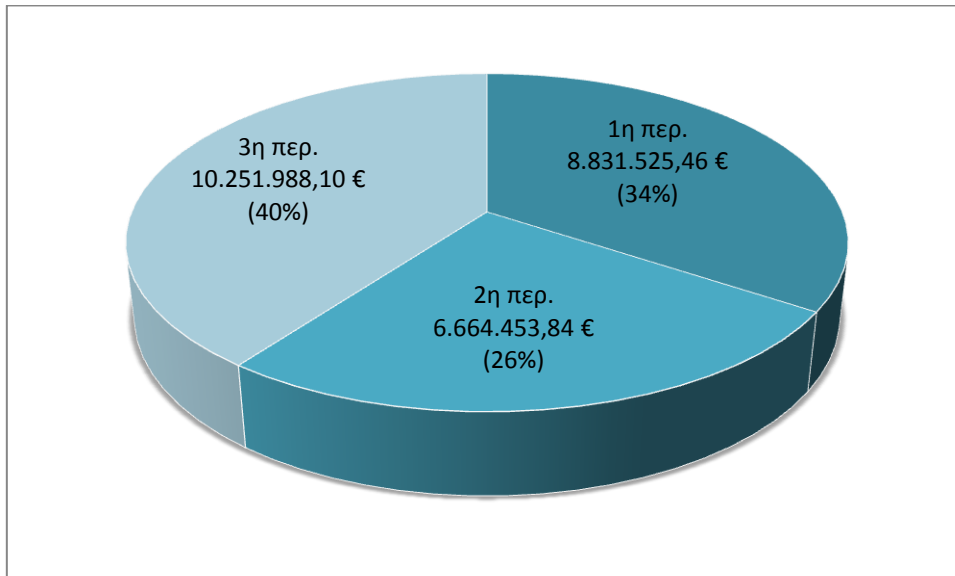


Γράφημα 5.4.5: Κόστος λειτουργίας των 2^{ων} ομάδων των τριών περιπτώσεων για τους μήνες Ιούλιο – Αύγουστο

Τα συμπεράσματα που μπορούν να εξαχθούν όσον αφορά το **κόστος λειτουργίας των 1^{ων} ομάδων των τριών περιπτώσεων** για τον μήνα Σεπτέμβριο όπως φαίνεται και στο γράφημα 5.4.6 είναι τα εξής:

- i. Η πρώτη περίπτωση όπου ήταν ο διαχωρισμός του Α.Η.Σ. με βάση το μονογραμμικό του σχέδιο, δηλαδή, με βάση την τωρινή του κατασκευή, το κόστος λειτουργίας ανέρχεται στα 9.000.000€ περίπου.
- ii. Η δεύτερη περίπτωση με τον διαχωρισμό των μονάδων σε φθηνές και ακριβές και η τρίτη περίπτωση με τον ισοκαταμερισμό των μονάδων με βάση το κόστος και την εγκατεστημένη ισχύ, όπου θεωρήθηκε ο Α.Η.Σ. ως καινούργιος σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, το κόστος λειτουργίας ανέρχεται στα 7.000.000€ περίπου και στα 10.000.000€ περίπου, αντίστοιχα.

Άρα, λοιπόν συμπεραίνεται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό κόστους λειτουργίας το κατέχει η 3^η περίπτωση με 40% διότι παρά τον ισοκαταμερισμό στις μονάδες, περιέχει μια μονάδα αεριοστρόβιλου που είναι υψηλή σε κόστος για αυτόν το μήνα, ενώ το μικρότερο ποσοστό το κατέχει η 2^η περίπτωση διότι έχει τις φθηνότερες μονάδες.

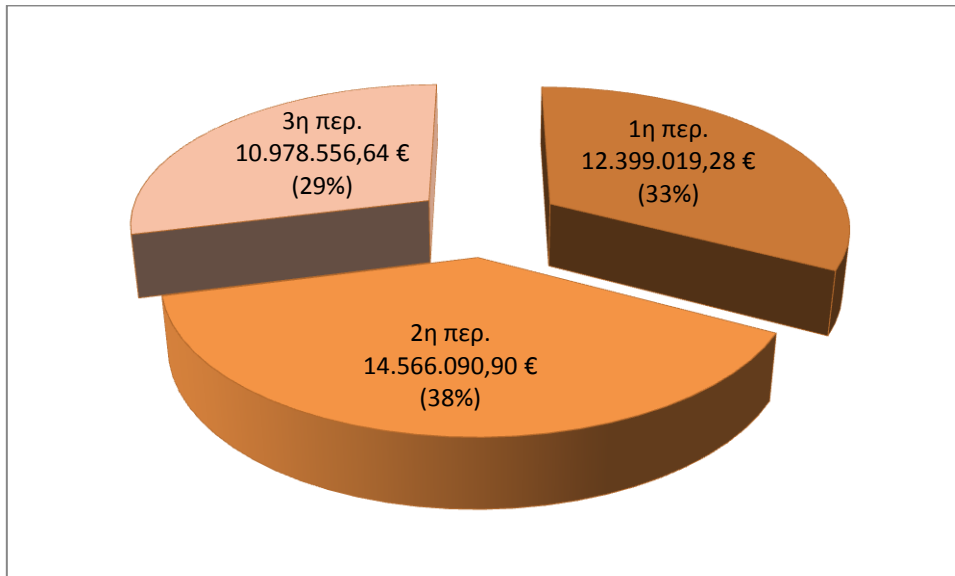


Γράφημα 5.4.6: Κόστος λειτουργίας των 1^{ων} ομάδων των τριών περιπτώσεων για το μήνα Σεπτέμβριο

Τα συμπεράσματα που μπορούν να εξαχθούν όσον αφορά το **κόστος λειτουργίας των 2^{ων} ομάδων των τριών περιπτώσεων** για τον μήνα Σεπτέμβριο όπως φαίνεται και στο γράφημα 5.4.7 είναι τα εξής:

- i. Η πρώτη περίπτωση όπου ήταν ο διαχωρισμός του Α.Η.Σ. με βάση το μονογραμμικό του σχέδιο, δηλαδή, με βάση την τωρινή του κατασκευή, το κόστος λειτουργίας ανέρχεται στα 12.000.000€ περίπου.
- ii. Η δεύτερη περίπτωση με τον διαχωρισμό των μονάδων σε φθηνές και ακριβές και η τρίτη περίπτωση με τον ισοκαταμερισμό των μονάδων με βάση το κόστος και την εγκατεστημένη ισχύ, όπου θεωρήθηκε ο Α.Η.Σ. ως καινούργιος σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, το κόστος λειτουργίας ανέρχεται στα 14.000.000€ περίπου και στα 11.000.000€ περίπου, αντίστοιχα.

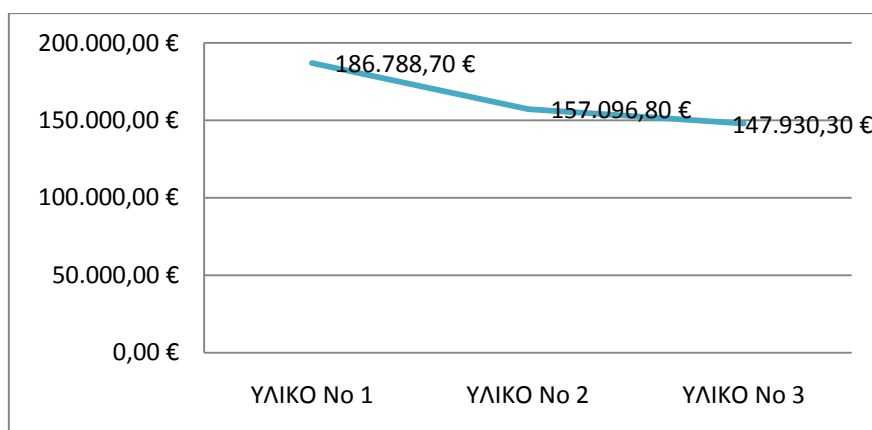
Άρα, λοιπόν συμπεραίνεται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό κόστους λειτουργίας το κατέχει η 2^η περίπτωση με 40% διότι έχει τις ακριβότερες μονάδες, ενώ το μικρότερο ποσοστό το κατέχει η 3^η περίπτωση διότι υπάρχει ισοκαταμερισμός μονάδων.



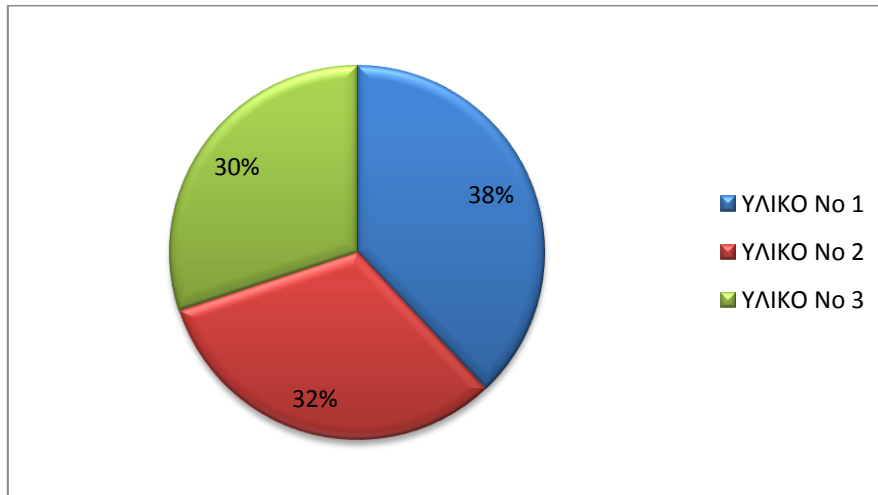
Γράφημα 5.4.7: Κόστος λειτουργίας των 2^{ων} ομάδων των τριών περιπτώσεων για το μήνα Σεπτέμβριο

Τα συμπεράσματα που μπορούν να εξαχθούν από την εργασία όσον αφορά το **κόστος τοποθέτησης των RTVs υλικών** για τα τρία υλικά ξεχωριστά είναι τα εξής:

- Από τα γραφήματα 5.4.8 και 5.4.9 συμπεραίνεται ότι το ακριβότερο υλικό είναι το υλικό Νο 1 με ποσοστό 38% και φθηνότερο είναι το υλικό Νο 3 με ποσοστό 30%. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το υλικό Νο 1 έχει ακριβό κόστος αγοράς υλικού σε σχέση με τα άλλα δύο, παρόλο που το υλικό Νο 3 διαθέτει από θέμα ποιότητας τα καλύτερα υλικά.



Γράφημα 5.4.8: κόστος τοποθέτησης RTVs σε κάθε εταιρία



Γράφημα 5.4.9: ποσοστό κόστους τοποθέτησης RTVs σε κάθε εταιρία

Αυτό που τελικά συμπεραίνεται από την εργασία είναι ότι δεν παίζει ρόλο η διαφορά της τιμής του κόστους στα τρία υλικά, αλλά η διαφορά μεταξύ του κόστους λειτουργίας των μονάδων και στις τρεις περιπτώσεις διαχωρισμού, με το κόστος τοποθέτησης των υλικών RTVs. Παρατηρείται μεγάλη διαφορά στο κόστος μεταξύ των δυο μεθόδων πράγμα το οποίο σημαίνει ότι η τοποθέτηση του υλικού RTVs συνεισφέρει σημαντική εξοικονόμηση χρημάτων για την ηλεκτρική εταιρία, διότι για τους μήνες πλυσίματος Ιούλιο, Αύγουστο και Σεπτέμβριο η τρίτη περίπτωση στην εργασία που ήταν και η πιο συμφέρουσα από θέμα κόστους για το πλύσιμο των μονωτήρων κοστίζει για την ηλεκτρική εταιρία 42.978.254,62€, ενώ το κόστος τοποθέτησης των RTVs είναι 186.788,70€ για το υλικό No 1 που είναι και η πιο ακριβή από τις άλλες δύο.

Να τονιστεί εδώ ότι αυτό το κόστος τοποθέτησης των RTVs είναι και για τους τρεις μήνες πλυσίματος. Εάν υποθέσουμε ότι το πλύσιμο διαρκεί 9 ώρες τότε το κόστος ανέρχεται στα:

$$\text{Κόστος}_{1^{\text{ης}} - 2^{\text{ης}} \text{ ομάδας}}_{\text{για Ιούλιο - Αύγουστο}} : 10.593.721,03\text{€} + 11.151.988,85\text{€} = 21.745.709,88\text{€}$$

$$\text{Οπότε το ημερήσιο κόστος είναι} : 21.745.709,88\text{€} / 31 \Rightarrow 701.474,51\text{€}$$

$$\text{Ποσό}_{9h} = \frac{701.474,51\text{€} * 9h}{24h} \Rightarrow \text{Ποσό}_{9h} = 263.052,94\text{€}$$

$$\text{Κόστος}_{1^{\text{ης}} - 2^{\text{ης}} \text{ ομάδας}}_{\text{για Σεπτέμβριο}} : 10.251.988,10\text{€} + 10.978.556,64\text{€} = 21.230.544,74\text{€}$$

$$\text{Οπότε το ημερήσιο κόστος είναι} : 21.230.544,74\text{€} / 30 \Rightarrow 707.684,82\text{€}$$

$$\text{Ποσό}_{9h} = \frac{707.684,82\text{€} * 9h}{24h} \Rightarrow \text{Ποσό}_{9h} = 265.381,81\text{€}$$

Άρα, το συνολικό κόστος πλυσίματος για τον Ιούλιο & Σεπτέμβριο είναι:
528.434,75€

Έτσι λοιπόν, από τα παραπάνω προκύπτει ότι το κέρδος των χρημάτων από την εφαρμογή της τεχνολογίας RTVs για πλύσιμο 1 έτους είναι:

$$\underline{528.434,75\text{€} - 186.788,70\text{€} = 341.646,05\text{€}}$$

Πράγμα το οποίο σημαίνει ότι η απόσβεση των χρημάτων από την τοποθέτηση των RTVs θα γίνει στα 3 πρώτα χρόνια της εφαρμογής καθώς θα υπάρξει και σημαντικό κέρδος για την ηλεκτρική εταιρία. Επιπρόσθετα, η τοποθέτηση των RTVs στον ελλαδικό χώρο έχει ήδη ξεκινήσει από το 1999 από τον Περιφερειακό Τομέα Δικτύων Μεταφοράς Κρήτης Ρόδου και οι μέχρι τώρα μετρήσεις δείχνουν ότι τα υλικά αυτά είναι αποτελεσματικά βελτιώνοντας το βαθμό αξιοπιστίας του δικτύου καθώς και ο τρόπος λειτουργίας των υλικών αυτών ως προς την ρύπανση συντελεί σε σημαντική εξοικονόμηση χρημάτων για την ηλεκτρική εταιρία σε σχέση με άλλες μεθόδους, όπως το πλύσιμο των μονωτήρων.

Βέβαια όπως όλα τα υλικά έχουνε κάποια μειονεκτήματα εκτός από τα πλεονεκτήματά τους, έτσι και τα RTVs έχουν και αυτά μειονεκτήματα. Το μειονέκτημα τους είναι η γήρανση που παθαίνουν, η οποία οφείλεται στην περιβαλλοντική και ηλεκτρική καταπόνηση την οποία υφίστανται κατά την περίοδο της χρήσης τους, με αποτέλεσμα η διάρκεια ζωής τους να κυμαίνονται περί τα 10 έτη.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. **Βασιλική Κονταργύρη**, "Ρύπανση μονωτήρων", ενδιάμεση κρίση, ΕΜΠ 2005.

2. **Ειρήνη Αλεξοπούλου**, Διπλωματική εργασία, "Γήρανση Μονωτήρων", Μάρτιος 2006.
3. **Βασιλική Κονταργύρη**, Διδακτορική Διατριβή, "Συμβολή στη μελέτη της ηλεκτρικής συμπεριφοράς ρυπασμένων μονωτήρων", ΕΜΠ 2007.
4. **Μάρσελος Ανδρέας**, Διπλωματική εργασία, "Υπολογισμός του ηλεκτρικού πεδίου σε μονωτήρες υψηλής τάσεις με χρήση λογισμικού FEM", Σεπτέμβριος 2011.
5. **Chris Engelbecht**, Cigre WG C4.303, 10/3/2010.
6. **Σιδεράκης Κυριάκος Καθηγητής Τ.Ε.Ι. Κρήτης**, "Η Ρύπανση των μονωτήρων σε υποσταθμούς υψηλής τάσεις, Περιοδικό Τεχνολογία.
7. **Κ. Σιδεράκης, Μ. Θαλασσινάκης, Ι. Στεφανάκης, Δ.Αγόρης**, "Εφαρμογή της τεχνολογίας επικάλυψης των μονωτήρων με συλικονούχα υλικά για της κατηγορίες των RTV's για την αντιμετώπιση της ρύπανσης των υποσταθμών στα συστήματα μεταφοράς Κρήτης και Ρόδου, Cigre 2002.
8. Evaluation silicone high voltage insulator coatings by K.T Eldridge, Midsun Group, Inc.
9. **Κ. Σιδεράκης, Μ. Θαλασσινάκης, Ι. Στεφανάκης, Δ.Αγόρης**, Evaluation of the pollution performance of SIR materials in the Cretan Transmission System in correlation to the pollution model of Crete, Med Power 2002.
10. **Κ. Σιδεράκης, Μ. Θαλασσινάκης, Ι. Στεφανάκης, Δ.Αγόρης**, Costal contamination of the high voltage insulators in the Cretan Power Transmission System, Med Power 2000.
11. **Ευάγγελος Λεκατσάς**, "Οικονομική Ανάλυση Ηλεκτρικών Συστημάτων", Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος, Αθήνα 2000.
12. **ΔΕΗ**, "Ετήσιο Δελτίο Εκμετάλλευσης Συστήματος Κρήτης 2008-2009".
13. **Midsun Group**, "High voltage insulator coating Materials Safety Data Sheet".
14. **Si coat 570**, " RTV Silicone high voltage insulator coating Technical Data Sheet".
15. **Si coat 570**, " RTV Silicone high voltage insulator coating Material Safety Data Sheet".
16. **Dow Cornig Sylgard**, " Information about silicon compounds".
17. **Dow Cornig Sylgard**, " Δελτίο Δεδομένων".