

Αξιολόγηση σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας υπό καθεστώς αβεβαιότητας

Ιωάννης Κ. Λαμπρόπουλος
Διπλ. Ηλεκτρολόγος Μηχανικός &
Μηχανικός Υπολογιστών και
Μεταπτ. Φοιτητής ΔΧΤ/ΣΘΕΤ, ΕΑΠ
ilampropoulos@gmail.com, std090895@ac.eap.gr

Σεραφείμ Πολύζος
Καθηγητής Παν. Θεσσαλίας
και
Μέλος ΣΕΠ ΔΧΤ/ΣΘΕΤ ΕΑΠ
spolyzos@uth.gr

Περίληψη – Η παρούσα διπλωματική εργασία παρουσιάζει μια εναλλακτική μεθοδολογία για την διαχείριση κινδύνων στον ηλεκτρολογικό εξοπλισμό ενός τυπικού σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας συνδυασμένου κύκλου. Η μεθοδολογία συνίσταται στον συνδυασμό δύο διαφορετικών μεθόδων για την επίτευξη των βέλτιστων αποτελεσμάτων στην ταυτοποίηση, την ανάλυση και την αξιολόγηση των κινδύνων. Η εφαρμοσιμότητα της προτεινόμενης μεθοδολογίας αποδεικνύεται από τα αποτελέσματα της μελέτης περίπτωσης στην οποία το σύνολο των εντοπισμένων κινδύνων κατηγοριοποιημένων ως μη επιθυμητών υποβαθμίστηκε ως προς το επίπεδο της διακινδύνευσης με την λήψη επιπρόσθετων μέτρων προστασίας σύμφωνα με την έκθεση συστάσεων σε βαθμό που η τελική διακινδύνευση να θεωρείται επιτρεπτή. Τα συμπεράσματα ως προς την σημαντικότητα της εφαρμογής της συγκεκριμένης συνδυαστικής μεθόδου συμφωνούν με τα αντίστοιχα συμπεράσματα για τις εφαρμογές του τομέα εξόρυξης πετρελαίου και φυσικού αερίου (Gilardi & Gotti, 2013).

Λέξεις-Κλειδιά: Κίνδυνος, Διαχείριση Κινδύνου, Τεχνικά Έργα, HAZOP, Ποιοτική Ανάλυση.

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο τομέας των κατασκευών βαρύνεται από το κόστος των ατυχημάτων τα οποία μπορεί να συμβούν στη διάρκεια εκτέλεσης των έργων. Τα ατυχήματα στις κατασκευές διατηρούν τον υψηλότερο βαθμό σε σχέση με τους άλλους τομείς παραγωγής. Το κόστος τους είναι ιδιαίτερα μεγάλο και δεν μπορεί να υπολογιστεί εύκολα καθώς εκτός των άμεσων δαπανών οι οποίες μπορούν να μετρηθούν και να υπολογιστούν υπάρχουν και οι έμμεσες δαπάνες οι οποίες δεν μπορούν να ποσοτικοποιηθούν (Πολύζος, 2013).

Για τους παραπάνω λόγους η διαχείριση κινδύνων στα τεχνικά έργα είναι εξαιρετικά σημαντική η οποία εκτός του περιορισμού των ατυχημάτων και της διαφύλαξης της ασφάλειας των εργαζομένων συμβάλει άμεσα και στην οικονομική επιβίωση των επιχειρήσεων που απασχολούνται στα συγκεκριμένα έργα.

Σκοπός της εκτίμησης κινδύνου είναι η παροχή πληροφοριών βασισμένων σε τεκμηριωμένα έγγραφα καθώς και της σχετικής ανάλυσης ώστε να είναι εφικτή η λήψη αποφάσεων σχετικά με τον τρόπο αντιμετώπισης των διαφόρων κινδύνων και τον τρόπο διαχείρισης των επιλογών που υφίστανται (ISO/IEC 31010, 2009). Το

διεθνές πρότυπο ISO/IEC 31010 παρέχει καθοδήγηση για την επιλογή και εφαρμογή συστηματικών μεθόδων για την εκτίμηση κινδύνων.

Η μελέτη HAZOP (IEC 61882, 2016) είναι μια δομημένη και συστηματική τεχνική για την εξέταση ενός προσδιορισμένου συστήματος με αντικείμενο:

- Την εύρεση των κινδύνων στο σύστημα. Οι κίνδυνοι μπορούν να περιλαμβάνουν τόσο αυτούς που έχουν άμεση σχέση με την περιοχή του συστήματος υπό μελέτη όσο και αυτούς που εντάσσονται σε μια ευρύτερη περιοχή αναφοράς (π.χ. περιβαλλοντικοί κίνδυνοι).

- Την εύρεση των προβλημάτων λειτουργίας στο σύστημα και ειδικότερα την εύρεση των αιτιών για διαταραχές στη λειτουργία του συστήματος και αποκλίσεις της παραγωγικής διαδικασίας οι οποίες να έχουν ως αποτέλεσμα τελικά προϊόντα που να μην ανταποκρίνονται στον βασικό σχεδιασμό.

Η ποιοτική ανάλυση κινδύνων είναι η διαδικασία της ταξινόμησης των κινδύνων για περαιτέρω ανάλυση ή για την ανάληψη δράσης εναντίον τους (PMI, 2013). Αυτό επιτυγχάνεται συνδυάζοντας την πιθανότητα εμφάνισης του εκάστοτε κινδύνου με τις επιπτώσεις που αυτός θα έχει. Το κύριο πλεονέκτημα της ποιοτικής ανάλυσης είναι ότι επιτρέπει στην διεύθυνση των έργων να μειώσει το επίπεδο της αβεβαιότητας και να επικεντρωθεί στους κινδύνους που έχουν ιεραρχηθεί ως υψηλής διακινδύνευσης.

Η παρούσα εργασία υλοποιεί την αξιολόγηση ενός σύγχρονου τυπικού σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με την εφαρμογή ενός συστήματος διαχείρισης κινδύνων προκειμένου να εντοπίσει τους κινδύνους του συστήματος, να τους αναλύσει και να τους αξιολογήσει.

Κύριοι στόχοι της εργασίας είναι οι ακόλουθοι:

- Η διερεύνηση της δυνατότητας εφαρμογής μιας νέας μεθόδου εκτίμησης κινδύνων προκειμένου να εντοπίζονται και να αξιολογούνται οι κίνδυνοι. Η καινοτομία της εργασίας έγκειται ακριβώς στη διερεύνηση αυτής της δυνατότητας.

- Ο εντοπισμός αλλά και η αξιολόγηση των κινδύνων σε έναν τυπικό σταθμό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας συνδυασμένου κύκλου. Εξετάζεται η δυνατότητα της προτεινόμενης μεθοδολογίας να δώσει αποτελέσματα εστιαζόμενη στον ηλεκτρολογικό εξοπλισμό της εγκατάστασης.

II. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η προτεινόμενη μεθοδολογία έγκειται στον συνδυασμό δύο διαφορετικών μεθόδων εκτίμησης κινδύνων με στόχο την αξιοποίηση των δυνατών χαρακτηριστικών κάθε μιας από αυτές για την επίτευξη των βέλτιστων αποτελεσμάτων στην ταυτοποίηση, ανάλυση και αξιολόγηση των κινδύνων στον ηλεκτρολογικό εξοπλισμό ενός τυπικού σταθμού παραγωγής ενέργειας. Οι επιμέρους μεθοδολογίες που χρησιμοποιούνται είναι οι ακόλουθες:

- Η μελέτη «Επικινδυνότητας και Λειτουργίας» (HAZOP). Η μέθοδος χρησιμοποιείται για να ταυτοποιήσει αποκλίσεις από τον σχεδιασμό οι οποίες μπορούν να οδηγήσουν σε κινδύνους ή σε προβλήματα λειτουργίας και για να καθορίσει τρόπους αντίδρασης για την εξάλειψη ή τον μετριασμό τους (Perez-Marín & Rodríguez-Toral, 2013). Η συγκεκριμένη μέθοδος έχει αποδειχτεί κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών το πιο σημαντικό εργαλείο για την εύρεση των πιθανών πηγών κινδύνου (Pasman & Fabiano, 2008).

- Η τεχνική του Πίνακα Επιπτώσεων και Πιθανοτήτων (Consequence / Probability matrix) όπως αυτή εξειδικεύεται από το Ινστιτούτο Διοίκησης Έργων (PMI, 2013) που αποτελεί μέθοδο ποιοτικής ανάλυσης.

Για κάθε διακριτό εξοπλισμό δημιουργείται ένα ξεχωριστός πίνακας εκτίμησης κινδύνων στον οποίο γίνεται η ταυτοποίηση των αποκλίσεων από τον βασικό σχεδιασμό και υπολογίζονται οι διακινδυνεύσεις. Ο Πίνακας I απεικονίζει τον πίνακα εκτίμησης κινδύνων και σε αυτόν περιλαμβάνονται τόσο τα πεδία που αναφέρονται στην μέθοδο HAZOP για την ταυτοποίηση των αποκλίσεων από τον βασικό σχεδιασμό όσο και τα πεδία που αναφέρονται στη μέθοδο της ποιοτικής ανάλυσης κινδύνων ώστε να γίνεται ταυτόχρονα η αποτύπωση της επικινδυνότητας της κάθε απόκλισης.

Πίνακας I: Πίνακας Εκτίμησης Κινδύνων της μεθοδολογίας

ΤΙΤΛΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΜΟΝΟΓΡΑΜΜΙΚΟΥ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΟΣ										ΣΕΛΙΔΑ: 1 από 1		
ΚΩΔΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΟΥ: 551-10-YTU-EDU-ETE-001						ΕΚΔΟΣΗ Νο.:		ΗΜΕΡ/ΝΙΑ:				
ΣΥΝΘΕΣΗ ΟΜΑΔΑΣ: ΙΛΑΜ, ΚΠΑΠ, ΑΑΝΤ, ΝΤΡΙ, ΑΜΑΛ, ΓΘΕΜ.						ΗΜΕΡ/ΝΙΑ ΣΥΝΑΝΤΗΣΗΣ:						
ΤΜΗΜΑ ΠΡΟΣ ΕΞΕΤΑΣΗ:												
ΣΤΟΧΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ:												
ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ:			Π: Πιθανότητα Εμφάνισης, Ε: Επίπτωση Εμφάνισης, Δ: Διακινδύνευση, ΜΠΕ: Τα Μέτρα Προστασίας θεωρούνται Επαρκή									
No.	Λέξη-οδηγός	Ευστατικό στοιχείο	Χαρακτηριστικό	Απόκλιση	Πιθανές αιτίες	Επιπτώσεις	Π	Ε	Δ	Μέσα Προστασίας	Εχόλια Αντίδρασης	Ανάλυση
1												
2												

Ο Πίνακας II αποτυπώνει τις «Λέξεις Οδηγούς» όπως επίσης και τα «Χαρακτηριστικά» που χρησιμοποιούνται για την εύρεση των αποκλίσεων. Η συσχέτιση των «Λέξεων Οδηγών» με τα «Χαρακτηριστικά» απεικονίζεται επίσης ώστε να διευκολυνθεί η ταυτοποίηση των αποκλίσεων.

Πίνακας II: Συσχέτιση Λέξεων Οδηγών με Χαρακτηριστικά

Χαρακτηριστικά	Τάση	Ρεύμα	Συχνότητα	Πίεση	Θερμοκρασία	Ροή	Στάθμη
Λέξη Οδηγός							
ΟΧΙ	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✓
ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΟ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ΛΙΓΟΤΕΡΟ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΟ/Η	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗
ΛΑΘΑΣΜΕΝΟ/Η	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ΠΡΙΝ	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗

Ακολουθείται η μέθοδος της πλήρους τεκμηρίωσης σύμφωνα με την οποία γίνεται αναλυτική περιγραφή των αποτελεσμάτων από την εφαρμογή των λέξεων-οδηγών σε κάθε τμήμα του συστήματος. Αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία της εκτίμησης κινδύνων για το σύνολο του εξοπλισμού συντάσσεται έκθεση συστάσεων ώστε να διασφαλίζεται ή να βελτιώνεται η ασφάλεια της λειτουργίας. Στη συνέχεια οι συστάσεις λαμβάνονται υπόψη και γίνονται τροποποιήσεις ώστε να προκύψει ο αναθεωρημένος σχεδιασμός. Η διαδικασία της εκτίμησης κινδύνων επαναλαμβάνεται έως ότου προκύψει έκθεση μηδενικών συστάσεων. Μια τελική διαγραμματική απεικόνιση των εντοπισμένων κινδύνων με την αρχική και τελική τους διακινδύνευση δίνει συνοπτικά το αποτέλεσμα της υλοποίησης των μέτρων ασφαλείας σύμφωνα με την έκθεση συστάσεων.

Η Πιθανότητα και η Επίπτωση της εμφάνισης του κάθε κινδύνου βασίζονται στο είδος του έργου που εξετάζεται με τα τυπικά χρονοδιαγράμματα εκτέλεσης του έργου, το σύνθετο κόστος του κάθε εξοπλισμού και την ποιότητα του έργου σύμφωνα με τις πλέον συνήθεις απαιτήσεις των τελικών χρηστών των εγκαταστάσεων. Ο Πίνακας III ορίζει τις τιμές που λαμβάνουν τα επίπεδα πιθανοτήτων ανάλογα με την πιθανότητα εμφάνισης του κάθε γεγονότος. Ο Πίνακας IV ορίζει τις τιμές που λαμβάνουν τα επίπεδα των επιπτώσεων τα οποία ορίζονται σε όρους κόστους, χρόνου, αντικειμένου και ποιότητας του έργου. Τέλος, ο Πίνακας V εμφανίζει τις τιμές διακινδύνευσης που χρησιμοποιούνται για την κατηγοριοποίηση των κινδύνων σε χαμηλής, μέσης και υψηλής κατηγορίας.

Πίνακας III: Πιθανότητα εμφάνισης κινδύνου

Επίπεδο	Πιθανότητα
Πολύ Χαμηλή / 0,1	Έως 10%
Χαμηλή / 0,3	10-30%
Μέση / 0,5	30-50%
Υψηλή / 0,7	50-70%
Πολύ Υψηλή / 0,9	70-90%

Για πιθανότητα >90% θεωρείται βέβαιο γεγονός και όχι κίνδυνος

Πίνακας IV: Πίνακας Επιπτώσεων

Επίπτωση σε:	Πολύ Χαμηλή / 0,05	Χαμηλή / 0,10	Μέση / 0,20	Υψηλή / 0,40	Πολύ Υψηλή / 0,80
Κόστος	Ασήμαντο	<10% αύξηση	10-20% αύξηση	20-40% αύξηση	>40% αύξηση
Χρόνος	Ασήμαντο	<15% αύξηση	15-30% αύξηση	30-50% αύξηση	>50% αύξηση
Αντικείμενο (Score)	Εξέδον μη αναγνωρίσιμη μεταβολή	Μικρό μέρος του αντικειμένου επηρεάζεται	Επαρκές μέρος του αντικειμένου επηρεάζεται	Μη αποδεκτή επήρεια του αντικειμένου	Το αντικείμενο επηρεάζεται σε βαθμό ακύρωσης του έργου
Ποιότητα	Εξέδον μη αναγνωρίσιμη μεταβολή	Μόνο πολύ απαιτητικές εφαρμογές επηρεάζονται	Η ποιότητα επηρεάζεται δυσμενώς ώστε να απαιτείται έγκριση του πελάτη	Μη αποδεκτή επήρεια της ποιότητας	Η ποιότητα επηρεάζεται σε βαθμό ακύρωσης του έργου

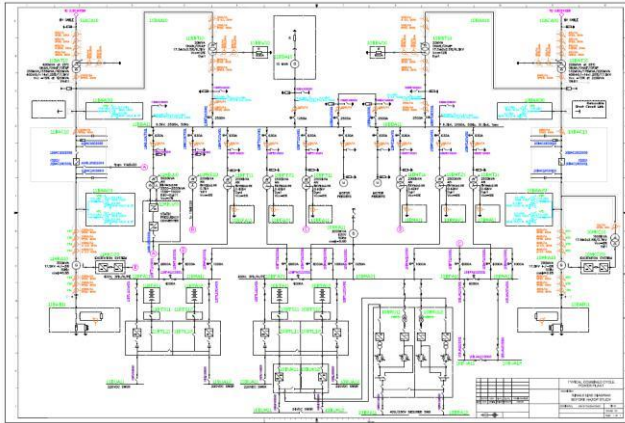
Πίνακας V: Πίνακας Διακινδύνευσης

ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ	ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗ=ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ x ΕΠΙΠΤΩΣΗ				
Πολύ Υψηλή (0,90)	0,045 (ΜΙΚΡΗ)	0,090 (ΜΕΣΗ)	0,180 (ΜΕΓΑΛΗ)	0,360 (ΜΕΓΑΛΗ)	0,720 (ΜΕΓΑΛΗ)
Υψηλή (0,70)	0,035 (ΜΙΚΡΗ)	0,070 (ΜΕΣΗ)	0,140 (ΜΕΣΗ)	0,280 (ΜΕΓΑΛΗ)	0,560 (ΜΕΓΑΛΗ)
Μέση (0,50)	0,025 (ΜΙΚΡΗ)	0,050 (ΜΙΚΡΗ)	0,100 (ΜΕΣΗ)	0,200 (ΜΕΓΑΛΗ)	0,400 (ΜΕΓΑΛΗ)
Χαμηλή (0,30)	0,015 (ΜΙΚΡΗ)	0,030 (ΜΙΚΡΗ)	0,060 (ΜΕΣΗ)	0,120 (ΜΕΣΗ)	0,240 (ΜΕΓΑΛΗ)
Πολύ Χαμηλή (0,10)	0,005 (ΜΙΚΡΗ)	0,010 (ΜΙΚΡΗ)	0,020 (ΜΙΚΡΗ)	0,040 (ΜΙΚΡΗ)	0,080 (ΜΕΣΗ)
	Πολύ Χαμηλή	Χαμηλή (0,10)	Μέση (0,20)	Υψηλή (0,40)	Πολύ Υψηλή (0,80)

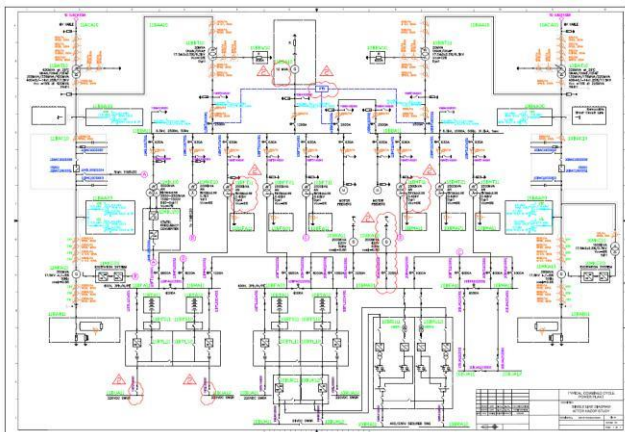
ΕΠΙΠΤΩΣΗ

III. ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

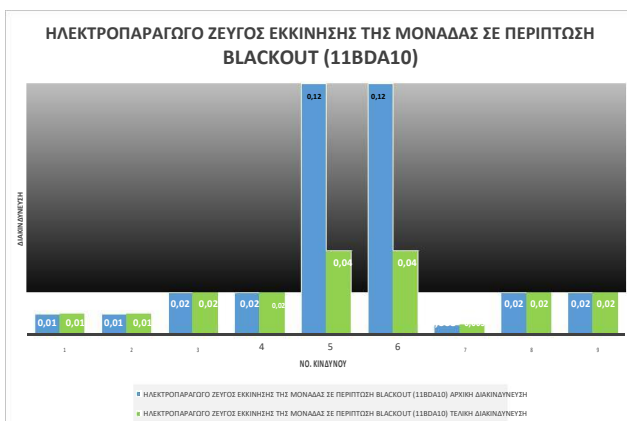
Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται επιλεγμένα αποτελέσματα της προτεινόμενης μεθόδου. Το Σχήμα 1 παρουσιάζει το ηλεκτρολογικό μονογραμμικό σχέδιο του σταθμού παραγωγής πριν την εφαρμογή της μεθόδου ενώ το Σχήμα 2 το ηλεκτρολογικό μονογραμμικό σχέδιο του σταθμού παραγωγής μετά την εφαρμογή της μεθόδου. Τα Σχήματα 3, 4, 5 και 6 εμφανίζουν τις διακινδυνεύσεις για διακριτούς εξοπλισμούς πριν και μετά την εφαρμογή της μεθόδου. Τέλος, το Σχήμα 7 εμφανίζει για το σύνολο των ταυτοποιημένων κινδύνων μη επιθυμητής διακινδύνευσης την μείωση των διακινδυνεύσεων σε βαθμό που να θεωρούνται στο σύνολό τους επιτρεπτές.



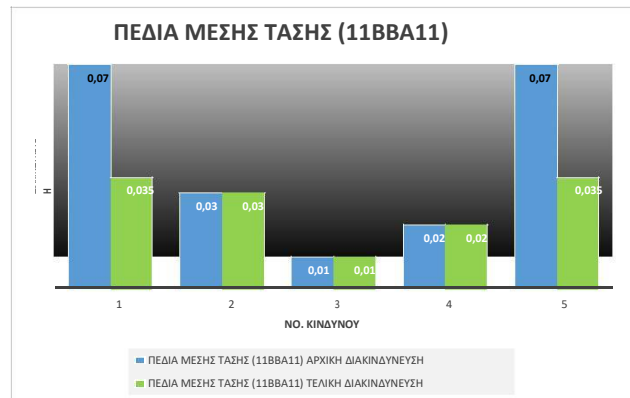
Σχήμα 1: Ηλεκτρολογικό Μονογραμμικό Διάγραμμα πριν την εφαρμογή της μεθόδου



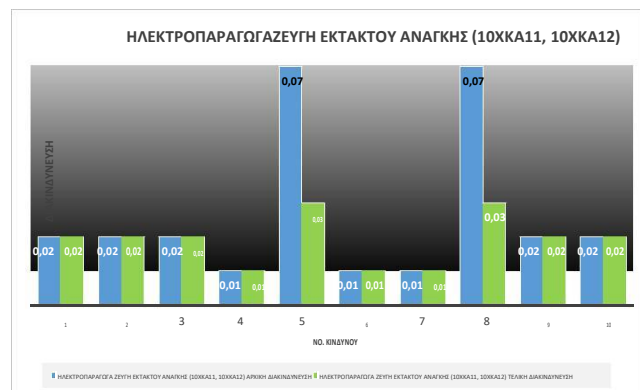
Σχήμα 2: Ηλεκτρολογικό Μονογραμμικό Διάγραμμα μετά την εφαρμογή της μεθόδου



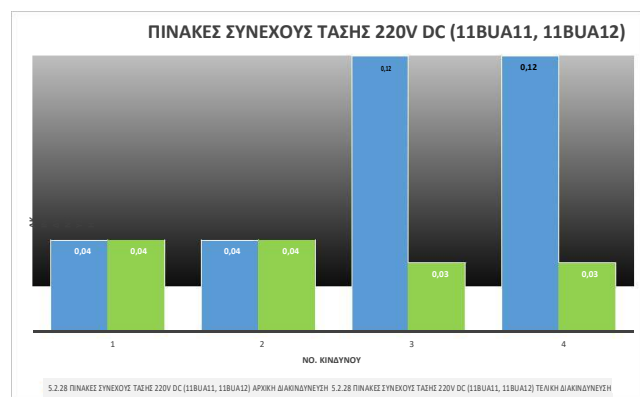
Σχήμα 3: Γράφημα ράβδων Αρχικής και Τελικής Διακινδύνευσης του Ηλεκτροπαραγωγού Ζεύγους Εκκίνησης της Μονάδας



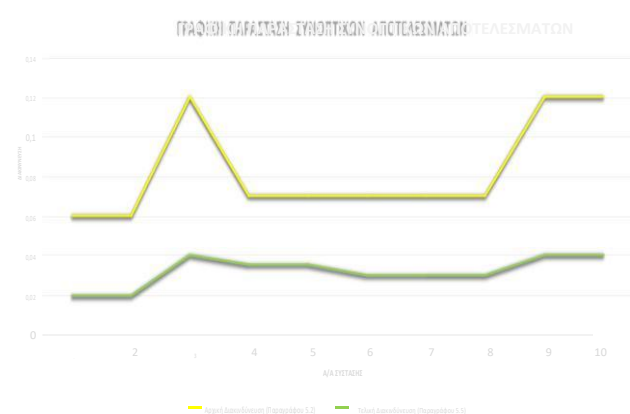
Σχήμα 4: Γράφημα ράβδων Αρχικής και Τελικής Διακινδύνευσης των Πεδίων Μέσης Τάσης



Σχήμα 5: Γράφημα ράβδων Αρχικής και Τελικής Διακινδύνευσης για τα Ηλεκτροπαραγωγά Ζεύγη Εκτάκτου Ανάγκης



Σχήμα 6: Γράφημα ράβδων Αρχικής και Τελικής Διακινδύνευσης των Πινάκων Συνεχούς Τάσης 220V DC



Σχήμα 7: Διακινδύνευση ταυτοποιημένων κινδύνων μη επιθυμητής διακινδύνευσης πριν και μετά την εφαρμογή της μεθόδου

IV. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η εφαρμογή της μελέτης περίπτωσης για έναν τυπικό σταθμό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας αποδεικνύει – και αυτή η απόδειξη αποτελεί την ουσία της συμβολής της συγκεκριμένης Διπλωματικής Εργασίας στην γνώση – ότι είναι εφικτή η προτεινόμενη μεθοδολογία που συνδυάζει την μελέτη HAZOP όπως αυτή περιγράφεται από το πρότυπο IEC 61882 με μεθόδους ποιοτικής ανάλυσης και πιο συγκεκριμένα με τη μέθοδο του Πίνακα Επιπτώσεων και Πιθανοτήτων (Consequence / Probability matrix) που περιγράφεται από το Ινστιτούτο Διοίκησης Έργων (PMI, 2013). Ο συγκεκριμένος συνδυασμός είναι εφικτός ενσωματώνοντας στα φύλλα εργασίας της μεθόδου HAZOP επιπρόσθετες πληροφορίες ποιοτικής ανάλυσης ώστε αφενός να αξιοποιηθεί η μεθοδική διαδικασία μέσω της οποίας γίνεται η ταυτοποίηση πιθανών κινδύνων και αφετέρου να γίνεται άμεσα αισθητός ο βαθμός διακινδύνευσης που ο εντοπισμένος κίνδυνος παρουσιάζει.

Ο συνδυασμός των παραπάνω μεθόδων δίνει την δυνατότητα στην ομάδα ελέγχου του συστήματος (διεργασιών ή ολόκληρης εγκατάστασης) να επικεντρωθεί στην αναζήτηση λύσεων για συγκεκριμένες κατηγορίες κινδύνων που παρουσιάζουν αυξημένες τιμές διακινδύνευσης. Με τον τρόπο αυτό η ανάλυση γίνεται ταχύτερα και η αναζήτηση λύσεων/μέτρων προστασίας γίνεται αποδοτικότερα.

Επιπλέον αποδεικνύεται ότι η προτεινόμενη μέθοδος μπορεί να εφαρμοστεί και σε εγκαταστάσεις ηλεκτρολογικού εξοπλισμού και να είναι αποτελεσματική και σε αυτές τις παραμέτρους οι οποίες δεν αποτελούν μεν τυπικές διαδικασίες (όπως οι μηχανολογικές παράμετροι) αποτελούν όμως ένα ενιαίο σύστημα με συγκεκριμένο σκοπό. Η μεθοδική ταυτοποίηση των κινδύνων / αποκλίσεων από τον βασικό σχεδιασμό οδηγεί σε προτάσεις περιορισμού τις πιθανότητας ή της επίπτωσης που αυτοί έχουν και μετά από έναν αριθμό επαναλήψεων της ταυτοποίησης των κινδύνων και της συνεπακόλουθης υιοθέτησης νέων μέτρων προστασίας οδηγούμαστε σε έναν σχεδιασμό στον οποίο οι διάφορες διακινδυνεύσεις είναι χαμηλότερες από τις οριακές τιμές που έχουμε εκ των προτέρων καθορίσει. Συμπερασματικά, αναδεικνύεται η σημαντικότητα της εφαρμογής της συγκεκριμένης συνδυαστικής μεθόδου για την επίτευξη ενός ασφαλούς σχεδιασμού ηλεκτρολογικής εγκατάστασης σε βιομηχανικό περιβάλλον. Το συμπέρασμα αυτό συμπίπτει με τα συμπεράσματα των Gilardi & Gotti (2013) για τις

εφαρμογές του τομέα εξόρυξης πετρελαίου και φυσικού αερίου.

Οι προτάσεις για μελλοντική έρευνα περιλαμβάνουν:

1. Την υλοποίηση μελέτης περίπτωσης για τα μηχανολογικά συστήματα και τις διεργασίες ενός σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.
2. Την έρευνα της δυνατότητας συνδυασμού της μεθόδου HAZOP με την μέθοδο “Failure Mode and Effects analysis” (IEC 60812, 2006) σε σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για τις περιπτώσεις που απαιτείται περαιτέρω εμβάθυνση στην αξιολόγηση κινδύνων εξοπλισμού που είναι ιδιαίτερος κρίσιμος για μια διαδικασία και την παρουσίαση των σχετικών αποτελεσμάτων.
3. Την έρευνα της δυνατότητας συνδυασμού της μεθόδου HAZOP με την μέθοδο “Fault Tree Analysis” (IEC 61025, 2006) για τις περιπτώσεις που απαιτείται εκτίμηση του συνδυασμού πολλαπλών κινδύνων ή ποσοτικοποίηση της όλης διακινδύνευσης σε σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Σεραφείμ Πολύζο για την πολύτιμη βοήθεια που μου προσέφερε, τις κατευθυντήριες γραμμές και τις εύστοχες επισημάνσεις που οδήγησαν στην επιτυχή ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Gilardi, C., & Gotti, M. (2013). Semi-Quantitative HAZOP Methodology Applied to Upstream Oil & Gas Activities. *Chemical Engineering Transactions*, 31, pp. 229-234. doi:10.3303/CET1331039
- IEC 60812. (2006). *Analysis techniques for system reliability - Procedure for failure mode and effects analysis (FMEA)*.
- IEC 61025. (2006). *Fault tree analysis (FTA)*.
- IEC 61882. (2016). *Hazard and operability studies (HAZOP studies) - Application guide*.
- ISO/IEC 31010. (2009). *Risk management - Risk assessment techniques*.
- Pasman, H., & Fabiano, B. (2008). Trends, problems and outlook in process industry risk assessment: Are we making progress? *Chemical Engineering Transactions*, pp. 9-16.
- Perez-Marin, M., & Rodriguez-Toral, M. (2013). HAZOP -Local approach in the Mexican oil & gas industry. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 26, pp. 936-940.
- PMI. (2013). *A guide to the project management body of knowledge* (5th ed.). Pennsylvania, USA: Project Management Institute, Inc.
- Πολύζος, Σ. (2013). *Προγραμματισμός και Οργάνωση των Έργων Μέθοδοι και Τεχνικές*. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Τζιόλα.