

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΙΑΜΕΣΟΛΑΒΗΤΩΝ

Ν. ΜΑΡΜΑΡΑΣ (Επιστημονικός Υπεύθυνος Έργου), Αναπληρωτής Καθηγητής Σ. ΔΡΙΒΑΛΟΥ (Νέα Ερευνήτρια), Υποψήφια Διδάκτωρ

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών, Τομέας Β.Δ. & Ε.Ε., Μονάδα Εργονομίας



Α. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΕΡΕΥΝΑΣ

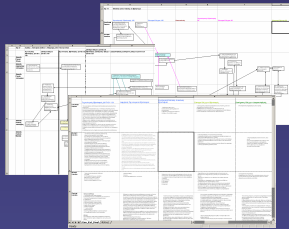
Αντικείμενο του έργου αποτέλεσε η δημιουργία ενός οικολογικού διαμεσολαβητή (Ecological Interface Design) για την υποστήριξη των καθηκόντων εποπτείας ενός δικτύου διανομής ηλεκτρικής ενέργειας μέσης τάσης. Οι συμβατικοί διαμεσολαβητές, που συνιστά κανείς σε παραδοσιακές αίθουσες ελέγχου, χαρακτηρίζονται από την αρχή «μία παράμετρος – μία ένδειξη ή χειρισμός» και υπολείπονται στην απεικόνιση της δυναμικής συμπεριφοράς και των αναδυόμενων ιδιοτήτων του συστήματος με συνέπεια να απαιτούν από τους χειριστές σύνθετη νοητική επεξεργασία των πληροφοριών που συλλέγουν, και επομένως υπερφόρτιση της μνήμης τους. Ο σχεδιασμός **οικολογικών διαμεσολαβητών ανθρώπου – τεχνολογικών συστημάτων** αποτελεί μία σύγχρονη προσέγγιση της Μηχανικής Νοητικών Συστημάτων (Cognitive Systems Engineering), που βρίσκει εφαρμογή ιδιαίτερα σε σύνθετα τεχνολογικά συστήματα. Μέσω της κατάλληλης ενοποίησης της πληροφορίας χωρικά και χρονικά, **καθίστανται ορατές στους χειριστές οι δυνατότητες και οι περιορισμοί του διαχειριζόμενου συστήματος** κάθε στιγμή, με συνέπεια να υποστηρίζεται κατάλληλα το έργο τους ακόμη και σε περιπτώσεις εμφάνισης μη-οικείων ή μη αναμενόμενων περιστατικών.

Δ. ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ ΔΙΑΜΕΣΟΛΑΒΗΤΗ

Δ1. Εθνογραφική Ανάλυση Εργασίας

Σε μία πρώτη φάση του έργου διεξήχθησαν συστηματικές παρατηρήσεις στην αίθουσα ελέγχου τόσο σε συνθήκες όσο και σε κρίσιμες συνθήκες λειτουργίας του δικτύου (π.χ., καύσιμες), όπου η κρισιμότητα του έργου της εποπτείας αυξάνει σημαντικά. Επίσης πραγματοποιήθηκαν συνεντεύξεις με τους υπεύθυνους μηχανικούς και χειριστές και μελέτη εγχειριδίων σχετικών με τους βασικούς κανονισμούς και αρχές λειτουργίας του δικτύου.

Η εθνογραφική ανάλυση του πεδίου βοήθησε στον εντοπισμό των νοητικών και συνεργατικών διαδικασιών, που αναδύονται κατά την εκτέλεση των καθηκόντων των χειριστών, καθώς και των παρεμβάσεων που έχουν πραγματοποιήσει οι χειριστές στον διαμεσολαβητή προκειμένου να αντιμετωπίσουν κάποιες στέλες και αδυναμίες του, ή για να δημιουργήσουν νοητικά βοηθήματα του έργου τους.



Ε. ΣΥΜΜΕΤΟΧΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ & ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΔΙΑΜΕΣΟΛΑΒΗΤΗ

Η ΝΑΕ κατέδειξε ότι ο υπάρχουν διαμεσολαβητές της αίθουσας ελέγχου (Μικρό Διάγραμμα, Πίνακας Ελέγχου, κλπ) παρουσίαζε αδυναμίες ιδιαίτερα κατά την υποστήριξη των κρίσιμων συνθηκών λειτουργίας (ΚΣΛ), όπου αυξάνει σημαντικά ο νοητικός φόρτος των χειριστών (λόγω της μεγάλης συχνότητας των συμβάντων, λόγω της ύπαρξης περισσότερων περιορισμών λειτουργίας, και λόγω της αυξημένης κρισιμότητας των διαχειριστικών αποφάσεων). Κεντρικό ρόλο στην αποτελεσματική διαχείριση του δικτύου σε ΚΣΛ, κατέχει το καθήκον εποπτείας του δικτύου. Για το λόγο αυτό δόθηκε έμφαση στην ανάπτυξη οικολογικών απεικονίσεων, που θα υποστηρίζουν κατάλληλα το έργο εποπτείας των χειριστών σε ΚΣΛ.

Α' φάση

Αναπτύχθηκαν και ελέγχθηκαν βασικές σχεδιαστικές ιδέες, σε ό,τι αφορά την κωδικοποίηση στοιχείων και λειτουργιών (π.χ., χρωματική κωδικοποίηση κέντρων διανομής), και οι βασικές δομές αναπαραστάσεων εποπτείας και ελέγχου. Δημιουργήθηκαν προσέγγιση σε χαρτί, τα οποία αξιολογήθηκαν από ομάδα εργασίας, στην οποία συμμετείχαν δύο μηχανικοί και έμμεροι χειριστές της αίθουσας ελέγχου.

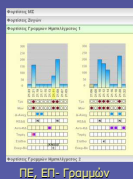
Β' φάση

Αναπτύχθηκαν τα **Παράθυρα Εποπτείας (ΠΕ) Μετασχηματιστών (ΜΣ)**, που αποτελούν τις βασικές μονάδες εποπτείας του διαμεσολαβητή, και παρουσιάζουν κάθε ΜΣ σε **τρία διαφορετικά επίπεδα (ΕΠ)** λειτουργίας: ΕΠ-γραμμών, ΕΠ-ζυγών και ΕΠ-ΜΣ. Η βασική σχεδιαστική ιδέα για την ανάπτυξη των ΠΕ ήταν η δημιουργία μονάδων εποπτείας, οι οποίες παρουσιάζουν –μέσω ευελκτών και λειτουργικών αναπαραστάσεων– πληροφορίες που βρίσκονται κατανομή σε ποικίλα μέσα εποπτείας στον υπάρχοντα διαμεσολαβητή. Κύριος στόχος ήταν η υποστήριξη των νοητικών καθηκόντων των χειριστών, η οποία επιτεύχθηκε μέσω των σχεδιαστικών λύσεων που παρουσιάζονται στο πλαίσιο που ακολουθεί.

Γ' φάση

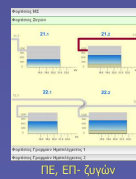
Αναπτύχθηκε το περιβάλλον διαχείρισης των Παρθύρων Εποπτείας, το οποίο παρέχει δυνατότητα διαχείρισης πολλών παραθύρων ταυτόχρονα. Έτσι οι χειριστές μπορούν να δημιουργήσουν δυναμικά και να οργανώσουν την επιφάνεια εργασίας τους, ενεργοποιώντας τα ΠΕ που τους ενδιαφέρουν, στο επίπεδο (γραμμών, ζυγών, ΜΣ) που απαιτεί το τρέχον καθήκον. Προκειμένου να διαπιστωθούν τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της Οικολογικής **Θέσης Εποπτείας** σε σχέση με τις παραδοσιακές μονάδες εποπτείας (μικρό διάγραμμα, φωτεινό διάγραμμα διακοπών, πίνακας ελέγχου, χάρτες) της αίθουσας ελέγχου, πραγματοποιήθηκαν προσομοιώσεις διαχείρισης χαρακτηριστικών συμβάντων, δίνοντας έμφαση στο κομμάτι της εποπτείας του κάθε συμβάντος.

✓ Ο «Πίνακας Πληροφόρησης» στο ΕΠ-Γραμμών, παρουσιάζει με συνοπτικό και ευεκτικό τρόπο τοπολογική και φυσική πληροφορία η οποία παίζει βασικό ρόλο στην κατάρτιση σεναρίων διαχείρισης των γεγονότων που συμβαίνουν στο δίκτυο.



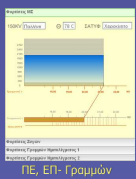
ΠΕ, ΕΠ- Γραμμών

✓ Το ΕΠ- γραμμών απεικονίζει τη μνήμη, τρέχουσα, και προσωρινή κατάσταση των διακοπών των γραμμών, επιτρέποντας στους χειριστές να έχουν άμεσα εικόνα για τις αλλαγές κατάστασης που έχουν προκληθεί οι ίδιοι, καθώς και για εκείνες που δημιουργήθηκαν από την ενεργοποίηση κάποιου αλάρμ.



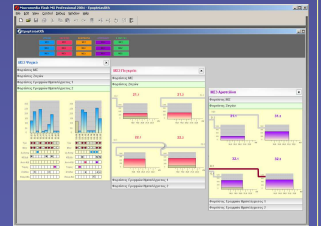
ΠΕ, ΕΠ- Ζυγών

✓ Στο ΕΠ- ζυγών & ΕΠ-ΜΣ παρουσιάζονται ενοποιημένες απεικονίσεις τάσης – φορτίου, οι οποίες όχι μόνο δηλώνουν τις τιμές κάθε παραμέτρου, αλλά διευκολύνουν και την άμεση σύγκριση μεταξύ διαφορετικών μονάδων του δικτύου.



ΠΕ, ΕΠ- Γραμμών

✓ Στο ΕΠ-ΜΣ παρέχεται στους χειριστές η οικολογική απεικόνιση «Μεταβαλλόμενο τρέπεζο», η οποία παρουσιάζει τη σχέση της πραγματικής τάσης εξόδου του ΜΣ, σε σχέση με την ονομαστική τιμή της τάσης που αντιστοιχεί στην τρέχουσα θέση του συστήματος αλλαγής τάσεως υπό φορτίο. Η σχετική θέση και κλίση της γραμμής που συνδέει τις δύο τιμές, δίνει άμεσα νύξεις για το από τι της απόκλισης μεταξύ των δύο τιμών, και για τους τρόπους αντιμετώπισης αυτής.



Θέση Εποπτείας Στιγμιότυπο Διαχείρισης Γεγονότος

✓ Σε όλα τα ΕΠ υπάρχουν ευελκείς απεικονίσεις παρουσίασης ονομαστικών αλλά και ειδικών ορίων λειτουργίας, οι οποίες όχι μόνο δηλώνουν την παρουσία περιορισμού, αλλά παρέχουν και νύξεις για την επιλογή συγκεκριμένων διαχειριστικών αποφάσεων.

✓ Η άμεση παρουσίαση ποιοτικών χαρακτηριστικών λειτουργίας του μετασχηματιστή, επιτρέπει στους χειριστές να καταστρώσουν ασφαλή και μακροπρόθεσμα σενάρια δράσης.

ΣΤ. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

- ✓ Η προσομοίωση διαχείρισης των περιστατικών κατέδειξε ότι η οικολογική οθόνη εποπτείας σε σχέση με τον υπάρχοντα διαμεσολαβητή παρουσίαζε:
- ✓ Καλύτερη κατανόηση της ελεγχόμενης διαδικασίας και πιο συνεπή τρόπο εποπτείας του πεδίου.
- ✓ Βελτιωμένους χρόνους εντοπισμού παραμέτρων κοντά στο όριο λειτουργίας, ανασφάλειας ή αποκόλλησης τη νοητική χαρακτηριστικών λειτουργίας του δικτύου.
- ✓ Πιο άμεσο εντοπισμό και προσαρμογή σε αλληλένδετους περιορισμούς.
- ✓ Άμεση αλληλεπίδραση με τις μονάδες ενδιαφερόμενες.
- ✓ Κατάλληλη υποστήριξη των χειριστών, ώστε να αντιμετωπίζουν αποτελεσματικά κάθε γεγονός, υποθετώντας τη νοητική συμπεριφορά με τον ελάχιστο δυνατό φυσικό και νοητικό φόρτο.

Ζ. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ- ΜΕΛΑΝΤΙΚΑ ΒΗΜΑΤΑ

- ✓ Η οθόνη Εποπτείας που σχεδιάστηκε στο πλαίσιο του έργου αυτού, έχει ήδη εμπευλωθεί με επιπλέον οικολογικές απεικονίσεις σημαντικών πληροφοριών του δικτύου, προκειμένου να υποστηριχθεί καλύτερα το έργο των χειριστών σε κρίσιμες συνθήκες λειτουργίας.
- ✓ Ο σχεδιασμός μεμονωμένων τμημάτων ενός διαμεσολαβητή (π.χ., Οθόνη Εποπτείας ΜΣ) σύμφωνα με τις αρχές του οικολογικού σχεδιασμού, παρουσιάζει ασφαλή πλεονεκτήματα σε σχέση με τους συμβατικούς διαμεσολαβητές, αλλά δεν επαρκεί. Οι πλήρεις δυνατότητες των οικολογικών διαμεσολαβητών μπορούν να διαφανούν σε ένα περιβάλλον που θα έχει αναπτυχθεί συνολικά σύμφωνα με την φιλοσοφία αυτή. Έτσι προκειμένου να ενισχυθεί η αποτελεσματικότητα της οθόνης εποπτείας, και να υποστηριχθεί κατάλληλα το συνολικό έργο των χειριστών, βρίσκεται ήδη σε εξέλιξη ο σχεδιασμός τριών επιπλέον οθονών: Οθόνη Αναγγελιών & Εκκρεμοτήτων, Δυναμικό Μικρό Διάγραμμα, Οθόνη Διαχείρισης.
- ✓ Η Νοητική Ανάλυση Εργασίας που πραγματοποιήθηκε, παρέχει επίσης επαρκή στοιχεία για μελλοντική επέκταση του σχεδιασμού: α) στη δημιουργία οικολογικών απεικονίσεων για την εποπτεία και έλεγχο του εξοπλισμού του συστήματος ελέγχου, β) στο σχεδιασμό Ακουστικών Αλάρμ, προκειμένου να δημιουργηθεί ένα ενισχυτικό και ακουστικό περιβάλλον εποπτείας και ελέγχου. Επίσης τα συστήματα υποστήριξης αποφάσεων, η εκπαίδευση των εργαζομένων, αλλά και γενικότερα η οργάνωση των διαδικασιών ελέγχου και των συνεργατικών των εργαζομένων, μπορούν να σχεδιαστούν σύμφωνα με την οικολογική φιλοσοφία, δημιουργώντας ένα αποτελεσματικό σχεδιασμένο κοινωνικό-τεχνικό σύστημα εργασίας.

Η. ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ - ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ



- o Drivalou S., Marmaras N., "Tracing Interface Design Solutions for an Electricity Distribution Network Control System using the Abstraction Hierarchy", Proceedings International Ergonomics Association Xvth Triennial Congress, August 24-29, 2003, Seoul, Korea
- o Σ. Δρίβαλου, Ν. Μαρμαράς, «Εργονομικός Σχεδιασμός Οικολογικού Διαμεσολαβητή για τον Έλεγχο και τη Διαχείριση Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας», 1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διπλ. Μηχανολόγων Ηλεκτρολόγων Μηχανικών, Αθήνα 28-30 Μαρτίου 2005
- o Drivalou S., "Supporting Critical operational Conditions in an Electricity Distribution Control Room through Ecological Interfaces", EACE 2005, 29 September- 1 October 2005, Chania, Crete, Greece