

|                                    |  |
|------------------------------------|--|
| <b>Τίτλος διατριβής</b>            | Γήρανση και καταστροφή των στερεών μονωτικών υλικών κάτω από την επίδραση πεδίων υψηλών τάσεων<br>(Aging and breakdown of solid insulating materials under the influence of high voltage fields)   |
| <b>Όνοματεπώνυμο<br/>Διδάκτορα</b> | Θεοδοσίου Κωνσταντίνος   |
| <b>Επιβλέπων</b>                   | Ιωάννης Γκιάλας, Καθηγητής   |
| <b>Ημερομηνία<br/>Υποστήριξης</b>  | 12/05/2006   |
| <b>Γλώσσα<br/>Συγγραφής</b>        | Ελληνική   |
| <b>Περίληψη</b>                    | <p>Είναι ευρέως αποδεκτή η καταλυτική επίδραση που ασκεί ο ηλεκτρισμός σε όλες τις πτυχές του σύγχρονου πολιτισμού. Η παράγωγη, μεταφορά, αποθήκευση και χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας απαρτίζουν μερικούς από τους σημαντικότερους παράγοντες της σύγχρονης τεχνολογίας και ζωής. Σε όλους αυτούς τους τομείς γίνεται χρήση πολλών ειδών υλικών (στερεών, υγρών και αερίων) με σκοπό την ηλεκτρική μόνωση και καλή λειτουργία των παντός τύπου συσκευών και εξοπλισμού που είναι απαραίτητος. Συγκεκριμένα, οι στερεές μονώσεις του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού υψηλής τάσης κατασκευάζονται από μεγάλη ποικιλία στερεών συνθετικών υλικών, κυρίως πολυμερών, τα οποία συνήθως τοποθετούνται σε μια ή περισσότερες στρώσεις, όπως συμβαίνει στα καλώδια και στους μετασχηματιστές. Η καλή λειτουργία αυτών των υλικών είναι εξαιρετικά κρίσιμη για την γενικότερη απόδοση των συστημάτων παραγωγής, μεταφοράς, αποθήκευσης και χρήσης της ηλεκτρικής ενέργειας και άρα η γνώση της συμπεριφοράς και των φυσικών χαρακτηριστικών τους, αποτελεί επιτακτική ανάγκη.</p> <p>Το αντικείμενο της διατριβής ήταν να ερμηνεύσει και να απαντήσει θεωρητικά και πειραματικά τα προηγούμενα ερωτήματα που σχετίζονται με τις φυσικές ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά πολυμερικών μονωτικών υλικών. Ο τρόπος ερμηνείας είναι κυρίως αιτιοκρατικός (ντετερμινιστικός) και βασίζεται σε μοντέλο το οποίο αρχικά εστιάζεται στο πιθανό μηχανισμό δημιουργίας ρεύματος και αγωγιμότητας αρχίζοντας από την διέλευση φορέων στην επαφή ηλεκτροδίου - υλικού και συνεχίζοντας μέσα στο ευρύτερο μονωτικό υλικό και στα διάφορα στρώματά του. Κατόπιν ερμηνεύει τον μηχανισμό γήρανσης η και απότομης κατάρρευσης στο εσωτερικό του υλικού μέσω διάσπασης των μακρομορίων του. Επίσης εστιάζεται στον ρόλο των διεπιφανειών μεταξύ ίδιων αλλά και διαφορετικών υλικών. Η θεωρητική ερμηνεία αναφέρεται σε πειράματα στα οποία μετριοούνται η διηλεκτρική αντοχή, ο χρόνος ζωής ή καταστροφής, οι απώλειες ισχύος, οι μερικές εκκενώσεις και η χωρητικότητα σε δείγματα συνθετικών πολυμερικών φιλμ διαφόρων υλικών. Επίσης εκτελούνται πειράματα προσομοίωσης με ειδικό πρόγραμμα για περαιτέρω επιβεβαίωση του μοντέλου. Πέραν από την ερμηνεία των φαινομένων, στα συμπεράσματα αναφέρονται και μέθοδοι βελτίωσης της κατάστασης μονώσεων και διάγνωσης της αξιοπιστίας του συναφούς ηλεκτρολογικού εξοπλισμού.</p> |
| <b>Abstract</b>                    | Well known the great impact of electricity in all the aspect of modern civilization. The production, distribution and use of electric energy are some of the most important factors of modern technology and life. In all these aspects, different kind of insulating materials (solid, liquid or gas) are in use because of the need of   |

good performance of electrical equipment. More specifically, solid insulation of electric equipment are manufactured using mostly synthetic-polymeric materials, that are put in one or more layers, as for example in electric cables and transformers. The good operation of these materials is extremely crucial for the general performance of the electric energy systems and hence the knowledge of their physical characteristics constitutes imperative need.

The objective of the thesis is to answer experimentally and theoretically questions that concern the physical characteristic especially those related with the dielectric strength of polymeric insulating materials. A deterministic model is chosen that focuses initially on the conduction mechanism and the way that current flows from the metal electrode to the polymer (in the interface) and afterwards continues in the inner material. The model also explains the aging and breakdown mechanism in the polymer through macromolecule scission. It is also focuses in the role of interfaces from the same or from different material. The theoretical explanation takes in to account experimental results from measurements of the dielectric strength, time to breakdown, power losses, partial discharges and capacitance in specimens from different solid composite insulating polymers. Simulation software is also used in order to confirm our hypothesis. In the conclusion we propose some methods for making diagnosis and improving the situation of the insulating materials.

Εθνικό Αρχείο  
Διδακτορικών  
Διατριβών

<http://phdtheses.ekt.gr/eadd/handle/10442/15657>

|                            |  |
|----------------------------|--|
| Τίτλος διατριβής           | Νέες τάσεις στη σύγχρονη χρηματοοικονομική μηχανική: από τη στοχαστική προσέγγιση στις υπολογιστικά νοήμονες μεθοδολογίες<br>(New trends in financial engineering: combining stochastic and computational intelligent methodologies)   |
| Όνοματεπώνυμο<br>Διδάκτορα | Θωμαΐδης Νικόλαος  |
| Επιβλέπων                  | Γεώργιος Δούνιας, Καθηγητής  |
| Ημερομηνία<br>Υποστήριξης  | 16/03/2007   |
| Γλώσσα<br>Συγγραφής        | Αγγλική  |
| Περίληψη                   | Στόχος της διδακτορικής διατριβής είναι η ανάπτυξη μίας πρωτότυπης κλάσης μοντέλων για την επίλυση τυπικών προβλημάτων στη χρηματοοικονομική μηχανική, όπως π.χ. την πρόβλεψη χρημ/κών δεδομένων και την τιμολόγηση χρεογράφων. Η οικογένεια των μοντέλων που προτείνονται στην εργασία αυτή συνδυάζει μία μέθοδο υπολογιστικής νοημοσύνης, τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα (artificial neural networks-NN), με κλασικά οικονομετρικά υποδείγματα μεταβλητότητας τύπου GARCH (Generalised Autoregressive Conditional Heteroskedasticity). Ο συνδυασμός αυτός δημιουργεί ένα ευέλικτο πλαίσιο μοντελοποίησης που δύναται να απεικονίσει πολλές από τις χαρακτηριστικές ιδιότητες των χρημ/κών χρονοσειρών |

|   |  |
|---|--|
|   | <p>που αναφέρονται στη βιβλιογραφία (μη γραμμικές διορθώσεις τιμών, αλλαγές στα επίπεδα μεταβλητότητας, μη γκαουσιανές κατανομές, κ.α.). Εξετάζουμε μία σειρά στρατηγικών για τον προσδιορισμό και τον έλεγχο επάρκειας της δομής των μοντέλων αυτής της κατηγορίας, που βασίζονται σε στατιστικούς ελέγχους, και προτείνουμε παραλλαγές αυτών των ελέγχων που είναι εύρωστες (robust), δηλ. διατηρούν την εγκυρότητά τους στην περίπτωση που το μοντέλο δεν απεικονίζει πλήρως την πιθανολογική σχέση που συνδέει την μεταβλητή στόχο με τις εξαρτημένες μεταβλητές. Η απόδοση των στατιστικών αυτών διαδικασιών διερευνάται με τη βοήθεια πειραμάτων προσομοίωσης Monte-Carlo. Ως μία επίδειξη των δυνατοτήτων της προτεινόμενης μεθοδολογίας, παραθέτουμε δύο μελέτες σε εμπειρικά δεδομένα. Στην πρώτη από αυτές, εφαρμόζουμε συνδυαστικά μοντέλα NN-GARCH στην πρόβλεψη της κατανομής των αποδόσεων σε διεθνείς χρηματιστηριακούς δείκτες (DAX, FTSE 100, S&amp;P 500). Στόχος της δεύτερης εφαρμογής είναι να συγκρίνει την αποτελεσματικότητα της μεθόδου διαδοχικών στατιστικών ελέγχων, που εφαρμόζεται στη διατριβή αυτή, με άλλες στατιστικές και εμπειρικές τεχνικές προσδιορισμού της αρχιτεκτονικής νευρωνικού δικτύου στην τιμολόγηση παραγώγων συμβολαίων τύπου δικαιώματος προαίρεσης (option).</p>   |
| <b>Abstract</b>                             | <p>The purpose of this thesis is to introduce a semi-parametric financial forecasting model that combines an intelligent learning technique, artificial neural networks, with common econometric GARCH models of volatility. We show how this flexible modelling framework can accommodate most of the stylised facts reported about financial prices or rates of return (nonlinear corrections, asymmetric GARCH effects and non-gaussian errors). We analytically discuss several strategies for the specification of the mean and variance components of the model by means of sequential statistical tests and propose variations of the standard testing framework that are robust to model misspecification, i.e. they preserve their asymptotic validity when the model is not correctly specified for the true conditional distribution. The finite-sample performance of testing procedures is investigated by means of Monte-Carlo simulations. To demonstrate various aspects of the model-building strategy, we present two empirical studies. In the first one, we apply NN-GARCH models to forecasting the conditional distribution of daily returns on three major international stock indexes (DAX, FTSE 100, S&amp;P 500) and in the second one we compare the performance of the sequential testing procedure with other statistical and heuristic neural network model-selection strategies in accurately pricing options on the S&amp;P 500 index.</p> |
| <b>Εθνικό Αρχείο Διδακτορικών Διατριβών</b> | <p><a href="http://phdtheses.ekt.gr/eadd/handle/10442/15657">http://phdtheses.ekt.gr/eadd/handle/10442/15657</a></p>   |

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| <b>Τίτλος διατριβής</b>        | <p>Κατηγορία προβλημάτων δρομολόγησης οχήματος διανομών με προκαθορισμένη ακολουθία εξυπηρέτησης πελατών και επιστροφές στην αποθήκη<br/>(A Class of Single Vehicle Routing Problems with Predefined Customer Sequence and Depot Returns)</p> |
| <b>Όνοματεπώνυμο Διδάκτορα</b> | <p>Ταταράκης Αντώνιος</p>   |

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| <b>Επιβλέπων</b>              | Ιωάννης Μίνης, Ομότιμος Καθηγητής   |
| <b>Ημερομηνία Υποστήριξης</b> | 19/12/2007  |
| <b>Γλώσσα Συγγραφής</b>       | Αγγλική   |
| <b>Περίληψη</b>               | <p>Σε αυτή την διατριβή μελετήθηκε μια βασική περίπτωση του προβλήματος δρομολόγησης οχημάτων (Vehicle Routing Problem - VRP), στην οποία ένα όχημα ξεκινά από την αποθήκη και εξυπηρετεί πελάτες με προκαθορισμένη σειρά επίσκεψης. Στόχος είναι η εξυπηρέτηση όλων των πελατών και η ελαχιστοποίηση της διανυθείσας απόστασης (κόστους). Το συγκεκριμένο πρόβλημα έχει μεγάλο πρακτικό ενδιαφέρον; ενδεικτικές εφαρμογές του περιλαμβάνουν την περίπτωση πωλήσεων Ex-Van, και συστήματα διαχείρισης υλικών. Πολλές περιπτώσεις αυτού το προβλήματος, με αυξανόμενη πολυπλοκότητα, προτείνονται, αναλύονται και επιλύονται. Αυτές είναι:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Διανομή πολλαπλών προϊόντων με γνωστή (deterministic) ζήτηση πελατών. Δύο υπο-περιπτώσεις μελετήθηκαν: α) με φορτίο κατανομημένο σε αποθηκευτικούς χώρους μέσα στο όχημα και β) με χύμα φορτίο. Τα μαθηματικά μοντέλα, όπως και καινούργιοι αποδοτικοί αλγόριθμοι που λύνουν αυτά τα προβλήματα βέλτιστα (to optimality) αναπτύχθηκαν και αναλύθηκαν.</li> <li>• Διανομή πολλαπλών προϊόντων με άγνωστη (stochastic) ζήτηση πελατών. Και οι δύο υποπεριπτώσεις που αναφέρονται παραπάνω μελετήθηκαν. Και για τις δύο υποπεριπτώσεις παρουσιάσαμε τα χαρακτηριστικά των προβλημάτων, καινούργιες μεθόδους καθορισμού του ελάχιστου αναμενόμενου κόστους, και θεωρητικά αποτελέσματα τα οποία επιτρέπουν τον καθορισμό της βέλτιστης απόφασης μετά την εξυπηρέτηση του κάθε πελάτη. Και οι δύο υποπεριπτώσεις λύθηκαν με δυναμικό προγραμματισμό, και αποδείχθηκε και για τις δύο ότι υπάρχει μια συνάρτηση ορίου (threshold function), η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον καθορισμό της βέλτιστης απόφασης. Εκτεταμένη ανάλυση των προτεινόμενων αλγορίθμων έλαβε χώρα.</li> <li>• Παραλαβή και διανομή (προϊόντων) με άγνωστη (stochastic) ζήτηση πελατών. Σε αυτή την περίπτωση το όχημα όχι μόνο παραδίδει προϊόντα στους πελάτες, αλλά και παραλαμβάνει επιστροφές από κάθε πελάτη (π.χ. κατεστραμμένα ή άδειες παλέτες ή υλικά συσκευασίας). Τα χαρακτηριστικά του προβλήματος παρουσιάζονται, μαζί με μια καινούργια μέθοδο καθορισμού του ελάχιστου αναμενόμενου κόστους, και της βέλτιστης απόφασης μετά από την εξυπηρέτηση του κάθε πελάτη. Η προτεινόμενη μέθοδος αναλύθηκε επίσης εκτενώς.</li> </ul> <p>Η διατριβή αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί και να υποστηρίξει ένα σύστημα λήψης αποφάσεων, και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περιπτώσεις δρομολόγησης οχημάτων με προκαθορισμένη σειρά επίσκεψης, για μια πληθώρα περιπτώσεων (γνωστή ή άγνωστη ζήτηση πελατών, ένα ή πολλαπλά προϊόντα, παραδώσεις, ή παραδώσεις και παραλαβές): Με αυτό τον τρόπο μπορούν να εξαλειφθούν οι τυχαίες αποφάσεις δρομολόγησης, ελαχιστοποιώντας τα συνολικά λειτουργικά κόστη της εταιρίας, και αυξάνοντας την συνολική παραγωγικότητα και τα επίπεδα εξυπηρέτησης των πελατών της.</p> |

|   |  |
|---|--|
| <b>Abstract</b>                             | <p>In this dissertation a basic case of the Vehicle Routing Problem (VRP) is studied, in which a single vehicle starts from its depot and serves customers in a predefined sequence. The objective is to serve all customers and minimize travel distance (cost). This problem is of significant practical interest, indicative applications include Ex-Van sales and Material Handling systems. Several cases of this problem, of increasing complexity, are posed, analyzed and solved. These cases are:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Multiple product delivery with deterministic customer demand. Two sub-cases are studied: a) the compartmentalized load and b) the unified load case. The mathematical models, as well as new efficient algorithms that solve these problems to optimality have been developed and analyzed.</li> <li>• Multiple product delivery with stochastic customer demand. Both sub-cases mentioned above are studied. For both cases we present the characteristics of the respective problems, novel methods to determine the minimum expected cost, and the theoretical results that permit one to determine the optimal decision after serving each customer. Both cases have been addressed using dynamic programming, and for both it has been proven that there exists an appropriate threshold function for each customer, which can be used to determine the optimal decision. Extensive analysis of the proposed algorithms has been conducted.</li> <li>• Pickup and delivery (of product) with stochastic customer demands. In this case the vehicle not only delivers products to customers but it also picks up returned items from each customer (e.g. damaged goods, or empty packaging). The characteristics of the problem have been presented, together with a novel method to determine the minimum expected cost, and the optimal decision after serving each customer. The proposed method has also been analyzed extensively.</li> </ul> <p>This work may support a decision support framework, which can be utilized in fixed routing operations for a wide variety of cases and applications (deterministic or stochastic demand, single or multiple products, delivery or pickup &amp; delivery): Thus, ad-hoc sub-optimal decisions can be eliminated, minimizing total operating costs, and increasing the overall productivity and customer service of the distribution fleet.</p> |
| <b>Εθνικό Αρχείο Διδακτορικών Διατριβών</b> | <a href="http://phdtheses.ekt.gr/eadd/handle/10442/15346">http://phdtheses.ekt.gr/eadd/handle/10442/15346</a>  |

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| <b>Τίτλος διατριβής</b>        | <b>Βελτιστοποίηση επίδοσης και αξιοπιστίας υπολογιστικών συστημάτων: Στοχαστική μοντελοποίηση αναζωογόνησης λογισμικού (Optimizing performance and dependability of computer systems: software rejuvenation stochastic modeling)</b> |
| <b>Όνοματεπώνυμο Διδάκτορα</b> | Κούτρας Βασίλειος  |
| <b>Επιβλέπων</b>               | Αγάπιος Πλατής, Καθηγητής  |

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| <b>Ημερομηνία Υποστήριξης</b> | 14/06/2010  |
| <b>Γλώσσα Συγγραφής</b>       | Αγγλική   |
| <b>Περίληψη</b>               | <p>Σκοπός της Διατριβής είναι η στοχαστική μοντελοποίηση της αναζωογόνησης λογισμικού σε ποικίλα υπολογιστικά συστήματα, με στόχο την βελτιστοποίηση της επίδοσης και της αξιοπιστίας τους. Η αναζωογόνηση λογισμικού είναι μια προληπτική τεχνική συντήρησης του λογισμικού που χρησιμοποιείται για την αποφυγή μελλοντικών αστοχιών που οφείλονται σε φαινόμενα γήρασής του. Για την μοντελοποίηση της αναζωογόνησης, χρησιμοποιείται κάθε φορά η κατάλληλη Μαρκοβιανή διαδικασία. Η αναζωογόνηση λογισμικού καταφέρνει να εκπληρώσει τις περισσότερες φορές τους στόχους της. Στην παρούσα Διατριβή εισάγεται όμως και το καινοτόμο σενάριο της αποτυχημένης αναζωογόνησης, το οποίο μπορεί να εμφανιστεί υπό ορισμένες συνθήκες, ειδικά όταν πρόκειται για αρκετά μεγάλες εφαρμογές λογισμικού, σχεδιασμένες να εκτελούνται για μεγάλο χρονικό διάστημα. Η αναζωογόνηση μοντελοποιείται σε συστήματα τα οποία υπόκεινται σε σταδιακή φθορά και εξάντληση των πόρων τους. Το ποσοστό της ελεύθερης μνήμης που σταδιακά εξαντλείται μπορεί να χαρακτηριστεί ως ένα τέτοιο είδος πόρου. Η αναζωογόνηση, μέσω της βέλτιστης στρατηγικής εφαρμογής της, μπορεί να απελευθερώσει ποσοστά πόρων ενός συστήματος και να συμβάλει έτσι στην βελτίωση της επίδοσης και της διαθεσιμότητάς του. Η αποτελεσματικότητά της, αναφορικά με την επίδοση των συστημάτων, μελετάται μέσω κάποιων δεικτών αξιοπιστίας. Εν προκειμένω, μοντελοποιείται η εφαρμογή της αναζωογόνησης σε συστήματα με εφεδρείες, σε συστοιχίες υπολογιστών αλλά και σε κατανομημένα περιβάλλοντα όπως το Grid. Σκοπός είναι η βελτιστοποίηση της διαθεσιμότητας και της αξιοπιστίας τους. Μοντελοποιείται επίσης και η εφαρμογή της αναζωογόνησης στην τηλεφωνία μέσω διαδικτύου (VoIP). Σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις, ο στόχος είναι να βρεθεί η βέλτιστη πολιτική εφαρμογής της αναζωογόνησης που θα οδηγήσει στα επιθυμητά επίπεδα επίδοσης και αξιοπιστίας.</p> <p>Στα πλαίσια της Διατριβής, χρησιμοποιούνται γενικευμένες «ανοιχτές» προσυντονισμένες μέθοδοι προσεγγιστικών αντιστρόφων για την αποτελεσματική επίλυση των γραμμικών συστημάτων μεγάλης τάξης που προκύπτουν με βάση την μοντελοποίηση της αναζωογόνησης λογισμικού. Η Διατριβή παρέχει το κατάλληλο υπόβαθρο για την περαιτέρω μελέτη της αναζωογόνησης λογισμικού ως μια συνιστώσα στην δημιουργία «αυτοθεραπευόμενων» συστημάτων. Τα συστήματα αυτά μπορεί να ποικίλουν από αρκετά μεγάλης κλίμακας όπως για παράδειγμα το Grid, ή αρκετά μικρότερης όπως τα λογισμικά που χρησιμοποιούνται στις συσκευές κινητής τηλεφωνίας.</p> |
| <b>Abstract</b>               | <p>The aim of the present thesis consists in stochastically modeling software rejuvenation, a proactive technique for preventing software failures, implementation in computer systems in order to optimize their dependability and reliability. To model rejuvenation the appropriate Markovian stochastic process is selected. Software rejuvenation has been modeled in a variety of computer systems to prevent software failures that cause economic or either human loses. Traditionally it manages to fulfill its purposes when it is ordinary performed, partially or fully according to the decided strategy. In the thesis, the concept of failed rejuvenation is introduced. In contrast with the ordinary scenario, failed rejuvenation which occurs rather rarely can be manifested under certain conditions, especially when dealing with too large applications.</p>   |

|   |   |
|---|---|
|   | <p>Rejuvenation is modeled in systems which experience resource degradation. The free physical memory can be used as a measure of the resources that degrade. Rejuvenation through the optimal strategy, manages to free up system resources and hence improve system's performance. Moreover, rejuvenation effects on resource availability optimization are studied combined with resource reservation techniques.</p> <p>The efficiency of software rejuvenation in improving a system's performance is studied through classical dependability measures. Rejuvenation is modeled on redundant, cluster and finally on distributed computing systems, aiming to improve their availability and service reliability. Moreover, dependability measures' improvements due to software rejuvenation are also highlighted for the VoIP telecommunication application. In all of the above cases the main aim is to distinguish the optimal rejuvenation policy which contributes on systems' performance.</p> <p>Explicit approximate inverse preconditioning methods are adopted for solving efficiently sparse linear systems needed in order to derive the software systems performance and dependability measures.</p> <p>The thesis provides the appropriate modeling framework for further studying the impact of rejuvenation in various computer systems. Rejuvenation is the next step for self-healing systems, which can contribute on the idea of autonomic computing either on large technological systems such as the Grid, or even on lower scale software systems as for example those being used in today's mobile phones.</p> |
| <b>Εθνικό Αρχείο<br/>Διδακτορικών<br/>Διατριβών</b> | <a href="http://phdtheses.ekt.gr/eadd/handle/10442/22564">http://phdtheses.ekt.gr/eadd/handle/10442/22564</a>   |

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| <b>Τίτλος διατριβής</b>            | Αξιολόγηση της ποιότητας του πόσιμου νερού της Αθήνας, με στόχο την ολοκληρωμένη διαχείρισή του, μέσω στατιστικών μεθόδων<br>(Evaluation of the Athens drinking water quality by means of statistical methods aiming at its integrated management)  |
| <b>Όνοματεπώνυμο<br/>Διδάκτορα</b> | Σμέτη Ελένη   |
| <b>Επιβλέπων</b>                   | Σπυρίδων Γκολφινόπουλος, Καθηγητής  |
| <b>Ημερομηνία<br/>Υποστήριξης</b>  | 23/06/2010  |
| <b>Γλώσσα<br/>Συγγραφής</b>        | Ελληνική  |
| <b>Περίληψη</b>                    | Σκοπός της διατριβής ήταν η ανάπτυξη μεθοδολογίας για την εκτίμηση της ποιότητας του νερού, μέσω ολοκληρωμένης στατιστικής ανάλυσης των χημικών, μικροβιολογικών και τοξικολογικών παραμέτρων του, από την ακατέργαστη μέχρι και την επεξεργασμένη μορφή του, με στόχο την ολοκληρωμένη αξιολόγηση και διαχείριση ενός πολύπλοκου συστήματος υδατικών πόρων όπως αυτό της Αθήνας. Στην παρούσα διατριβή, διερευνήθηκε |

η αποτελεσματικότητα, η επάρκεια και οι αναγκαίες προσαρμογές, λόγω των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών των ποιοτικών παραμέτρων του νερού, ενός μεγάλου αριθμού σύνθετων στατιστικών μεθόδων. Η κατανόηση των μηχανισμών που επηρεάζουν την ποιότητα του νερού από την ακατέργαστη πρωταρχική του μορφή έως την τελική του που προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση, αποτέλεσε τον κύριο στόχο της έρευνας. Η ενδεδειγμένη στατιστική ανάλυση των μηνιαίων τιμών τοξικότητας (2000-2006) στους ταμιευτήρες, κατέληξε σε έλλειψη εποχικότητας και μη στατιστικά σημαντική ανοδική ή πτωτική τάση. Μεταξύ των ταμιευτήρων δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην τοξικότητα. Τα μηνιαία δεδομένα (1997-2009) των βακτηρίων – δεικτών μικροβιακής φόρτισης enterococci των ποταμών που εκβάλουν στους ταμιευτήρες, διερευνήθηκαν για εποχικότητα, ύπαρξη τάσεων και ομοιογένεια των πιθανών τάσεων. Δύο από τους ποταμούς χαρακτηρίζονται ως χαμηλού μικροβιακού φορτίου και ένας παρουσίασε πολύ υψηλό ποσοστό άνω περικεκομμένων τιμών. Σε καμία από τις υπόλοιπες θέσεις δειγματοληψίας δεν εντοπίστηκε στατιστικά σημαντική ανοδική τάση για τους enterococci. Διερευνήθηκε εκτενώς η χρησιμότητα των πολυμεταβλητών στατιστικών τεχνικών (ανάλυση κύριων συνιστωσών / παραγοντική ανάλυση, ανάλυση κατά συστάδες, διαχωριστική ανάλυση, δέντρα ταξινόμησης και παλινδρόμησης) στην ερμηνεία της δομής 16 φυσικών-χημικών ποιοτικών παραμέτρων του νερού κάθε ταμιευτήρα και στην αποτίμηση των χρονικών διακυμάνσεων της ποιότητάς του. Επιτεύχθηκε σημαντική μείωση των διαστάσεων του πολύπλοκου σετ δεδομένων και αναδείχθηκαν λίγες μόνο παράμετροι ως κύριες υπεύθυνες για τις διακυμάνσεις στην ποιότητα του νερού στη διάρκεια του χρόνου. Διερευνήθηκε η χρησιμότητα των πολυμεταβλητών στατιστικών μεθόδων στη διάκριση του επεξεργασμένου νερού των διαφορετικών Μονάδων Επεξεργασίας Νερού (MEN), βάσει 9 φυσικών-χημικών παραμέτρων, καθώς και στην πρόβλεψη της προέλευσης του νερού του δικτύου ύδρευσης ως προς τη MEN από την οποία προέρχεται. Κατασκευάστηκε μοντέλο, βάσει των δειγμάτων νερού MEN, το οποίο παρείχε 97,8% ορθή ταξινόμηση των δειγμάτων νερού του δικτύου ύδρευσης. Η υψηλή ακρίβεια του μοντέλου επιτρέπει τη χρησιμοποίησή του ως μέσον περιγραφής των δικτύων διανομής και πρόβλεψης της προέλευσης του νερού, παρέχοντας χρήσιμες πληροφορίες στους διαχειριστές των δικτύων, με αποτέλεσμα την αύξηση του βαθμού ασφαλείας. Με χρήση μοντέλων χρονολογικών σειρών, κατασκευάστηκαν ρεαλιστικά διαγράμματα ελέγχου της τοξικότητας του επεξεργασμένου νερού των MEN, τα οποία αποτελούν χρήσιμα εργαλεία για τη βελτίωση της ποιότητας του πόσιμου νερού, και δίνουν τη δυνατότητα για βραχυχρόνιες προβλέψεις των τιμών της τοξικότητας και την επαναπροσαρμογή της διεργασίας εάν κρίνεται απαραίτητο και είναι εφικτό.

## Abstract

The aim of this thesis was to explore statistical methods for the integrated analysis of the water quality parameters at all stages (raw water – treated water). A great variety of statistical methods were extensively explored and then applied to the water quality data of the complicated water supply system of Athens with a view to gaining insight knowledge of the water quality behavior and the system's integrated management. The study of seasonality and trend analysis of the toxicity data (2000-2006), for each raw water reservoir, resulted in no statistical significance. No statistical significant difference for the toxicity between the reservoirs was observed. The microbial load of the rivers that flow into the reservoirs was investigated by means of seasonal and local variability as well as trend analysis tests for the bacteria indicators of enterococci (1997-2009). Two of the rivers were characterized by exceptionally small microbial load and one by high amount of censored data at the highest reporting limit of the method. No trends for the enterococci were found in the rest of the rivers.

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
|                                      | <p>Multivariate statistical techniques (Principal components Analysis / Factor Analysis, Cluster Analysis, Discriminant Analysis, Classification and Regression Trees) were applied to physical-chemical data (16 parameters) of each reservoir to explain the data structure and to assess temporal variations in the water quality. The resulting models presented high accuracy and allowed a reduction in the dimensionality of the complex dataset, delineating a few indicator parameters responsible for the variations in temporal water quality.</p> <p>Significant differences in the treated water physical-chemical characteristics due to different sources of surface water and differences in the water treatment facilities and operational procedures were observed. Discriminative models were developed for the treated water produced at the water treatment plants. Moreover, the predictive models were evaluated for the discrimination of network water samples according to their theoretically expected origin. The prediction of the water origin in network was very satisfactory (97.8% for the best model). Therefore, the model can be used in the establishment of safety protocols in the case of an emergency, where a possible deterioration of water quality in one of the plants could degrade the water quality of the related water supply network sections.</p> <p>Finally, control charts were constructed for the data that were obtained from the daily toxicological analysis of treated water from the treated-water tanks. The time-series based method captured the dynamic structure of the data and gave reasonable control charts that can be useful tools for the improvement of the water quality.</p> |
| Εθνικό Αρχείο Διδακτορικών Διατριβών | <a href="http://phdtheses.ekt.gr/eadd/handle/10442/28730">http://phdtheses.ekt.gr/eadd/handle/10442/28730</a>  |

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Τίτλος διατριβής        | Διοίκηση στόλου οχημάτων διανομής σε πραγματικό χρόνο: Οι περιπτώσεις καθυστέρησης και βλάβης οχημάτων<br>( <b>Real-time vehicle routing: The cases of vehicle delay and vehicle breakdown</b> )  |
| Όνοματεπώνυμο Διδάκτορα | Μαμάσης Κωνσταντίνος  |
| Επιβλέπων               | Ιωάννης Μίνης, Ομότιμος Καθηγητής   |
| Ημερομηνία Υποστήριξης  | 23/09/2010  |
| Γλώσσα Συγγραφής        | Ελληνική  |
| Περίληψη                | Στη παρούσα Διδακτορική Διατριβή μοντελοποιούνται, αναλύονται και επιλύονται τρία προβλήματα σημαντικού ερευνητικού ενδιαφέροντος και πρακτικής αξίας, που συχνά ανακύπτουν κατά την διάρκεια εκτέλεσης δρομολογίων διανομής προϊόντων σε αστικό περιβάλλον. Τα διερευνηθέντα |

προβλήματα δυναμικής δρομολόγησης πρέπει να αντιμετωπιστούν όσο η διανομή βρίσκεται σε εξέλιξη και περιλαμβάνουν το Πρόβλημα Καθυστερήσης Οχήματος (ΠΚΟ), το Πρόβλημα Ακινητοποίησης Οχήματος (ΠΑΚΟ), και το Πρόβλημα Ακινητοποίησης Οχήματος σε δίκτυο διανομής Κοινού Προϊόντος (ΠΑΚΟ-ΚΠ).

Το ΠΚΟ αναφέρεται σε όχημα διανομής, το οποίο κατά τη διάρκεια εκτέλεσης του δρομολογίου του, καθυστερεί τόσο ώστε να μην καθίσταται δυνατή η ολοκλήρωση του αρχικού προγράμματος διανομής εντός ενός προκαθορισμένου χρονικού ορίζοντα. Το πρόβλημα αυτό μοντελοποιείται και επιλύεται με νέο αποτελεσματικό αλγόριθμο ο οποίος εκμεταλλεύεται σημαντικά χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος αστικών διανομών, όπως η χωρική κατανομή των πελατών σε προάστια.

Για την περίπτωση ακινητοποίησης οχήματος εξετάζονται δύο περιπτώσεις: (α) Το ΠΑΚΟ ορίζεται σε δίκτυο πελατών με γνωστή ζήτηση σε μη εναλλάξιμες παραγγελίες διακριτών προϊόντων, και (β) το ΠΑΚΟ-ΚΠ ορίζεται σε δίκτυο πελατών με γνωστή ζήτηση κοινού (μοναδικού) προϊόντος. Οι δύο περιπτώσεις διατυπώνονται και μοντελοποιούνται για πρώτη φορά στη βιβλιογραφία. Για την επίλυσή τους αναπτύσσονται δύο νέες μέθοδοι: Η μία βασίζεται σε Γενετικό Αλγόριθμο και χρησιμοποιείται για τον καθορισμό λύσεων αναφοράς σε πρότυπα Προβλήματα ΑΚΟ και ΑΚΟ-ΚΠ. Η δεύτερη μέθοδος στηρίζεται σε ευρετικό Στοχαστικό Αλγόριθμο και χρησιμοποιείται για την ταχεία επίλυση του προβλήματος (σχεδόν σε πραγματικό χρόνο), όπως επιβάλλεται από τη φύση του πρακτικού προβλήματος. Η αποτελεσματικότητα της δεύτερης μεθόδου αξιολογείται μέσω των πρότυπων λύσεων της πρώτης.

#### Abstract

In this PhD Thesis we model, analyse and solve three problems of high practical value which often arise during execution of the delivery process in city logistics. Those dynamic vehicle routing problems that should be solved in real-time are the Vehicle Delay Problem, the Vehicle Breakdown Problem and the Vehicle Breakdown Problem with Common Commodity. The Vehicle Delay Problem deals with the scenario in which a vehicle faces an unexpected delay during the delivery process. The delay is such that the vehicle cannot complete its route in the predefined available time. This problem is modelled and solved with a new and effective algorithm that utilizes the spatial distribution of clients (clusters) to produce high quality solutions in shorter computational time.

Both the Vehicle Breakdown Problem and the Vehicle Breakdown Problem with Common Commodity deal with a vehicle, member of a distribution fleet, that is immobilized due to an unexpected incident. The aforementioned problems are modelled with a new analytical model and solved by two proposed methods. The 1st method is a Genetic Algorithm used to provide the necessary high quality benchmark solutions. The second is a Stochastic Algorithm used to provide good near real-time solutions as demanded by the practical nature of the problem. The solution quality of the Stochastic Algorithm is compared to the benchmark solutions of the GA.

Εθνικό Αρχείο  
Διδακτορικών  
Διατριβών

<http://phdtheses.ekt.gr/eadd/handle/10442/22582>

|                            |   |
|----------------------------|---|
| Τίτλος διατριβής           | Εφαρμογές της μεθόδου του στοχαστικού δυναμικού προγραμματισμού σε προβλήματα συντήρησης και δρομολόγησης<br>(Applications of the method of stochastic dynamic to maintenance and routing)  |
| Όνοματεπώνυμο<br>Διδάκτορα | Καραματσούκης Κωνσταντίνος  |
| Επιβλέπων                  | Αγάπιος Πλατής, Καθηγητής   |
| Ημερομηνία<br>Υποστήριξης  | 09/12/2010  |
| Γλώσσα<br>Συγγραφής        | Ελληνική  |
| Περίληψη                   | <p>Στην παρούσα διατριβή μελετώνται δύο κατηγορίες προβλημάτων:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Προβλήματα για τη βέλτιστη προληπτική συντήρηση μηχανημάτων που είναι συνιστώσες ενός συστήματος παραγωγής, το οποίο περιέχει έναν ή δύο αποθηκευτικούς χώρους ανάμεσα στα μηχανήματα.</li> <li>• Προβλήματα για τη βέλτιστη δρομολόγηση ενός οχήματος που διανέμει ή/και συλλέγει προϊόντα από πελάτες, οι οποίοι εξυπηρετούνται σύμφωνα με μία προκαθορισμένη σειρά.</li> </ul> <p>Τα προβλήματα αμοτέρων των κατηγοριών είναι στοχαστικά. Στην πρώτη κατηγορία προβλημάτων θεωρούμε ότι η φθορά των μηχανημάτων περιγράφεται από μία Μαρκοβιανή αλυσίδα και οι χρόνοι των προληπτικών (όπως και των διορθωτικών) συντηρήσεων τους είναι τυχαίες μεταβλητές. Στη δεύτερη κατηγορία προβλημάτων οι ζητήσεις των πελατών για τα προϊόντα που διανέμονται ή/και συλλέγονται είναι τυχαίες μεταβλητές.</p> <p>Χρησιμοποιώντας γνωστά αποτελέσματα από τη θεωρία του στοχαστικού δυναμικού προγραμματισμού σε πεπερασμένο και άπειρο χρονικό ορίζοντα αναπτύσσουμε κατάλληλους αλγορίθμους για την εύρεση της βέλτιστης πολιτικής στις δύο κατηγορίες προβλημάτων. Ως κριτήριο βελτιστοποίησης για την πρώτη κατηγορία προβλημάτων θεωρούμε την ελαχιστοποίηση του μακροπρόθεσμου αναμενόμενου μέσου κόστους ανά μονάδα χρόνου. Ως κριτήρια βελτιστοποίησης για τη δεύτερη κατηγορία προβλημάτων θεωρούμε την ελαχιστοποίηση του αναμενόμενου συνολικού κόστους μέχρι την εξυπηρέτηση όλων των πελατών και την ελαχιστοποίηση του μακροπρόθεσμου αναμενόμενου μέσου κόστους ανά μονάδα χρόνου.</p> <p>Στα περισσότερα υπό μελέτη προβλήματα αποδεικνύεται ότι η βέλτιστη πολιτική χαρακτηρίζεται από συγκεκριμένους κρίσιμους αριθμούς. Στην πρώτη κατηγορία προβλημάτων οι κρίσιμοι αριθμοί είναι συγκεκριμένοι βαθμοί φθοράς των μηχανημάτων. Η βέλτιστη πολιτική θέτει σε λειτουργία τις προληπτικές συντηρήσεις των μηχανημάτων αν και μόνον αν παρατηρηθεί ότι οι βαθμοί φθοράς αυτών υπερβαίνουν τους κρίσιμους αριθμούς. Στη δεύτερη κατηγορία προβλημάτων οι κρίσιμοι αριθμοί είναι συγκεκριμένες ποσότητες των προϊόντων που μένουν μέσα στο όχημα αφού αυτό επισκεφθεί για πρώτη φορά και προσφέρει τη μέγιστη εξυπηρέτηση σε κάποιον πελάτη. Η βέλτιστη πολιτική υποδεικνύει στο όχημα να συνεχίσει την πορεία του προς τον επόμενο πελάτη αν τα φορτία του υπερβαίνουν αυτούς τους κρίσιμους αριθμούς. Σε άλλες περιπτώσεις η βέλτιστη ενέργεια είναι να επιστρέψει μία ή δύο φορές στην αποθήκη για ανεφοδιασμό πριν προχωρήσει προς τον επόμενο πελάτη.</p> |

|   |  |
|---|--|
|   | Σε όλα τα υπό μελέτη προβλήματα παρέχονται εκτενή αριθμητικά αποτελέσματα. Εξετάζεται η επίδραση διαφόρων παραμέτρων στη βέλτιστη πολιτική.  |
| <b>Abstract</b>                             | <p>This thesis we consider two categories of problems:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Problems of the optimal preventive maintenance of machines which are components of a production system that contains one or two buffers between the machines.</li> <li>• Problems of finding the optimal routing of a vehicle that delivers and / or collects goods from customers who are served according to a predefined order.</li> </ul> <p>The problems of the two categories are stochastic. In the first category of the problems, we consider that the deterioration of the machines is described by a Markov chain and preventive (and corrective) maintenance times are random variables. In the second category of problems the customer's demand for products that delivered and / or collected are random variables.</p> <p>Using well-known results from the theory of stochastic dynamic programming for finite and infinite –time horizon we develop suitable algorithms to find the optimal policy in the two categories of problems. As an optimization criterion for the first category of the problem we consider the minimization of the long-run expected average cost per unit time. As optimization criteria for the second category of problems we consider the minimization of the expected total cost is needed to serve all customers and the minimization of the long-run expected average cost per unit time.</p> <p>In most of the problems we study it is proved that the optimal policy is characterized by specific critical numbers. In the first category the critical numbers are specific degrees of deterioration. The optimal policy initiate a preventive maintenance of the machine if and only if its degree of deterioration is greater than or equal to a critical level. In the second category the critical numbers are the specific quantities of products that remain in the vehicle after it has visited the customer for the first time, and has satisfied as much of customer's demands as possible. The optimal policy indicates to the vehicle to continue its route to the next customer if the loads of the products exceed these critical numbers. In other cases, the optimal action is to return once or twice in the depot for restocking before proceeding to the next customer.</p> <p>In all the problems we provide extensive numerical results. Also, we study the effect of various parameters on the optimal policy.</p> |
| <b>Εθνικό Αρχείο Διδακτορικών Διατριβών</b> | <a href="http://phdtheses.ekt.gr/eadd/handle/10442/22478">http://phdtheses.ekt.gr/eadd/handle/10442/22478</a>  |

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| <b>Τίτλος διατριβής</b>        | <b>Το πρόβλημα δρομολόγησης οχημάτων πολλαπλών περιόδων και οι εφαρμογές του (The multi-period vehicle routing problem and its applications)</b> |
| <b>Όνοματεπώνυμο Διδάκτορα</b> | Αθανασόπουλος Θεόδωρος   |

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| <b>Επιβλέπων</b>              | Ιωάννης Μίνης, Ομότιμος Καθηγητής  |
| <b>Ημερομηνία Υποστήριξης</b> | 16/05/2011   |
| <b>Γλώσσα Συγγραφής</b>       | Ελληνική   |
| <b>Περίληψη</b>               | <p>Στην παρούσα διδακτορική διατριβή διερευνάται το Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων Πολλαπλών Περιόδων με Χρονικά Παράθυρα (ΠΔΟΠΠΧΠ). Κάθε πελάτης σχετίζεται με ένα χρονικό παράθυρο περιόδων (ΧΠΠ), το οποίο ορίζεται ως το σύνολο περιόδων εξυπηρέτησης. Στόχος είναι η ελαχιστοποίηση του κόστους δρομολόγησης εντός ορίζοντα πολλαπλών περιόδων λαμβάνοντας υπόψη περιορισμούς χρονικών παραθύρων, χωρητικότητας οχημάτων και χρονικών παραθύρων περιόδων.</p> <p>Παρουσιάζουμε ένα γενικό μοντέλο, μία μέθοδο ακριβούς επίλυσης βάσει της Δυναμικής Δημιουργίας Μεταβλητών (ΔΔΜ – Column Generation) και προτείνονται δύο νέες αποτελεσματικές τεχνικές επιτάχυνσης της ΔΔΜ για την εύρεση κατώτατων ορίων. Οι τεχνικές αυτές εκμεταλλεύονται τις πολλαπλές περιόδους ώστε να αναγνωριστούν ομοιότητες εντός των υποπροβλημάτων και να αποφευχθεί η επίλυση όλων των υποπροβλημάτων σε κάθε επανάληψη. Η αποδοτικότητα των μεθόδων ελέγχθηκε για παραμέτρους όπως η γεωγραφική κατανομή των πελατών και τα υποδείγματα ΧΠΠ. Στην πλειονότητα των περιπτώσεων, οι νέες μέθοδοι συγκλίνουν γρηγορότερα στην βέλτιστη λύση του χαλαρωμένου προβλήματος, ειδικότερα στις περιπτώσεις αυξημένης πολυπλοκότητας (ευρεία ΧΠΠ).</p> <p>Για την εύρεση των βέλτιστων ακέραιων λύσεων στο ΠΔΟΠΠΧΠ υλοποιήθηκε μέθοδος branch-and-price. Προτείνονται δύο στρατηγικές διακλάδωσης που λαμβάνουν υπόψη τις πολλαπλές περιόδους, καθώς και μία απλή μέθοδος pruning που επιταχύνει την επίλυση και προσεγγίζει τις βέλτιστες λύσεις. Για την επίλυση του ΠΔΟΠΠΧΠ σε Εκτεταμένο Χρονικό Ορίζοντα, προτάθηκε η χρήση κυλιόμενου χρονικού ορίζοντα (ΚΧΟ). Αρχικά, διατυπώθηκαν τρεις θεωρητικές διαπιστώσεις σχετικά με την επίδραση του ορίζοντα υλοποίησης και προγραμματισμού. Για την εφαρμογή του ΚΧΟ προτάθηκαν τροποποιήσεις στην αντικειμενική συνάρτηση και στη μέθοδο επίλυσής οι οποίες αφορούν τη αναβολή της εξυπηρέτησης πελατών από τον ένα ορίζοντα προγραμματισμού στον επόμενο. Επιπρόσθετα, μελετώνται δύο περιπτώσεις ΚΧΟ (ημι-στατική και δυναμική). Για κάθε μία, αναγνωρίζεται το κατάλληλο εύρος του ορίζοντα προγραμματισμού και υλοποίησης βάσει πολλαπλών παραμέτρων.</p> <p>Τέλος, αντιμετωπίζεται μία παραλλαγή πρακτικής σημασίας. Στην παραλλαγή αυτή, εξυπηρετούνται δύο είδη πελατών: (α) ήδη ανατεθειμένοι σε οχήματα και περιόδους του χρονικού ορίζοντα, και (β) ευέλικτοι και δυναμικοί πελάτες. Οι απαραίτητες τροποποιήσεις του μαθηματικού μοντέλου και της μεθόδου επίλυσης του ΠΔΟΠΠΧΠ αναλύονται, και παρουσιάζεται η αποδοτικότητα των μεθόδων (μέσω εκτενούς πειραματικής ανάλυσης) όταν λαμβάνονται υπόψη μεγαλύτεροι χρονικοί ορίζοντες.</p> |
| <b>Abstract</b>               | In this dissertation we investigate the Multi-Period Vehicle Routing Problem with Time Windows (MPVRPTW), in which orders are related to a period window (a set of service periods). Routing costs are minimized over a planning horizon, respecting period window, time window, and capacity constraints. We present a general model and an exact approach to solve this problem based on the column generation method. We also propose two novel, efficient techniques to speed  |

up the column generation method for obtaining lower bounds. The proposed techniques exploit the multi-period setting in order to identify similarities within the subproblems and avoid solving all subproblems at each iteration. We evaluated the performance of the proposed methods systematically for various parameters, such as customer geographical distribution and period window patterns. In most cases, the new methods improve significantly the efficiency of convergence to the optimal solution of the relaxed problem, especially in the computationally expensive test cases with wide period windows. Integer optimal solutions to the MPVRPTW are provided through a branch-and-price implementation. We propose two strategies that consider the multi-period characteristics of the problem, in addition to a simple pruning heuristic that speeds up the solution procedure and provides efficient results. For solving the MPVRPTW in long-term horizons, we propose a rolling horizon framework. Initially, we discuss three theoretical statements that provide insights on the effects of the planning and implementation horizons in the final solutions. Subsequently, in order to apply rolling horizon routing, we propose significant modifications to the model and the solution approach for the MPVRP; these modifications concern the ability to postpone serving customers for later periods. We investigate two rolling horizon settings (quasi-static and dynamic) and we establish the recommended values for the planning and implementation horizons, under a wide range of parameters, such as customer geographical distribution and time window width. Finally, we address a practical variation, which regards a hybrid service policy that includes (a) inflexible (pre-assigned to specific vehicles) and (b) flexible customer orders. For this case, we propose the necessary modifications to the MPVRP model and solution approach. Extensive experiments show that significant cost savings can be achieved by considering longer planning horizons in the planning process.

Εθνικό Αρχείο  
Διδακτορικών  
Διατριβών

<http://phdtheses.ekt.gr/eadd/handle/10442/25190>

|                            |  |
|----------------------------|--|
| Τίτλος διατριβής           | Το πρόβλημα δρομολόγησης οχημάτων πολλαπλών περιόδων και οι εφαρμογές του<br>(The multi-period vehicle routing problem and its applications) |
| Όνοματεπώνυμο<br>Διδάκτορα | Αθανασόπουλος Θεόδωρος   |
| Επιβλέπων                  | Ιωάννης Μίνης, Ομότιμος Καθηγητής  |
| Ημερομηνία<br>Υποστήριξης  | 16/05/2011   |

|                         |  |
|-------------------------|--|
| <b>Γλώσσα Συγγραφής</b> | Ελληνική   |
| <b>Περίληψη</b>         | <p>Στην παρούσα διδακτορική διατριβή διερευνάται το Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων Πολλαπλών Περιόδων με Χρονικά Παράθυρα (ΠΔΟΠΠΧΠ). Κάθε πελάτης σχετίζεται με ένα χρονικό παράθυρο περιόδων (ΧΠΠ), το οποίο ορίζεται ως το σύνολο περιόδων εξυπηρέτησης. Στόχος είναι η ελαχιστοποίηση του κόστους δρομολόγησης εντός ορίζοντα πολλαπλών περιόδων λαμβάνοντας υπόψη περιορισμούς χρονικών παραθύρων, χωρητικότητας οχημάτων και χρονικών παραθύρων περιόδων.</p> <p>Παρουσιάζουμε ένα γενικό μοντέλο, μία μέθοδο ακριβούς επίλυσης βάσει της Δυναμικής Δημιουργίας Μεταβλητών (ΔΔΜ – Column Generation) και προτείνονται δύο νέες αποτελεσματικές τεχνικές επιτάχυνσης της ΔΔΜ για την εύρεση κατώτατων ορίων. Οι τεχνικές αυτές εκμεταλλεύονται τις πολλαπλές περιόδους ώστε να αναγνωριστούν ομοιότητες εντός των υποπροβλημάτων και να αποφευχθεί η επίλυση όλων των υποπροβλημάτων σε κάθε επανάληψη. Η αποδοτικότητα των μεθόδων ελέγχθηκε για παραμέτρους όπως η γεωγραφική κατανομή των πελατών και τα υποδείγματα ΧΠΠ. Στην πλειονότητα των περιπτώσεων, οι νέες μέθοδοι συγκλίνουν γρηγορότερα στην βέλτιστη λύση του χαλαρωμένου προβλήματος, ειδικότερα στις περιπτώσεις αυξημένης πολυπλοκότητας (ευρεία ΧΠΠ).</p> <p>Για την εύρεση των βέλτιστων ακέραιων λύσεων στο ΠΔΟΠΠΧΠ υλοποιήθηκε μέθοδος branch-and-price. Προτείνονται δύο στρατηγικές διακλάδωσης που λαμβάνουν υπόψη τις πολλαπλές περιόδους, καθώς και μία απλή μέθοδος pruning που επιταχύνει την επίλυση και προσεγγίζει τις βέλτιστες λύσεις. Για την επίλυση του ΠΔΟΠΠΧΠ σε Εκτεταμένο Χρονικό Ορίζοντα, προτάθηκε η χρήση κυλιόμενου χρονικού ορίζοντα (ΚΧΟ). Αρχικά, διατυπώθηκαν τρεις θεωρητικές διαπιστώσεις σχετικά με την επίδραση του ορίζοντα υλοποίησης και προγραμματισμού. Για την εφαρμογή του ΚΧΟ προτάθηκαν τροποποιήσεις στην αντικειμενική συνάρτηση και στη μέθοδο επίλυσής οι οποίες αφορούν τη αναβολή της εξυπηρέτησης πελατών από τον ένα ορίζοντα προγραμματισμού στον επόμενο. Επιπρόσθετα, μελετώνται δύο περιπτώσεις ΚΧΟ (ημι-στατική και δυναμική). Για κάθε μία, αναγνωρίζεται το κατάλληλο εύρος του ορίζοντα προγραμματισμού και υλοποίησης βάσει πολλαπλών παραμέτρων.</p> <p>Τέλος, αντιμετωπίζεται μία παραλλαγή πρακτικής σημασίας. Στην παραλλαγή αυτή, εξυπηρετούνται δύο είδη πελατών: (α) ήδη ανατεθειμένοι σε οχήματα και περιόδους του χρονικού ορίζοντα, και (β) ευέλικτοι και δυναμικοί πελάτες. Οι απαραίτητες τροποποιήσεις του μαθηματικού μοντέλου και της μεθόδου επίλυσης του ΠΔΟΠΠΧΠ αναλύονται, και παρουσιάζεται η αποδοτικότητα των μεθόδων (μέσω εκτενούς πειραματικής ανάλυσης) όταν λαμβάνονται υπόψη μεγαλύτεροι χρονικοί ορίζοντες.</p> |
| <b>Abstract</b>         | <p>In this dissertation we investigate the Multi-Period Vehicle Routing Problem with Time Windows (MPVRPTW), in which orders are related to a period window (a set of service periods). Routing costs are minimized over a planning horizon, respecting period window, time window, and capacity constraints. We present a general model and an exact approach to solve this problem based on the column generation method. We also propose two novel, efficient techniques to speed up the column generation method for obtaining lower bounds. The proposed techniques exploit the multi-period setting in order to identify similarities within the subproblems and avoid solving all subproblems at each iteration. We evaluated the performance of the proposed methods systematically for various parameters, such as customer geographical distribution and period window patterns. In most cases, the new methods improve significantly the efficiency of convergence to the optimal solution of the relaxed problem, especially in the computationally expensive test cases with wide period windows.</p>   |

|   |   |
|---|---|
|   | <p>Integer optimal solutions to the MPVRPTW are provided through a branch-and-price implementation. We propose two strategies that consider the multi-period characteristics of the problem, in addition to a simple pruning heuristic that speeds up the solution procedure and provides efficient results.</p> <p>For solving the MPVRPTW in long-term horizons, we propose a rolling horizon framework. Initially, we discuss three theoretical statements that provide insights on the effects of the planning and implementation horizons in the final solutions. Subsequently, in order to apply rolling horizon routing, we propose significant modifications to the model and the solution approach for the MPVRP; these modifications concern the ability to postpone serving customers for later periods. We investigate two rolling horizon settings (quasi-static and dynamic) and we establish the recommended values for the planning and implementation horizons, under a wide range of parameters, such as customer geographical distribution and time window width.</p> <p>Finally, we address a practical variation, which regards a hybrid service policy that includes (a) inflexible (pre-assigned to specific vehicles) and (b) flexible customer orders. For this case, we propose the necessary modifications to the MPVRP model and solution approach. Extensive experiments show that significant cost savings can be achieved by considering longer planning horizons in the planning process.</p> |
| <b>Εθνικό Αρχείο Διδακτορικών Διατριβών</b> | <a href="http://phdtheses.ekt.gr/eadd/handle/10442/25190">http://phdtheses.ekt.gr/eadd/handle/10442/25190</a>   |

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| <b>Τίτλος διατριβής</b>        | <b>Μεταφορικές Υπηρεσίες Επιβατών με Ειδικές Απαιτήσεις με Χρήση Πόρων Μέσων Μαζικής Μεταφοράς υπό Κανονικές και Έκτακτες Συνθήκες<br/>(Paratransit Services under Normal and Emergency Conditions using Public Transport Resources)</b>   |
| <b>Όνοματεπώνυμο Διδάκτορα</b> | Δίκας Γεώργιος   |
| <b>Επιβλέπων</b>               | Ιωάννης Μίνης, Ομότιμος Καθηγητής  |
| <b>Ημερομηνία Υποστήριξης</b>  | 15/10/2014   |
| <b>Γλώσσα Συγγραφής</b>        | Αγγλική  |
| <b>Περίληψη</b>                | Στην παρούσα διδακτορική διατριβή διερευνώνται υπηρεσίες μεταφοράς επιβατών με ειδικές απαιτήσεις με τη χρήση μέσων μαζικής μεταφοράς υπό κανονικές και έκτακτες συνθήκες. Συγκεκριμένα, η παρούσα διατριβή αρχικά επικεντρώνεται στον σχεδιασμό εξατομικευμένων μεταφορικών υπηρεσιών |

με τη χρήση μέσων μαζικής μεταφοράς, και συγκεκριμένα του δημόσιου συστήματος λεωφορείων. Επιπλέον, εξετάζεται πως οι σχετικές υπηρεσίες δύνανται να βελτιωθούν ενισχύοντας το σύστημα λεωφορείων με μισθωμένα οχήματα. Οι εν λόγω υπηρεσίες έχουν στόχο την παροχή κινητικότητας υψηλής ποιότητας σε άτομα που χρήζουν ειδικών συνθηκών μεταφοράς, ενώ λαμβάνεται υπόψη και το σχετικό κόστος. Για τη μελέτη αυτών των συστημάτων ορίστηκαν νέα προβλήματα προγραμματισμού δρομολογίων, τα οποία διατυπώθηκαν ως προβλήματα μεικτού γραμμικού ακεραίου προγραμματισμού και επιλύθηκαν με νέες μεθόδους Κλάδου και Αποτίμησης (ΚΑ). Επίσης, διεξήχθησαν εκτεταμένες πειραματική μελέτες για το κάθε σύστημα με τη βοήθεια των αντιστοίχων μεθόδων ΚΑ για την μελέτη της επίδρασης των βασικών παραμέτρων των συστημάτων στην ποιότητα εξυπηρέτησης. Επίσης, στην παρούσα διατριβή διερευνώνται περιπτώσεις εκκενώσεων περιοχών εν όψει εκτάκτων καταστάσεων. Για την περίπτωση αυτή, διερευνούμε το πρόβλημα του προγραμματισμού εκκένωσης περιοχών με τη χρήση υφιστάμενων δημόσιων συστημάτων λεωφορείων, λαμβάνοντας υπόψη σημαντικούς περιορισμούς που σχετίζονται με τη δυναμικότητα των διαθέσιμων καταφυγίων. Επιπροσθέτως, διερευνούμε επέκταση του παραπάνω προβλήματος, η οποία αφορά τη μεταφορά τραυματιών σε νοσοκομειακές μονάδες, είτε μόνιμες και μεγάλης δυναμικότητας είτε προσωρινές και μικρής δυναμικότητας. Για την επίλυση των προβλημάτων εκκένωσης αναπτύξαμε ένα πλαίσιο επίλυσης δύο φάσεων, το οποίο συνδυάζει κατάλληλα γνωστές ευρετικές και ακριβείς μεθόδους. Η πειραματική διερεύνηση σχετικά με τα προβλήματα εκκένωσης αφορούσε την αξιολόγηση του προτεινόμενου υβριδικού πλαισίου Αρχικά, επικυρώθηκε η ποιότητα των λύσεων που παράγονται από το υβριδικό πλαίσιο συγκρίνοντάς τις με τις βέλτιστες λύσεις που παράγονται από την επίλυση του μαθηματικού μοντέλου για προβλήματα μικρής κλίμακας. Τέλος, εκμεταλλευόμενοι μερικά από τα σημαντικά χαρακτηριστικά των παραπάνω προβλημάτων, καθώς και των μεθόδων επίλυσης που αναπτύχθηκαν για αυτά, μελετήσαμε ειδικές περιπτώσεις στον τομέα των logistics. Οι ειδικές περιπτώσεις του τομέα των logistics που μελετήθηκαν αφορούν τη δρομολόγηση ενός οχήματος και δύο σημείων αναπλήρωσης του αποθέματος του οχήματος.

## Abstract

In this dissertation we investigate paratransit services, which support mobility for people with a disability, under normal and emergency conditions. For paratransit services under normal conditions, we introduce and study Scheduled Paratransit Transport Systems (SPTS), in which a public transport bus is allowed to diverge from its nominal path to pick-up paratransit passengers and drop them off at their destination. Subsequently, we investigate SPTS-T, an interesting enhancement of SPTS, which aims to satisfy the entire paratransit demand by combining SPTS with accessible taxi (or private hire) services. The problem objective is to minimize the cost of the combined transportation system, while serving all paratransit requests and offering sufficient level of service. For each of the above systems, new routing problems have been modeled and solved by exact Branch and Price frameworks. We have studied SPTS and SPTS-T with respect to its significant design parameters, and proposed guidelines for the efficient development of such systems in various transport environments. In the area of paratransit services under emergency conditions we investigated the problem of evacuating the residents of a region in case of an emergency - the bus evacuation problem. We have developed a hybrid algorithm that incorporates the column generation framework, with the well-known meta-heuristic methods LNS and VNS. We also have studied an interesting variation of this problem, which deals with the evacuation of casualties from several triage points. This case may be encountered in a battlefield or after disasters (natural catastrophes, terrorist attacks, etc.), in which a significant number of casualties should be transported to available medical facilities. Extensive experimental results have indicated that for both cases the proposed framework provides near optimal solutions for small scale instances, and efficient solutions in reasonable computational times for problems of practical scale. Finally, we study the implications of the above research in logistics

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
|                                      | cases, in which conditions similar to those of the aforementioned transportation problems hold, including routes with strict sequences, or limitations for the capacities of collection/gathering centers. Specifically, we have examined three interesting cases of the single vehicle routing problem with a predefined client sequence and two load replenishment warehouses. |
| Εθνικό Αρχείο Διδακτορικών Διατριβών | <a href="https://phdtheses.ekt.gr/eadd/handle/10442/39143">https://phdtheses.ekt.gr/eadd/handle/10442/39143</a>  |

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Τίτλος διατριβής        | Επίλυση του Προβλήματος Δυναμικής Δρομολόγησης Οχημάτων με Παραλαβές μέσω Αναπρογραμματισμού (Solving the Dynamic Vehicle Routing Problem with Mixed Backhauls through Re-optimization)  |
| Όνοματεπώνυμο Διδάκτορα | Νινίκας Γεώργιος   |
| Επιβλέπων               | Ιωάννης Μίνης, Ομότιμος Καθηγητής  |
| Ημερομηνία Υποστήριξης  | 09/02/2015   |
| Γλώσσα Συγγραφής        | Αγγλική  |
| Περίληψη                | <p>Στη παρούσα διατριβή διερευνάται το Πρόβλημα Δυναμικής Δρομολόγησης Οχημάτων με Παραλαβές (ΠΔΔΟΠ). Στόχος του προβλήματος είναι η βέλτιστη ανάθεση δυναμικών απαιτήσεων παραλαβών που λαμβάνονται σε πραγματικό χρόνο σε στόλο οχημάτων που εκτελεί προκαθορισμένα δρομολόγια «στατικών» παραδόσεων. Το πρόβλημα ενσωμάτωσης των δυναμικών απαιτήσεων αντιμετωπίζεται με περιοδική αναδρομολόγηση. Για την επίλυση του προβλήματος αναδρομολόγησης, προτείνεται νέο μαθηματικό μοντέλο, καθώς και νέα προσέγγιση βέλτιστης επίλυσης μέσω της μεθόδου Branch-and-Price (B&amp;P). Για την επίλυση απαιτητικών προβλημάτων (π.χ. χωρίς χρονικά παράθυρα), προτείνεται καινοτόμος ευρετική μέθοδος παρεμβολής (insertion heuristic) που βασίζεται στη μέθοδο Δυναμικής Δημιουργίας Μεταβλητών (ΔΔΜ ή Column Generation) και παρέχει αποτελεσματικές λύσεις σε σύντομο υπολογιστικό χρόνο με μικρή απόκλιση από τη βέλτιστη.</p> <p>Χρησιμοποιώντας τη προαναφερόμενη προσέγγιση, η διατριβή επικεντρώνεται επίσης στη διαδικασία αναδρομολόγησης, που αποτελείται από: α) την πολιτική αναδρομολόγησης (συχνότητα), και β) τη τακτική υλοποίησης. Η τελευταία σχετίζεται με το τμήμα του δρομολογίου που κοινοποιείται στον οδηγό προς εκτέλεση. Παρουσιάζονται και αναλύονται πρακτικές στρατηγικές αναδρομολόγησης (συνδυασμός πολιτικής και τακτικής) μέσω εκτενούς πειραματικής διερεύνησης, αρχικά θεωρώντας απεριόριστο στόλο οχημάτων διαθέσιμο με στόχο μόνο την ελαχιστοποίηση του κόστους. Βάσει των</p> |

αποτελεσμάτων, προτείνονται οδηγίες για την υιοθέτηση της καταλληλότερης στρατηγικής αναδρομολόγησης ανάλογα με τα εκάστοτε χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος της εφοδιαστικής αλυσίδας (π.χ. γεωγραφική κατανομή, χρονικά παράθυρα πελατών, δυναμικότητα, κλπ.). Ακολουθώς, μελετάται η περίπτωση περιορισμένου στόλου οχημάτων στην οποία μόνο ένα μέρος των δυναμικών απαιτήσεων μπορεί να εξυπηρετηθεί. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος, προτείνονται οι απαραίτητες αλλαγές τόσο στο μοντέλο ΠΔΔΟΠ, όσο και στη μέθοδο επίλυσης. Όσον αφορά το πρόβλημα αναδρομολόγησης, χρησιμοποιούμε αρχικά μία συμβατική αντικειμενική συνάρτηση, η οποία προσπαθεί να μεγιστοποιήσει την εξυπηρέτηση πελατών. Για την περίπτωση αυτή, υποδεικνύουμε μέσω πειραματικής διερεύνησης πως οι στρατηγικές αναδρομολόγησης παρουσιάζουν παρόμοια συμπεριφορά με τη περίπτωση που η διαθεσιμότητα του στόλου είναι απεριόριστη. Στη συνέχεια, προτείνονται καινοτόμες αντικειμενικές συναρτήσεις, στις οποίες λαμβάνεται υπόψη η παραγωγικότητα των οχημάτων, παρουσιάζοντας έτσι μεγαλύτερο περιθώριο για την εξυπηρέτηση δυναμικών απαιτήσεων που θα παρουσιαστούν στο μέλλον, ειδικά σε περιπτώσεις με σχετικά υψηλή διαθεσιμότητα οχημάτων και μεγάλα χρονικά παράθυρα. Επιπρόσθετα, οι προτεινόμενες μέθοδοι εφαρμόζονται σε πραγματικό σενάριο εταιρείας ταχυμεταφορών και επιδεικνύεται πως αποφέρουν βελτιωμένα αποτελέσματα συγκριτικά με τις χρησιμοποιούμενες πρακτικές δρομολόγησης καθώς και με προηγμένη ευρετική μέθοδο. Τέλος, μελετάται ενδιαφέρουσα και πρακτική παραλλαγή του ΠΔΔΟΠ που επιτρέπει μεταφόρτωση μεταξύ των οχημάτων κατά τη διάρκεια εκτέλεσης του δρομολογίου, με κύριο στόχο την ανακατανομή του φόρτου εργασίας των «στατικών» παραγγελιών παράδοσης σε πραγματικό χρόνο.

Για την επίλυση του προβλήματος αναδρομολόγησης με μεταφόρτωση, προτείνεται καινοτόμο μαθηματικό μοντέλο, καθώς και κατάλληλη ευρετική μέθοδος, ικανή να αντιμετωπίσει περιπτώσεις πρακτικού μεγέθους. Επιπλέον, εκτενής πειραματική διερεύνηση κάτω από διάφορες επιχειρησιακές συνθήκες υποδεικνύει πως η συγκεκριμένη προσέγγιση αποφέρει σημαντικές βελτιώσεις, επιπρόσθετα από αυτές που προσφέρουν οι προηγούμενες προσεγγίσεις.

## Abstract

In this dissertation we studied the Dynamic Vehicle Routing Problem with Mixed Backhauls (DVRPMB), which seeks to assign, in the most efficient way, dynamic pick-up requests that arrive in real-time while a predefined distribution plan is being executed. We used periodic re-optimization to deal with the dynamic arrival of pick-up orders. We developed the formulation of the re-optimization problem, and re-modelled it to a form amenable to applying Branch-and-Price (B&P) for obtaining exact solutions. In order to address challenging cases (e.g. without time windows), we also proposed a novel Column Generation-based insertion heuristic that provides near-optimal solutions in an efficient manner. Using the aforementioned approach, the dissertation focused on the re-optimization process for addressing the DVRPMB, which comprises a) the re-optimization policy, i.e. when to re-plan, and b) the implementation tactic, i.e. what part of the new plan to communicate to the fleet drivers. We presented and analyzed several re-optimization strategies (combinations of policy and tactic) often met in practice by conducting an extensive series of designed experiments. We did so, by assuming initially unlimited fleet resources under a straightforward objective (i.e. minimize distance traveled). Based on the results obtained, we proposed guidelines for the selection of the appropriate re-optimization strategy with respect to various key problem characteristics (geographical distribution, time windows, degree of dynamism, etc.).

Subsequently, we In this dissertation we studied the Dynamic Vehicle Routing Problem with Mixed Backhauls (DVRPMB), which seeks to assign, in the most efficient way, dynamic pick-up requests that arrive in real-time while a predefined distribution plan is being executed. We used periodic re-optimization to deal with the dynamic arrival of pick-up orders. We developed the formulation of the re-optimization problem, and re-modelled it to a form amenable to applying Branch-and-Price (B&P) for obtaining exact solutions. In order to

address challenging cases (e.g. without time windows), we also proposed a novel Column Generation-based insertion heuristic that provides near-optimal solutions in an efficient manner. Using the aforementioned approach, the dissertation focused on the re-optimization process for addressing the DVRPMB, which comprises a) the re-optimization policy, i.e. when to re-plan, and b) the implementation tactic, i.e. what part of the new plan to communicate to the fleet drivers. We presented and analyzed several re-optimization strategies (combinations of policy and tactic) often met in practice by conducting an extensive series of designed experiments. We did so, by assuming initially unlimited fleet resources under a straightforward objective (i.e. minimize distance traveled). Based on the results obtained, we proposed guidelines for the selection of the appropriate re-optimization strategy with respect to various key problem characteristics (geographical distribution, time windows, degree of dynamism, etc.). Subsequently, we studied the case in which the number of available vehicles is limited and, consequently, not all orders may be served. To address this, we proposed the required modifications in both the DVRPMB model and the solution approach. By using a conventional objective that strictly maximizes service, we illustrated through appropriate experimentation that the performance of the re-optimization strategies have similar behavior as in the unlimited fleet case. Furthermore, we proposed novel objective functions that account for vehicle productivity during each re-optimization cycle and we illustrated that these objectives may offer improved customer service, especially for cases with relatively high vehicle availability and wide time windows. Moreover, we applied the proposed method to a case study of a next-day courier service provider and illustrated that the method significantly outperforms both current planning practices, as well as a sophisticated insertion-based heuristic. Finally, we investigated an interesting and novel variant of DVRPMB that allows transfer of delivery orders between vehicles during plan implementation, in order to better utilize fleet capacity and re-distribute its workload as needed in a real-time fashion. We introduced a novel mathematical formulation for the re-optimization problem with load transfers, and proposed an appropriate heuristic that is able to address cases of practical size. We illustrated through extensive experimentation under various operating scenarios that this approach offers significant savings beyond those offered by the previous approaches that do not allow order transfers.

Εθνικό Αρχείο  
Διδακτορικών  
Διατριβών

<https://phdtheses.ekt.gr/eadd/handle/10442/38966>

|                            |  |
|----------------------------|--|
| Τίτλος διατριβής           | Ενδείξεις για ύπαρξη υπερσυμμετρίας μελετώντας γεγονότα με 3 λεπτόνια (μύονια) και μεγάλη εγκάρσια χαμένη ενέργεια στο πείραμα ATLAS στο CERN<br>(Search for supersymmetry through the 3-lepton and large missing transverse momentum process with the ATLAS detector at CERN) |
| Όνοματεπώνυμο<br>Διδάκτορα | Κουρκουμέλη – Χαραλαμπίδη Αθηνά  |
| Επιβλέπων                  | Παπαγεωργίου Κωνσταντίνος, Καθηγητής   |

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| <b>Ημερομηνία Υποστήριξης</b> | 31/08/2015  |
| <b>Γλώσσα Συγγραφής</b>       | Αγγλική   |
| <b>Περίληψη</b>               | <p>Στον Τομέα της σωματιδιακής φυσικής το πλέον επιτυχημένο μοντέλο για την ακριβή περιγραφή των θεμελιωδών συστατικών της ύλης αλλά και για την εξήγηση των αλληλεπιδράσεων, είναι το λεγόμενο Καθιερωμένο Πρότυπο ή Standard Model (SM). Η θεωρία αυτή περιγράφει τα σωματίδια της ύλης καθώς και τα σωματίδια-φορείς των αλληλεπιδράσεων. Πιο συγκεκριμένα, τα σωματίδια της ύλης έχουν κλασματικό spin και αλληλεπιδρούν μεταξύ τους ανταλλάσσοντας τα σωματίδια-φορείς των δυνάμεων όπως η ισχυρή, η ασθενής και η ηλεκτρομαγνητική δύναμη. Τα σωματίδια αυτά αποκτούν (ή όχι) μάζα μέσω της(μη) αλληλεπίδρασής τους με το πεδίο BEH (Brout–Englert–Higgs). Άμεσα συνδεδεμένο με το πεδίο BEH είναι το σωματίδιο Higgs, το οποίο ανακαλύφθηκε στο CERN τον Ιούνιο του 2012. Παρ'ότι το θεωρητικό πλαίσιο αυτό έχει εκτενώς αποδειχθεί πειραματικά και ουδεμία απόκλιση από αυτό έχει μετρηθεί μέχρι τώρα, αφήνει κάποια ανοιχτά ερωτήματα τα οποία δεν μπορούν να εξηγηθούν χωρίς εισαγωγή κάποιας προέκτασης στο φορμαλισμό του. Υπάρχουν για παράδειγμα σαφείς ενδείξεις ότι το SM αποτελεί τη χαμηλοενεργειακή προσέγγιση μιας γενικότερης θεωρίας, συνεπώς δεν περιγράφει ολοκληρωμένα την σωματιδιακή φυσική. Μερικά από τα προβλήματα ή αναπάντητα, προς το παρόν, ερωτήματα της φυσικής τα οποία συνηγορούν στην ύπαρξη νέας φυσικής πέρα του SM (BSM=BeyondSM) είναι τα εξής:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Οι τεράστιες 'μη φυσικές' διορθώσεις στην μάζα του Higgs ή αλλιώς το πρόβλημα της ιεραρχίας των σωματιδίων. Πιο συγκεκριμένα, το πρόβλημα της ιεραρχίας αναφέρεται στις τεράστιες διαφορές μεταξύ της Ηλεκτροασθενούς κλίμακας (!100GeV) και της κλίμακας του Planck (!10<sup>19</sup> GeV).</li> <li>• Η μη ενοποίηση των τριών δυνάμεων αλληλεπίδρασης στην κλίμακα που προβλέπεται από τη θεωρία του GUT (Grand Unification Theory) στα 10<sup>15</sup> GeV. Η θεωρία αυτή προβλέπει ότι το SM ανήκει σε μια μεγαλύτερη ομάδα συμμετρίας, την SU(5).</li> <li>• Η προέλευση της σκοτεινής ύλης και ενέργειας. Τα κυριότερα υποψήφια σωματίδια ως συστατικά της σκοτεινής ύλης είναι εκείνα που αλληλεπιδρούν ασθενώς με την ύλη και έχουν μεγάλη μάζα, γνωστά και ως WIMPs (Weakly Interacting Massive Particles).</li> <li>• Η απουσία κβαντικής θεωρίας βαρύτητας. Τα ανοικτά αυτά ερωτήματα καθιστούν σημαντική την θεμελίωση μιας ευρύτερης θεωρίας η οποία να φέρει πιο κοντά την επιστήμη στην κατανόηση του σύμπαντος για να ερμηνεύσει τόσο προβλήματα του μικροκόσμου σε υψηλότερες ενεργειακές κλίμακες, όσο και του μακροκόσμου. Μια από τις πιο διαδεδομένες θεωρίες, η οποία μπορεί να δώσει απάντηση στα περισσότερα από τα παραπάνω ερωτήματα, είναι η θεωρία της Υπερσυμμετρίας (Supersymmetry -SUSY). Σύμφωνα με την SUSY, για κάθε σωματίδιο υπάρχει ο υπερσυμμετρικός σύντροφός του, διπλασιάζοντας έτσι τον αριθμό των θεμελιωδών σωματιδίων. Τα σωματίδια αυτά δημιουργούνται σε ζεύγη και, αν διατηρείται ένας κβαντικός αριθμός γνωστός ως R ομοτιμία, θα διασπώνται μέχρι τη δημιουργία του ελαφρύτερου Υπερσυμμετρικού σωματιδίου (Lightest Supersymmetric Particle-LSP) το οποίο αναμένεται να είναι σταθερό. Το LSP, γνωστό και ως neutralino, συμβολίζεται χ<sup>0</sup>, είναι ουδέτερο και, όπως και τα νετρίνα, δια-φεύγει ανίχνευσης και μπορεί να μετρηθεί μόνο μέσω της χαμένης ενέργειας. Το γεγονός ότι το χ<sup>0</sup> είναι ουδέτερο, σταθερό και αλληλεπιδρά ασθενώς με την ύλη, το καθιστά ι-δανικό υποψήφιο για WIMP. Τα σωματίδια αυτά προσθέτουν μια ακόμα συμμετρία στην Λανγκρατζιανή του SM, χάρη στην οποία οι τρεις δυνάμεις αλληλεπίδρασης θα μπορούσαν να ενοποιηθούν. Η αναζήτηση των SUSY σωματιδίων είναι ένας από τους βασικούς ερευνητικούς στόχους του</li> </ul> |

|   |  |
|---|--|
|   | <p>επιταχυντή LHC (Large Hadron Collider) στο CERN. Η έρευνα ξεκίνησε από την πρώτη μέρα λειτουργίας του LHC με αρχικές ενέργειες κέντρου μάζας <math>\sqrt{s} = 7 \text{ TeV}</math>. Κατά τη διάρκεια της πρώτης περιόδου λειτουργίας, γνωστή ως Run I, ανακαλύφθηκε το σωματίδιο Higgs από τα πειράματα ATLAS και CMS. Το 2012, ο LHC σταμάτησε τη λειτουργία του για δυο χρόνια έτσι ώστε να πραγματοποιηθούν ορισμένες τεχνικές διεργασίες οι οποίες επέτρεψαν στον επιταχυντή να συγκρούσει πρωτόνια σε ενέργειες έως και <math>\sqrt{s} = 14 \text{ TeV}</math>. Η επανέναρξη του LHC έλαβε χώρα το καλοκαίρι του 2015 (Run II) και οι συγκρούσεις αναμένονται να συνεχιστούν μέχρι το 2019, όπου έχει προγραμματιστεί η δεύτερη αναβάθμιση (Phase I) των πειραμάτων για αντοχή και καλύτερη απόδοση σε υψηλότερους ρυθμούς σύγκρουσης των δεσμών. Μετά την δεύτερη αναβάθμιση, οι συγκρούσεις αναμένονται να ξεκινήσουν το 2021 (Run III). Το αντικείμενο του πρώτου μέρους της παρούσας διατριβής αφορά την οργανολογία και πιο συγκεκριμένα τις μελέτες πρότυπων θαλάμων ανίχνευσης μιονίων οι οποίοι θα εγκατασταθούν στο πείραμα ATLAS κατά τη διάρκεια του Phase I. Το δεύτερο μέρος της διατριβής αφορά την αναζήτηση νέας φυσικής μέσω της πιθανής ανίχνευσης υπερσυμμετρικών σωματιδίων. Για το σκοπό χρησιμοποιήθηκαν πραγματικά δεδομένα από το Run I.</p>   |
| <p><b>Abstract</b></p>                              | <p>Supersymmetry is one of the leading theories which could explain shortcomings of the Standard Model, such as the hierarchy problem, but also address phenomena such as dark matter. This thesis presents two searches of Supersymmetry through the electroweak production of charginos and neutralinos decaying into three leptons (electrons and muons) and large missing transverse energy using data collected in ATLAS from pp collisions at <math>\sqrt{s} = 8 \text{ TeV}</math>. The rest study aims at large mass differences between the lightest and next-to-lightest neutralino, referred to as the bulk region", whereas the second study focuses on the small mass differences, a region known as compressed spectra. No significant data excess above the Standard Model was observed, however exclusion limits were set on masses of Supersymmetric particles. In particular, as far as the studies of the bulk region are concerned, extrapolating the sensitivity of the signal points to cover the whole WZ-mediated grid lead to an expansion of the exclusion of the charging mass to 387 GeV from 350 GeV for low lightest-neutralino masses. In the compressed spectra region, for the mediated simplified model, low mass splitting points were excluded up to 280 GeV for chargino masses in the compressed region. As for the WZ-mediated simplified model, a handful of low mass splitting points are excluded, therefore 1D limits were set instead. In the course of improving the chances of observing new physics in the future, additional studies were performed in this thesis, regarding the new muon MicroMEGAS detectors to be installed in the New Small Wheel in 2019. Significant contribution was made on understanding the behavior of the front-end readout ASIC prototype (VMM1) of the MicroMEGAS and sTGC detectors, under harsh radiation environments, such as those expected in ATLAS during Run III. For this purpose, two VMM1s were exposed in a neutron irradiation environment using the TANDEM Van Der Graaf accelerator at NSRF Demokritos, Athens, Greece. The system's digitizer Field-Programmable Gate Array (FPGA) and LAB View interface were modified so as to allow detection and monitoring of single event upsets (SEU) in the internal configuration registers of the VMM1s. The results showed a high rate of SEU occurrences at a measured cross-section of <math>(4.10 \pm 0.7) \times 10^{14} \text{ cm}^2/\text{bit}</math> for each VMM. Consequently, when extrapolating this value to the luminosity expected in Run III, the occurrence is 1.7 SEUs/min for each of the 40,000 VMMs installed during the ATLAS Phase-I</p> |
| <p>Εθνικό Αρχείο<br/>Διδακτορικών<br/>Διατριβών</p> | <p><a href="https://phdtheses.ekt.gr/eadd/handle/10442/41488">https://phdtheses.ekt.gr/eadd/handle/10442/41488</a></p>   |

|                                    |  |
|------------------------------------|--|
| <b>Τίτλος διατριβής</b>            | Νοήμονες μέθοδοι επίλυσης προβλημάτων εξομάλυνσης πόρων σε έργα<br>(Intelligent methods for solving resource leveling problems in projects)  |
| <b>Όνοματεπώνυμο<br/>Διδάκτορα</b> | Κυρικλίδης Χρήστος   |
| <b>Επιβλέπων</b>                   | Γεώργιος Δούνιας, Καθηγητής  |
| <b>Ημερομηνία<br/>Υποστήριξης</b>  | 04/05/2015   |
| <b>Γλώσσα<br/>Συγγραφής</b>        | Ελληνική   |
| <b>Περίληψη</b>                    | <p>Η παρούσα διατριβή ασχολείται με την επίλυση του προβλήματος βελτιστοποίησης της εξομάλυνσης πόρων σε έργα. Πρόκειται για ένα πρόβλημα που δεν έχει λυθεί με ακρίβεια για έργα μεγάλης πολυπλοκότητας. Για έργα μικρού σχετικά μεγέθους παρουσιάζονται στη βιβλιογραφία ακριβείς λύσεις. Για μεσαία και μεγάλα έργα καθώς και για έργα με ιδιαιτερότητες (μεγάλη διάρκεια δραστηριοτήτων, συσχετίσεις μεταξύ δραστηριοτήτων) παρουσιάζονται σε δημοσιευμένες εργασίες κάποιες προσεγγιστικές λύσεις αρκετά καλές, οι οποίες όμως επιδέχονται περαιτέρω βελτίωσης. Η παρούσα διατριβή επιτυγχάνει βελτιωμένες προσεγγιστικές λύσεις σε μεσαία και μεγάλα έργα, αναπτύσσοντας και συγκρίνοντας τέσσερις (4) νέες μεθόδους, όλες σχετιζόμενες με τις εξελικτικές υπολογιστικές μεθόδους. Εκτός των άλλων, η διατριβή προτείνει μια σειρά πρότυπων προβλημάτων διοίκησης έργων για τον έλεγχο και τη σύγκριση αποδόσεων νέων μεθοδολογιών εξομάλυνσης πόρων στο μέλλον. Από πλευράς μεθοδολογικών καινοτομιών η διατριβή προτείνει έναν νέο, πιο αποτελεσματικό, γενετικό αλγόριθμο από τους υπάρχοντες της βιβλιογραφίας και δύο ακόμα υβριδικές νοήμονες τεχνικές που αποδεικνύεται ότι όλες διαχειρίζονται αποτελεσματικά το πρόβλημα της εξομάλυνσης πόρων. Η προτεινόμενη προσέγγιση βασίζεται στην αξιοποίηση μιας πρωτότυπης μεθοδολογίας παραγωγής εφικτών εναλλακτικών ενάρξεων των δραστηριοτήτων του έργου για το σχηματισμό καλύτερων προφίλ πόρων. Δοκιμάζονται όλες οι βιβλιογραφικά γνωστές συναρτήσεις αξιολόγησης των προφίλ πόρων (επτά στο σύνολο) που αντιπροσωπεύουν διαφορετικές λογικές στο πρόβλημα βελτιστοποίησης, σχετικές με την πολυτιμότητα του πόρου, με την ανάγκη ομοιομορφίας στην κατανομή του, κλπ. Λόγω της υπάρχουσας γκάμας συναρτήσεων αξιολόγησης του προφίλ πόρων, προτείνεται επίσης μια αλληλουχία εφαρμογής όλων των γνωστών συναρτήσεων με όλους τους δυνατούς συνδυασμούς, επιδιώκοντας έτσι τον εντοπισμό του καλύτερου δυνατού μέσου προφίλ πόρων έτσι ώστε να ικανοποιούνται σε ένα βαθμό όλες οι εμπλεκόμενες συναρτήσεις αξιολόγησης. Το αποτέλεσμα της μεθόδου αυτής σε μεγάλο ποσοστό συμφωνεί με τα αποτελέσματα της βασικής προτεινόμενης προσέγγισης της διατριβής που έχει βάση τους γενετικούς αλγορίθμους. Στη διατριβή περιλαμβάνονται αρκετές μελέτες άλλων επιστημόνων στο πρόβλημα. Η παρούσα έρευνα ξεπερνά τις υπάρχουσες προσεγγίσεις της βιβλιογραφίας σε μεσαία και μεγάλα προβλήματα εξομάλυνσης πόρων, ή τις ανταγωνίζεται επάξια σε μικρά προβλήματα όπου είναι γνωστή η ακριβής βέλτιστη λύση. Συγκρίσεις είναι δυνατές βεβαίως μόνο σε όσες εργασίες παρατίθενται σχετικά δεδομένα έργων, όμως γενικά τα περισσότερα έργα της υφιστάμενης βιβλιογραφίας είναι μικρά σε μέγεθος. Από την διατριβή προέκυψε ένας αριθμός δημοσιεύσεων που καλύπτει τα επιμέρους κεφάλαια και ερευνητικά θέματα που αναλύονται</p> |

|   |  |
|---|--|
|   | στο κείμενο που ακολουθεί, ενώ αναμένονται και τα αποτελέσματα μερικών ακόμη εργασιών που έχουν υποβληθεί προς κρίση μέσα στο τρέχον ακαδημαϊκό έτος.  |
| <b>Abstract</b>                             | The present thesis deals with Resource Leveling optimization problems in projects. Resource leveling is a problem that has not been accurately solved so far, for large scale projects. For small scale projects accurate solutions can be found in literature, achieving global optimum. For medium and large scale project as well as for projects with particular characteristics (large duration of activities, complex associations among activities) approximate solutions of acceptable quality can be found in literature, but further field for improvement exists. The present dissertation achieves improved approximate solutions in resource leveling for medium and large scale projects, implementing and comparing four (4) new methodologies, all related to computational intelligence. In addition, the dissertation proposes a number of suitable bench mark problems for resource leveling in projects, for further experimentation and comparison on new related methods in the future. Concerning methodological innovation, the dissertation proposes a new, more effective genetic algorithm from the ones existing in literature and two more hybrid intelligent techniques which prove to handle effectively the problem of resource leveling optimization. The proposed approach is based on the development of an innovative methodology for the production of feasible alternative starts of the project's activities for the formation of improved resource profiles. All known resource profile evaluation functions are tested (seven in total, according to related literature) which correspond to different approaches to the optimization problem, related to the preciousness of the resource, the need for uniform resource distribution, etc. Due to the existing variety of resource profile evaluation functions, a sequential application of all known functions with all possible combinations is proposed, thus aiming at the best possible average resource profile tracking, in such a way that all the involved resource profile evaluation functions can be partially satisfied. The result of this method in most cases agrees with the results obtained from the main proposed GA approach. Within the dissertation, several studies of other researchers for the problem of resource leveling are reported and analyzed in detail. The proposed resource leveling methodologies prove superior to other competitive approaches existing in literature for medium and large scale projects, or compete to them worthily in small scale problems where the exact optimum is known. Comparisons are possible only with those research reports that provide related project data. Nevertheless, most projects presented in related literature so far, concern small scale problems. From the present dissertation a number of published papers in referred conferences and jour. |
| <b>Εθνικό Αρχείο Διδακτορικών Διατριβών</b> | <a href="https://phdtheses.ekt.gr/eadd/handle/10442/42879">https://phdtheses.ekt.gr/eadd/handle/10442/42879</a>  |

---

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| <b>Τίτλος διατριβής</b>        | <b>Ανίχνευση και μελέτη εκτεταμένων ατμοσφαιρικών καταιονισμών με τη χρήση καινοτόμων ανιχνευτών και αλγορίθμων<br/>(Detection and study of extensive air showers using innovative detectors and algorithms)</b> |
| <b>Όνοματεπώνυμο Διδάκτορα</b> | Μάνθος Ιωάννης   |

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| <b>Επιβλέπων</b>              | Ιωάννης Γκιάλας, Καθηγητής   |
| <b>Ημερομηνία Υποστήριξης</b> | 30/11/2016   |
| <b>Γλώσσα Συγγραφής</b>       | Ελληνική   |
| <b>Περίληψη</b>               | <p>Η παρούσα διατριβή αναφέρεται στην εγκατάσταση και λειτουργία του κατανεμημένου τηλεσκοπίου ανίχνευσης κοσμικών ακτίνων HELYCON, το οποίο βρίσκεται στις εγκαταστάσεις του Ελληνικού Ανοικτού Πανεπιστημίου στην Πάτρα. Η ανίχνευση των κοσμικών ακτίνων έγινε με υβριδικό τρόπο, μέσω ανίχνευσης των δευτερευόντων σωματιδίων των Εκτεταμένων Ατμοσφαιρικών Καταιονισμών με χρήση ανιχνευτών σπινθηρισμού και μέσω ανίχνευσης της ραδιοκυματικής εκπομπής της ηλεκτρομαγνητικής συνιστώσας του καταιονισμού με χρήση κεραίων. Πριν την εγκατάσταση του τηλεσκοπίου αναπτύχθηκαν μέθοδοι, τεχνικές και οργανολογία προκειμένου να μελετηθούν τα χαρακτηριστικά λειτουργίας και να βαθμονομηθούν οι ανιχνευτικές διατάξεις. Για την ορθή παραμετροποίηση των χαρακτηριστικών λειτουργίας, της βαθμονόμησης αλλά και για την επιβεβαίωση της ορθής λειτουργίας του τηλεσκοπίου, εκτελέστηκε μεγάλης κλίμακας προσομοίωση για την εξέλιξη των καταιονισμών στην ατμόσφαιρα με χρήση του λογισμικού Corsika και για την απόκριση των ανιχνευτικών διατάξεων με χρήση του λογισμικού HOURS. Η εγκατάσταση του τηλεσκοπίου αφορά 3 αυτόνομους ανιχνευτικούς σταθμούς, με τον κάθε έναν από αυτούς να αποτελείται από 3 ανιχνευτές σπινθηρισμού σε τριγωνική διάταξη και μία κεραία ανίχνευσης ραδιοκυμάτων στο μέσο του κάθε σταθμού. Η λήψη των πειραματικών δεδομένων των ανιχνευτών σπινθηρισμού βασίζεται στην τεχνική της μέτρησης του χρόνου πάνω από το κατώφλι (Time over Threshold – ToT), απαιτώντας τριπλή σύμπτωση μεταξύ των ανιχνευτών του σταθμού, ενώ παράλληλα παράγεται σήμα εξωτερικού σκανδαλισμού για την κεραία του σταθμού. Για να επαληθευθεί η πιστότητα των μεθόδων προσομοίωσης που αναπτύχθηκαν όσον αφορά στην περιγραφή φυσικών διαδικασιών και λειτουργικών χαρακτηριστικών, αλλά και για να αναπτυχθούν μέθοδοι εκτίμησης των φυσικών χαρακτηριστικών των καταιονισμών χρησιμοποιώντας αποκλειστικά την πληροφορία χρονισμού που καταγράφεται από το σύστημα ψηφιοποίησης, έγινε συλλογή δεδομένων υπό ειδικές συνθήκες. Η επεξεργασία του σήματος των ανιχνευτών σπινθηρισμού με χρήση τεχνικών στατιστικής ανάλυσης και σε συνδυασμό με την προσομοίωση, συντέλεσαν σε χρονισμό σήματος μεγάλης ακρίβειας που συνέβαλε στην εκτίμηση των φυσικών χαρακτηριστικών των καταιονισμών. Στο ραδιοκυματικό σήμα εφαρμόστηκε μέθοδος σύγκρισης των χαρακτηριστικών του με πρότυπα της ραδιοκυματικής εκπομπής και επιβεβαιώθηκε η προέλευση του από τον κοσμικό καταιονισμό σε αντίξοες συνθήκες λειτουργίας λόγω του τεράστιου ανθρωπογενούς υποβάθρου θορύβου.</p> |
| <b>Abstract</b>               | <p>The present dissertation refers to the installation and operation of the HELYCON cosmic ray detector array, located at the Hellenic Open University campus in Patras. The detection of cosmic rays was performed in two modes, by detecting the secondary particles of the Extensive Air Showers using scintillator counters and by detecting the radio emission of the electromagnetic component using antennas. Before the installation of the telescope, methods, techniques and instrumentation were developed, in order to study the functional features and to calibrate the detection arrays. For the proper parameterization of the functional features, of the calibration but also for the confirmation of the proper functionality of the telescope, a large-scale simulation of the evolution of the shower in the</p>  |

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
|                                      | <p>atmosphere with the use of Corsika software package and of the response of the detector array with the use of HOURS software package were performed. The telescope comprises 3 autonomous stations, each one of them consisting of 3 scintillator detectors in a triangular configuration and a radio antenna in the middle of each station setup. The data acquisition for the scintillator counters is based in the Time over Threshold (ToT) technique, demanding triple coincidence between the counters of a station, also providing signal as external trigger to the antenna of that station. In order to verify the fidelity of the developed simulation method, concerning the physical processes and functional characteristics, as well to develop evaluation methods for the physical characteristics of the showers, by using exclusively the information recorded by the digitization system, a special data set was collected. The signal processing of the scintillator counters with the use of statistical analysis techniques in conjunction with the simulation, resulted signal timing of high resolution, that contributed to the estimation of the physical characteristics of the showers. For the radio signal characteristics, applied a comparison method with the standards of radio emission and confirmed the origin from the cosmic shower in adverse operating conditions due to huge anthropogenic noise background.</p> |
| Εθνικό Αρχείο Διδακτορικών Διατριβών | <p><a href="https://www.didaktorika.gr/eadd/handle/10442/39665">https://www.didaktorika.gr/eadd/handle/10442/39665</a></p>   |

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Τίτλος διατριβής        | Σχεδιασμός αποδοτικών και βιώσιμων δικτύων εφοδιαστικής αλυσίδας<br>(Design of efficient and sustainable supply chain networks)   |
| Ονοματεπώνυμο Διδάκτορα | Αραμπαντζή Χριστίνα   |
| Επιβλέπων               | Ιωάννης Μίνης, Ομότιμος Καθηγητής   |
| Ημερομηνία Υποστήριξης  | 22/05/2017  |
| Γλώσσα Συγγραφής        | Αγγλική   |
| Περίληψη                | Στην παρούσα διδακτορική διατριβή διερευνάται ο σχεδιασμός αποδοτικών και βιώσιμων δικτύων εφοδιαστικής αλυσίδας. Το συγκεκριμένο αντικείμενο έχει αναγνωριστεί ως ένας από τους σημαντικότερους στρατηγικούς μοχλούς για την επίτευξη αριστείας στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας και γενικότερα στις επιχειρησιακές λειτουργίες. Όσον αφορά τον αποδοτικό Σχεδιασμό Δικτύων Εφοδιαστικής Αλυσίδας (ΣΔΕΑ) προτείνουμε ένα ολοκληρωμένο μοντέλο που συμπεριλαμβάνει τις σημαντικές στρατηγικές αποφάσεις που εμπλέκονται στο σχεδιασμό ή στον επανασχεδιασμό δικτύων |

εφοδιαστικής αλυσίδας κυρίως μεταποιητικών επιχειρήσεων. Οι επιχειρήσεις αυτές έχουν στόχο να ικανοποιήσουν την προβλεπόμενη (ντετερμινιστική) ζήτηση των πελατών τους ενώ παράλληλα επιθυμούν να ελαχιστοποιήσουν τις σχετικές δαπάνες/κόστη του συνόλου της εφοδιαστικής τους αλυσίδας. Οι στρατηγικές αποφάσεις σχετίζονται με την επιλογή της τοποθεσίας εγκατάστασης νέων εργοστασίων και κέντρων διανομής, τον καθορισμό της δυναμικότητάς τους, την επιλογή προμηθευτών), αλλά υποστηρίζει τη λήψη αποφάσεων που αφορούν την επέκταση των υπάρχοντων εγκαταστάσεων, την παραγωγή, την αποθεματοποίηση, συνεργασία με υπεργολάβους, τη κινητικότητα των εργαζομένων, την επιλογή μέσου μεταφοράς και τον καθορισμό καναλιών διανομής. Το πρόβλημα ΣΔΕΑ διατυπώνεται ως ένα μαθηματικό μοντέλο μικτού ακεραίου γραμμικού προγραμματισμού που στοχεύει στην ελαχιστοποίηση του συνολικού κόστους εφοδιαστικής αλυσίδας που σχετίζεται με επενδυτικά κόστη, καθώς και κόστη λειτουργίας, δηλαδή κόστη προμήθειας, παραγωγής, μετακίνησης εργατικού προσωπικού, αδράνειας εγκαταστάσεων και προσωπικού, υπεργολαβικής ανάθεσης, αποθήκευσης και μεταφοράς. Προκειμένου να εξετασθεί η αποτελεσματικότητα του προτεινόμενου μοντέλου στην αντιμετώπιση της πολυπλοκότητας της σύγχρονης επιχειρηματικής πραγματικότητας, το μοντέλο εφαρμόζεται σε εταιρία παραγωγής παγκόσμιας εμβέλειας. Για το σκοπό αυτό προσδιορίζονται οι κατάλληλες παράμετροι του μοντέλου που αντικατοπτρίζουν αξιόπιστα το περιβάλλον της επιχείρησης. Επιδίωξη της μελέτης περίπτωσης αποτελεί ο σχεδιασμός του πλέον αποδοτικού σε σχέση με το κόστος δικτύου εφοδιαστικής αλυσίδας της επιχείρησης. Επίσης, στοχεύοντας στη μελέτη της ευρωστίας του τελικού δικτύου, μελετώνται και αναλύονται οι επιπτώσεις της διαφοροποίησης βασικών παραμέτρων του προτεινόμενου μοντέλου στην τελική αρχιτεκτονική και απόδοση του δικτύου. Όσον αφορά τον Σχεδιασμό Βιώσιμων Δικτύων Εφοδιαστικής Αλυσίδας (ΣΒΔΕΑ) προτείνουμε ένα νέο μοντέλο πολλαπλών στόχων, το οποίο περιλαμβάνει σημαντικές αποφάσεις που σχετίζονται με το σχεδιασμό ή τον επανασχεδιασμό βιώσιμων δικτύων εφοδιαστικής αλυσίδας. Στο εν λόγω μοντέλο λαμβάνονται υπόψη τα κόστη της εφοδιαστικής αλυσίδας, οι σημαντικότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις που σχετίζονται με κάθε κρίκο της αλυσίδας εφοδιασμού, καθώς και θέματα κοινωνικής ευθύνης. Για την επίλυση του μοντέλου, μέσω της χρήσης εναλλακτικών μεθόδων βελτιστοποίησης πολλαπλών στόχων, εισάγονται κατάλληλοι όροι στις σχετικές αντικειμενικές συναρτήσεις, καθώς και κατάλληλοι περιορισμοί πέραν αυτών του αρχικού μοντέλου. Τέλος, εφαρμόζοντας το προτεινόμενο μοντέλο στην προηγούμενη μελέτη περίπτωσης, διερευνώνται οι επιπτώσεις των διαφόρων στόχων της βιωσιμότητας στην αρχιτεκτονική των δικτύων εφοδιαστικής αλυσίδας. Η μελέτη αυτή παρέχει ενδιαφέροντα αποτελέσματα σχετικά με τους συμβιβασμούς που απαιτούνται κατά το σχεδιασμό σύγχρονων βιώσιμων εφοδιαστικών αλυσίδων. Παρά την υψηλή πολυπλοκότητά της, τα αποτελέσματα της μελέτης περίπτωσης επικυρώνουν την ικανότητα του προτεινόμενου μοντέλου και μεθόδου να επανασχεδιάσει τις βιώσιμες αλυσίδες εφοδιασμού υψηλής απόδοσης.

#### **Abstract**

In this dissertation, we investigate the optimal design of efficient and sustainable supply chains, which has been recognized as one of the most critical long-term strategic objective in today's business. For the efficient Supply Chain Network Design (SCND), we propose a comprehensive model that captures significant strategic decisions involved in designing or re-designing high performance supply chains from the perspective of the manufacturer. The problem setting considers deterministic demand estimates by multiple customers, for multiple products, over the periods of a long term horizon. The strategic decisions involve selection of raw material suppliers, establishment or resizing of production facilities and/or selection of production subcontractors, establishment/resizing of distribution centers and/or subcontracting of the related activities, and selection of transportation modes and routes. The problem is formulated by a MILP model. Its objective is to minimize the overall costs associated with procurement, production, inventory, warehousing, and transportation over the design horizon. Appropriate

constraints model the complex relationships among the links of the supply chain. In order to test the value of the proposed model in tackling the very significant complexities of current business reality, we apply the proposed model to a large case study of a global manufacturing firm. This validation unveils all application challenges (e.g. determining appropriate model parameters that reliably reflect the firm's environment), and provides valuable insights into the efficient transformation of the firm's current supply chain network. The network design obtained from solving the model is analyzed under variations of key parameters to determine its robustness. For the Sustainability in Supply Chain Network Design (SSCND), we propose a new Multi-objective MMILP model, which captures significant decisions involved in designing or re-designing high performance, sustainable supply chains. The cost objective includes investment, operational, as well as emissions costs. The environmental objective captures emission quantities and waste generation at each link of the supply chain. The social objective considers employment opportunities, prioritizing societal community development and improved labor conditions. To solve the proposed model we employ both goal programming and the  $\epsilon$ -constraint method to achieve efficient trade-offs among the three objectives. We have successfully applied the proposed model to a large case study of a global manufacturer. The goal programming method results in both economic and environmental cost improvements, while maintaining social costs under control. The  $\epsilon$ -constraint method provides the opportunity to regulate the expenditures related to environmental and social strategies. Despite its high complexity, the case study results validate the ability of the proposed model and method to re-design high performing sustainable supply chains.

Εθνικό Αρχείο  
Διδακτορικών  
Διατριβών

<https://www.didaktorika.gr/eadd/handle/10442/41455>

|                            |  |
|----------------------------|--|
| Τίτλος διατριβής           | Εφαρμογές εννοιών λιτής παραγωγής σε περιβάλλον υπηρεσιών<br>(Lean manufacturing concepts in service environments) |
| Όνοματεπώνυμο<br>Διδάκτορα | Γλιάτης Βασίλειος  |
| Επιβλέπων                  | Ιωάννης Μίνης, Ομότιμος Καθηγητής  |
| Ημερομηνία<br>Υποστήριξης  | 23/01/2019   |
| Γλώσσα<br>Συγγραφής        | Αγγλική  |

## Περίληψη

Ο τομέας των υπηρεσιών κυριαρχεί σήμερα στις παγκόσμιες οικονομίες τόσο όσον αφορά το σχετικό μερίδιο στο Ακαθάριστο Εθνικό Προϊόν (ΑΕΠ) όσο και στην απασχόληση (αριθμός θέσεων εργασίας). Στις Ηνωμένες Πολιτείες (ΗΠΑ) για παράδειγμα, πιθανώς την πιο προηγμένη οικονομία στον κόσμο, πάνω από 85% του ΑΕΠ και της απασχόλησης προήρθε από τις υπηρεσίες (στοιχεία 2007 από Apte et al., 2012). Ωστόσο, παρά την σημασία του τομέα των υπηρεσιών και τις συνεχείς προσπάθειες υποστήριξης των λειτουργιών του μέσω της πληροφορικής, φαίνεται ότι η παραγωγικότητα στον τομέα υστερεί έναντι του τομέα της μεταποίησης. Στις χώρες της Ευρωζώνης για παράδειγμα, ένα μείγμα προηγμένων οικονομιών με διαφορετικά χαρακτηριστικά, η παραγωγικότητα στον τομέα της μεταποίησης είναι σταθερά υψηλότερη σε σχέση με την παραγωγικότητα του τομέα των υπηρεσιών (OECD, 2017). Επιπλέον, ο έντονος ανταγωνισμός μεταξύ των εταιρειών παροχής υπηρεσιών καθώς και η προσδοκώμενη αύξηση της ζήτησης για υπηρεσίες - λόγω των δημογραφικών αλλαγών και των τεχνολογικής εξελίξεων - καθιστούν την ανάγκη βελτίωσης της παραγωγικότητας στις υπηρεσίες πιο επίκαιρη από ποτέ. Παραδοσιακά, οι οργανισμοί παροχής υπηρεσιών χρησιμοποιούσαν τον παραγωγικό τομέα και τη μεταποίηση (manufacturing) ως πηγή έμπνευσης για τη βελτίωση των λειτουργιών τους. Ως εκ τούτου, η αδιαμφισβήτητη επιτυχία της Toyota Motor Company οδήγησε ακαδημαϊκούς ερευνητές και στελέχη επιχειρήσεων να μελετήσουν το σύστημα παραγωγής της Toyota και τη σχετική τάση του Lean Manufacturing ή «Λιτής Παραγωγής» (ΛΠ εφεξής) σε μια προσπάθεια να αποκωδικοποιήσουν και να μεταφέρουν τις ιδέες, τις στρατηγικές και τις μεθόδους της σε περιβάλλοντα υπηρεσιών. Σήμερα, σχεδόν είκοσι χρόνια μετά την εισαγωγή του όρου Lean Service ή «Λιτής Υπηρεσίας» (ΛΥ εφεξής) από τους Bowen και Youngdahl (1998), εξακολουθούν να υπάρχουν ερωτήματα σχετικά με το εύρος και τους τρόπους εφαρμογής του. Σε αυτή τη διατριβή ρίχνουμε φως σε πτυχές της ακόλουθης ερευνητικής ερώτησης: σε ποιο βαθμό μπορούν να υιοθετηθούν και να προσαρμοστούν σε περιβάλλοντα παροχής υπηρεσιών ορισμένες σημαντικές έννοιες της ΛΠ.

## Abstract

The fierce competition among service providers and the on-going growth in demand for services, due to demographic changes and advancements in technology, makes the need for improving the productivity in services more relevant than ever before. Traditionally, service companies have been looking at their manufacturing counterparts for sources of inspiration to improve operations. As such, the undisputed success of the Toyota Motor Company has led academic researchers and business practitioners to study the Toyota Production System and the associated movement of Lean Manufacturing in an effort to decode it and transfer its concepts, strategies and methods to different environments. Today, almost twenty years after the introduction of the term Lean Service by Bowen and Youngdahl (1998), there are still questions regarding its applicability. In this dissertation we shed light in aspects of the following research question: to what extent some important LM concepts can be adopted and adapted in service environments? To do so, we first examine the differences between manufacturing and services and the underlying challenges. Subsequently, we review the historical evolution of lean manufacturing its key components, impact and the aspects that have made this approach revolutionary. Finally, we critically review three distinct streams of lean in services. In particular, we review a) the relevance, from the conceptual standpoint, of the lean concepts in services (applicability), b) the lean practices that have been implemented in various service sectors and functions (transferability), and c) the conditions to continuously improve lean practices in service organizations (sustainability). Utilizing the above analysis, we identify ten gaps that are deemed pivotal for generalizing lean in services and focus on four of them. In particular, we clarify the essence and limitations of lean in services, we provide a universal framework for classifying services, and examine the applicability of two of the most well-known lean concepts (quality at the source and cellular work structure) in a highly complex service environment. Overall, our findings indicate that these two concepts are relevant for services under certain

conditions. In particular, we have developed simulation models in financial services and used them to test these concepts under various conditions. The insights gained from the current research are relevant to other information and people-intensive service environments, in which the main objects of transformation are information, customers and employees. The results suggest that by addressing quality issues at source and by using a cellular arrangement in a service setting may have significant positive effects on system performance, if some conditions apply. The results also show that service managers in addition to the challenges faced in manufacturing (e.g. trade-offs between different layouts), they have to address unique challenges driven primarily by customers participating in service production and the propensity of knowledge-intensive employees to prefer professional autonomy. From the universal transferability standpoint, we conclude that while it makes sense for service organization to adopt essential principles and elements of lean, they will have to ultimately adapt and evolve them in practices and new models better suited to their unique environment and challenges. To do so and continuously improve, it is essential for service organizations to develop the dynamic capabilities of identifying the real causes of problems, sensing signals of weak performance and responding rapidly to changes in the environment.

Εθνικό Αρχείο  
Διδακτορικών  
Διατριβών

<https://www.didaktorika.gr/eadd/handle/10442/45376>

|                            |   |
|----------------------------|---|
| Τίτλος διατριβής           | Νοήμονες υπολογιστικές μέθοδοι εμπνευσμένες από τον φυσικό κόσμο για την βελτιστοποίηση συστημάτων: βελτιστοποίηση εμπνευσμένη από τον ηχοεντοπισμό<br>(Nature Inspired Intelligence in Optimization: Sonar Inspired Optimization)  |
| Όνοματεπώνυμο<br>Διδάκτορα | Τζανέτος Αλέξανδρος   |
| Επιβλέπων                  | Γεώργιος Δούνιας, Καθηγητής   |
| Ημερομηνία<br>Υποστήριξης  | 05/03/2020  |
| Γλώσσα<br>Συγγραφής        | Ελληνική  |
| Περίληψη                   | Η εποχή που διανύουμε φέρνει στο προσκήνιο την Τεχνητή Νοημοσύνη, καθότι διάφοροι κλάδοι ενσωματώνουν εντυπωσιακές εφαρμογές της. Πολλές αναφορές γίνονται στην 4η Βιομηχανική Επανάσταση, η οποία έχει πλέον την Τεχνητή Νοημοσύνη ως κύριο πυλώνα της. Ήδη από τη δεκαετία του 1950 αναπτύσσονταν νοήμονα συστήματα λήψης απόφασης, τα οποία συνήθως είχαν υποστηρικτικό ρόλο για έναν λήπτη απόφασης. Προβλήματα στα οποία έπρεπε να βρεθεί μια βέλτιστη στρατηγική, τα επονομαζόμενα προβλήματα βελτιστοποίησης, εμφανίζονται σε διάφορα πεδία όπως η |

Χρηματοοικονομική Μηχανική (Financial Engineering), η Μηχανική της Διοίκησης (Management Engineering) και η Επιχειρησιακή Έρευνα (Operational Research). Πολλά εκ των προβλημάτων που καλείται να λύσει ένας Μηχανικός ανήκουν στα προβλήματα βελτιστοποίησης. Και καθώς τα προβλήματα που αντιμετωπίζει η βιομηχανία γίνονται ολοένα και πιο δύσκολα, αυξάνεται η χρησιμότητα των Νοημόνων Υπολογιστικών Μεθόδων και η ενσωμάτωσή τους στους σχετικούς κλάδους της βιομηχανίας. Το φάσμα των Νοημόνων Υπολογιστικών Μεθόδων είναι ευρύ και εκτείνεται από τις μεθόδους Μηχανικής Μάθησης (Machine Learning) μέχρι και τις Νοήμονες Μεθόδους που είναι Εμπνευσμένες από τη Φύση (Nature-inspired Intelligent Methods). Οι τελευταίες, παρόλο που άρχισαν να αναπτύσσονται από τα μέσα της δεκαετίας του '80, αποτέλεσαν ξεχωριστή κατηγορία Νοημόνων Υπολογιστικών Μεθόδων στη βιβλιογραφία στις αρχές του 2000. Λόγω της ικανότητάς τους να επιλύουν δύσκολα προβλήματα βελτιστοποίησης πολλών διαστάσεων, οι Νοήμονες Υπολογιστικές Μέθοδοι Εμπνευσμένες από τον Φυσικό Κόσμο έχουν προσελκύσει το ενδιαφέρον των ερευνητών διεθνώς ήδη από την προηγούμενη δεκαετία. Στην παρούσα διατριβή συλλέχθηκαν και μελετήθηκαν όλες οι Νοήμονες Υπολογιστικές Μέθοδοι που είναι Εμπνευσμένες από τον Φυσικό Κόσμο με σκοπό να εντοπιστούν τα χαρακτηριστικά που μπορούν να βελτιώσουν την απόδοσή τους. Επιπρόσθετα, η μελέτη εστίασε και στα προβλήματα (χώρους εφαρμογής) που εφαρμόζονται οι παραπάνω μέθοδοι. Από αυτή την εκτενή μελέτη της βιβλιογραφίας προέκυψαν κάποιες παρατηρήσεις, οι οποίες αποτυπώθηκαν σε ένα πλαίσιο εργασίας (framework), το οποίο μπορεί να ακολουθήσει ο ενδιαφερόμενος ερευνητής, ώστε να αναπτύξει ή να βελτιώσει κάποια υπάρχουσα Νοήμονα Υπολογιστική Μέθοδος Εμπνευσμένη από τον Φυσικό Κόσμο. Επιπλέον, σε συμφωνία με το προτεινόμενο πλαίσιο εργασίας και με βάση τα προαναφερθέντα χαρακτηριστικά, αναπτύχθηκε μια νέα νοήμων υπολογιστική μέθοδος εμπνευσμένη από τους νόμους της υποθαλάσσιας ακουστικής, η οποία αποδεικνύεται αποτελεσματική στην επίλυση διαφόρων πρακτικών εφαρμογών από το χώρο της Μηχανικής των Αποφάσεων (Βελτιστοποίηση Χαρτοφυλακίου, Βέλτιστη Εξισορρόπηση Πόρων στη Διοίκηση Έργων, Οικονομική Κατανομή Φορτίου, Βελτιστοποίηση Γραμμών Παραγωγής). Μάλιστα, τα αποτελέσματα της προτεινόμενης μεθόδου συγκρίνονται με αυτά άλλων κλασικών μεθόδων της βιβλιογραφίας ή μεθόδων που ανήκουν εξίσου στην κατηγορία των Υπολογιστικών Μεθόδων που είναι Εμπνευσμένες από τον Φυσικό Κόσμο, τις οποίες και ξεπερνάει σε απόδοση. Κατά τη διάρκεια της έρευνας, εφαρμόζοντας την προτεινόμενη μέθοδο σε προβλήματα των χώρων εφαρμογής που αναφέρονται παραπάνω, βελτιώθηκαν μηχανισμοί της μεθόδου, ενώ αναπτύχθηκαν μηχανισμοί που βοήθησαν στην αντιμετώπιση διάφορων προβλημάτων που αντιμετωπίζουν οι Νοήμονες Υπολογιστικές Μέθοδοι που είναι Εμπνευσμένες από τον Φυσικό Κόσμο. Μάλιστα, οι μηχανισμοί που αναπτύχθηκαν αποτελούν και μέρος της συνεισφοράς της παρούσας διατριβής, καθώς μπορούν να υιοθετηθούν και από άλλες μεθόδους Υπολογιστικής Νοημοσύνης. Τέλος, σε ορισμένες περιπτώσεις αναπτύχθηκαν και υβριδικά σχήματα που περιέχουν την υπολογιστική μέθοδο που προτείνεται στην παρούσα διατριβή με σκοπό την βελτίωση της απόδοσής της.

## Abstract

The current era brings Artificial Intelligence to the forefront, as various industries incorporate impressive applications. Many references are made to the 4th Industrial Revolution, which now has Artificial Intelligence (AI) as its main pillar. As early as the 1950s, intelligent decision-making systems were being developed, which usually played a supporting role for a decision-maker. Problems in which an optimal strategy had to be found, the so-called optimization problems, arise in a variety of areas such as Financial Engineering, Management Engineering and Operational Research. Many of the problems that an engineer has to solve are optimization problems. While the problems that the industry faces become more and more difficult, the usefulness of Intelligent Computing and its integration into the relevant industry sectors is increasing. The range of Computational Intelligence oriented methods is wide, ranging from Machine Learning

to Nature-inspired Intelligent (NII) Methods. Although NII methods initially appeared back in the mid-80s, they constituted a separate category of Computational Intelligent (CI) only in the early 2000's. Due to their ability to solve difficult multi-dimensional optimization problems, Computational Intelligence oriented methods have attracted the interest of researchers over the past decade. In this thesis, all Computational Intelligence oriented methods inspired by nature have been collected and studied in order to identify the features that can improve their performance. Moreover, this study focuses also on the application areas that these methods are used. As a result from this comprehensive literature review, some conclusions have been drawn. These conclusions constitute a framework that can be carried out for the development or improvement of Nature-inspired Intelligent Method. In addition, based on this framework and the aforementioned features, a new Nature-Inspired Intelligent approach inspired by the laws of underwater acoustics, has been developed. This approach has been proved to be effective in various application domains (Portfolio Optimization, Resource Leveling in Project Management, Economic Load Dispatch, Production Lines Optimization). What is more, compared with other state-of-the-art methods of literature and other Nature-Inspired Algorithms, the proposed approach obtains a superior performance. Throughout the conducted research, the main mechanisms of the proposed algorithm have been improved, based on the experimentation in the aforementioned application areas. Furthermore, some novel mechanisms (in respect of autotuning and balancing exploration and exploitation) have been implemented in the proposed approach. These mechanisms are part of the contribution of this thesis, since they can be implemented also in several Computational Intelligence oriented methods, in order to overcome problems that these methods usually face off. Furthermore, in some cases, hybrid intelligent schemes have been developed containing the proposed approach, in order to obtain improved performance.

Εθνικό Αρχείο  
Διδακτορικών  
Διατριβών

<https://www.didaktorika.gr/eadd/handle/10442/47419>

|                            |   |
|----------------------------|---|
| Τίτλος διατριβής           | Αλγόριθμοι και Αρχιτεκτονικές Βαθειας Μάθησης για Επεξεργασία Φυσικής Γλώσσας<br>(Deep Learning Algorithms and Architectures for Natural Language Processing) |
| Όνοματεπώνυμο<br>Διδάκτορα | Σακκέτου Φλώρα  |
| Επιβλέπων                  | Νικόλαος Αμπαζής, Αναπληρωτής Καθηγητής   |
| Ημερομηνία<br>Υποστήριξης  | 19/10/2020  |
| Γλώσσα<br>Συγγραφής        | Αγγλική   |

## Περίληψη

Αυτή η διατριβή διερευνά την ανάπτυξη αλγορίθμων και αρχιτεκτονικών βαθιάς μάθησης που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην επεξεργασία φυσικής γλώσσας. Για το λόγο αυτό, αξιοποιούμε ένα πρωτότυπο πλαίσιο βελτιστοποίησης υπό περιορισμούς που ενσωματώνει a priori γνώσεις στη διαδικασία της εκπαίδευσης. Το πλαίσιο αυτό επιδιώκει να μεγιστοποιήσει σταδιακά μια αντικειμενική συνάρτηση και ταυτόχρονα να ικανοποιήσει ένα σύνολο προϋποθέσεων κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσης. Οι προϋποθέσεις αυτές είναι οι εξής: α) η συνάρτηση κόστους πρέπει να μειώνεται σε κάθε εποχή και β) η αναζήτηση του βέλτιστου διανύσματος προσαρμογής βαρών θα πρέπει να περιορίζεται σε μια υπερσφαιρά γνωστής ακτίνας, έτσι ώστε να μην αυξάνονται απεριόριστα οι τιμές των βαρών. Η αντικειμενική συνάρτηση είναι μια ποσότητα που κωδικοποιεί τις πρόσθετες γνώσεις που πρέπει να ενσωματωθούν στον μηχανισμό μάθησης. Μέσω της επίλυσης αυτού του προβλήματος βελτιστοποίησης υπό περιορισμούς εξάγεται ένα γενικό πλαίσιο βελτιστοποίησης, το οποίο χρησιμοποιείται ως γενική βάση και επεκτείνεται προκειμένου να διαμορφωθούν αποτελεσματικοί αλγόριθμοι που ενσωματώνουν a-priori γνώσεις στη διαδικασία εκπαίδευσης. Εξετάζονται δύο βασικές κατηγορίες επιπρόσθετης γνώσης. Η πρώτη περιλαμβάνει εγγενείς γνώσεις που προέρχονται από όλες τις συνθήκες που αφορούν στα χαρακτηριστικά της υπερεπιφάνειας της συνάρτησης κόστους. Η δεύτερη κατηγορία αποτελείται από τις συνθήκες εκείνες που κωδικοποιούν την εξωτερική γνώση η οποία προέρχεται από τη φύση του προβλήματος προς επίλυση. Στην περίπτωση της εγγενούς γνώσης, αναπτύσσουμε έναν αλγόριθμο για την εκπαίδευση βαθιών νευρωνικών δικτύων, ο οποίος ονομάζεται Hessian Free algorithm with Curvature Scaled Adaptive Momentum (HF-CSAM), και λαμβάνει υπόψη τις εγγενείς γνώσεις που προέρχονται από τη δεύτερη παράγωγο της συνάρτησης κόστους (Εσσιανό πίνακα). Το κίνητρο πίσω από τη διαμόρφωση του αλγορίθμου είναι ότι στην πράξη, η εκπαίδευση νευρωνικών δικτύων περιλαμβάνει την ελαχιστοποίηση μη κυρτών συναρτήσεων, επομένως οι μέθοδοι που βασίζονται στην πρώτη παράγωγο μπορούν να οδηγήσουν μόνο σε κάποιο τοπικό ελάχιστο. Επιπρόσθετα, ένα άλλο ζήτημα που προκύπτει είναι η ακραία καμπυλότητα της συνάρτησης κόστους. Παρόλο που η χρήση μεθόδων πρώτης τάξης, όπως για παράδειγμα η στοχαστική μέθοδος καθόδου κλίσης (stochastic gradient descent - SGD), είναι η πιο δημοφιλής προσέγγιση για την εκπαίδευση νευρωνικών δικτύων, αυτές οι μέθοδοι αγνοούν εντελώς την καμπυλότητα της αντικειμενικής συνάρτησης. Σε αντίθεση με τις μεθόδους πρώτης τάξης, οι μέθοδοι δεύτερης τάξης είναι πολύ καλές στην αντιμετώπιση της καμπυλότητας. Επομένως ενσωματώνοντας τις πληροφορίες που λαμβάνουμε από τον Εσσιανό πίνακα στον κανόνα της μάθησης θα καταλήξουμε σε καλύτερα αποτελέσματα. Το κύριο μειονέκτημα των μεθόδων δεύτερης τάξης είναι ότι δεν είναι πρακτικές για την εκπαίδευση νευρωνικών δικτύων μεγάλης κλίμακας λόγω της υπολογιστικής πολυπλοκότητας του υπολογισμού του Εσσιανού πίνακα. Ο αλγόριθμος HF-CSAM, παρά το ότι είναι αλγόριθμος δεύτερης τάξης, απαιτεί ελάχιστους επιπλέον υπολογισμούς σε σύγκριση με ένα κλασικό αλγόριθμο SGD με ορμή (momentum). Ο υπολογισμός των παραγώγων επιτυγχάνεται μέσω τεχνικών Hessian Free (HF) optimization και του τελεστή R. που επιτρέπουν τον απ'ευθείας υπολογισμό του γινομένου ενός διανύσματος με τον πίνακα δεύτερων παραγώγων για την εκτίμηση του επόμενου βήματος προς την ελαχιστοποίηση της συνάρτησης κόστους. Ο κανόνας της ενημέρωσης των βαρών του αλγορίθμου HF-CSAM είναι παρόμοιος με αυτόν του SGD με ορμή, αλλά με δύο κύριες διαφορές που προκύπτουν από τη διατύπωση του προβλήματος της εκμάθησης ως πρόβλημα βελτιστοποίησης υπό περιορισμούς: (α) ο όρος της ορμής κλιμακώνεται με την πληροφορία καμπυλότητας (με τη μορφή του Εσσιανού πίνακα). (β) οι συντελεστές για το ρυθμό εκμάθησης (learning rate) και ο όρος της κλιμακωτής ορμής (scaled momentum) καθορίζονται προσαρμοστικά. Η αποτελεσματικότητα του αλγορίθμου HF-CSAM αποδεικνύεται μέσω της υλοποίησης του σε διαφορετικές αρχιτεκτονικές νευρωνικών δικτύων για προβλήματα επεξεργασίας φυσικής γλώσσας και υπολογιστικής όρασης όπου αξιολογείται έναντι των πιο

συχνά εφαρμοσμένων αλγορίθμων εκπαίδευσης νευρωνικών δικτύων. Στην περίπτωση της κωδικοποίησης εξωτερικής πληροφορίας η οποία προέρχεται από τη φύση του προβλήματος, διερευνούμε μια ποικιλία εξωτερικών πηγών γνώσης ανάλογα με το πρόβλημα που έχουμε προς επίλυση. Αρχικά εξετάζουμε μεθόδολογίες σε συστήματα συστάσεων, καθώς προκύπτουν αρκετά προβλήματα λόγω της έλλειψης επαρκούς πληροφορίας στον πίνακα αξιολογήσεων. Επομένως οποιαδήποτε επιπλέον γνώση εκτός από αυτή που παρέχεται από τον πίνακα βαθμολογίας μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την ποιότητα των προτάσεων. Ερευνώνται τεχνικές συνεργατικού φίλτραρίσματος (collaborative filtering) οι οποίες κάνουν αυτόματες προβλέψεις σχετικά με τα ενδιαφέροντα των χρηστών, χρησιμοποιώντας πληροφορίες που συλλέγονται από χρήστες με παρόμοια συμπεριφορά ώστε να προτείνουν νέα στοιχεία. Λόγω του ότι ο πίνακας βαθμολογιών είναι εξαιρετικά αραιός, το βήμα υπολογισμού της ομοιότητας μεταξύ των χρηστών συχνά αποτυγχάνει. Για το λόγο αυτό προτείνεται μια μέθοδος για τη δημιουργία συστάσεων σε τέτοιες προβληματικές περιπτώσεις η οποία μοντελοποιεί το σύστημα συστάσεων ως ένα σταθμισμένο γράφο και αντιμετωπίζει το πρόβλημα αυτό επεκτείνοντας και διασχίζοντας το γράφο ομοιότητας/κοινωνικής δικτύωσης των χρηστών. Η προτεινόμενη μέθοδος δημιουργεί νέες προβλέψεις συνδέσμων μεταξύ χρηστών που δεν είναι άμεσα συνδεδεμένοι, εκμεταλλευόμενη τις έμμεσες διαδρομές που περνούν από τους κοινούς γείτονές τους, γεγονός που επιτρέπει τη δημιουργία προτάσεων ακόμη και σε προβληματικές περιπτώσεις. Επιπλέον, χρησιμοποιείται μια μέθοδος διανυσματικής αναπαράστασης γράφου (graph embedding method) τελευταίας τεχνολογίας, η οποία λέγεται node2vec, για τη διανυσματική αναπαράσταση των χρηστών και την κατασκευή ενός νέου γράφου ομοιοτήτων. Οι μέθοδοι αυτοί αξιολογούνται στο δίκτυο κοινωνικής αξιολόγησης Epinions όπου αποδεικνύεται ότι η προτεινόμενη μέθοδος διάσχισης του γράφου παράγει συγκρίσιμα αποτελέσματα με το node2vec αλλά με σημαντικά χαμηλότερο υπολογιστικό κόστος και άμεσα συγκρίσιμη κάλυψη. Παρατηρώντας τις αδυναμίες των μεθόδων συνεργατικού φίλτραρίσματος, διαπιστώνουμε ότι οι τεχνικές παραγοντοποίησης πινάκων (matrix factorization) είναι πιο αποτελεσματικές στα συστήματα συστάσεων. Επομένως, διερευνάται το πρόβλημα παραγοντοποίησης του πίνακα βαθμολογιών ως ένα νευρωνικό δίκτυο, όπου οι χρήστες και τα αντικείμενα εκφράζονται ως διανύσματα (embeddings) τα οποία εκπαιδεύονται ως μέρος του δικτύου. Μέσω αυτού του φορμαλισμού, αποκαλύπτονται ενδιαφέρουσες ιδιότητες της συνάρτησης ενεργοποίησης Scaled Exponential Linear Unit (SELU), η οποία έχει αποδειχθεί ότι ρυθμίζει αυτόματα τις παραμέτρους του δικτύου και καθιστά τη μάθηση εύρωστη λόγω των αυτοκανονικοποιημένων (self-normalizing) ιδιοτήτων της. Πιο συγκεκριμένα, η SELU παρουσιάζει συστηματική απόδοση ανεξάρτητα από την επιλογή του αλγορίθμου βελτιστοποίησης και των αντίστοιχων υπερπαραμέτρων του. Αυτό αποδεικνύεται ξεκάθαρα από έναν αριθμό πειραματικών αποτελεσμάτων που περιλαμβάνουν έναν αριθμό διαφορετικών συναρτήσεων ενεργοποίησης και αλγορίθμων βελτιστοποίησης για την εκπαίδευση διάφορων αρχιτεκτονικών νευρωνικών δικτύων σε τυποποιημένα σύνολα δεδομένων για συστήματα συστάσεων. Ακόμα καλύτερα αποτελέσματα μπορούν να επιτευχθούν αν αντλήσουμε πληροφορίες από τα κοινωνικά δίκτυα αξιολόγησης, και πιο συγκεκριμένα από τις κοινωνικές συνδέσεις μεταξύ των χρηστών. Το γενικευμένο πλαίσιο βελτιστοποίησης υπό περιορισμούς που έχει προταθεί μας επιτρέπει να αξιοποιήσουμε την πληροφορία αυτή μέσω ενός αλγορίθμου παραγοντοποίησης πινάκων για συστήματα υποδείξεων. Αυτός ο αλγόριθμος ονομάζεται SocialFALCON και λαμβάνει υπόψη τις πληροφορίες που παρέχονται από το κοινωνικό δίκτυο των χρηστών σε συνδυασμό με τη συμπεριφορά αξιολόγησης τους. Η βασική ιδέα πίσω από την διαμόρφωση του SocialFALCON είναι η ενσωμάτωση των πρόσθετων γνώσεων που αποκτήθηκαν από το κοινωνικό δίκτυο στον κανόνα εκμάθησης του πίνακα παραγοντοποίησης. Επομένως, σε κάθε εποχή θέλουμε να μεγιστοποιήσουμε την ευθυγράμμιση του διανύσματος ενημέρωσης του χρήστη με τον σταθμισμένο μέσο όρο των διανυσμάτων ενημέρωσης

των άμεσων γειτόνων του (όπως ορίζονται από το κοινωνικό δίκτυο) στην αμέσως προηγούμενη εποχή. Επιτυγχάνοντας τη μέγιστη δυνατή ευθυγράμμιση μεταξύ των διαδοχικών διανυσμάτων ενημερώσεων του κάθε χρήστη με εκείνα των άμεσων γειτόνων του, αλλάζουν και τα διανύσματα των έμμεσων γειτόνων του στο κοινωνικό δίκτυο και ως εκ τούτου η επιρροή του κοινωνικού δικτύου διαχέεται κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσης. Το SocialFALCON υλοποιείται σε διάφορα πειράματα σε δημοφιλή σύνολα δεδομένων για συστήματα συστάσεων και αξιολογείται σε σύγκριση με άλλες μεθόδους οι οποίες ελαχιστοποιούν την συνάρτηση κόστους χρησιμοποιώντας μεθόδους καθόδου κλίσης χωρίς περιορισμούς. Σε σύγκριση με αυτές τις μεθόδους ο προτεινόμενος αλγόριθμος βελτιώνει την απόδοση όσον αφορά την ταχύτητα σύγκλισης και την ακρίβεια των προτάσεων, ειδικότερα σε χρήστες που έχουν βαθμολογήσει ελάχιστα αντικείμενα. Αυτή η προσέγγιση τροποποιείται κατάλληλα ώστε να εφαρμοστεί στον τομέα της επεξεργασίας φυσικής γλώσσας. Όπως έχει αποδειχθεί, οι μέθοδοι διανυσματικών αναπαραστάσεων κατηγορικών μεταβλητών είναι πολύ ισχυρές και έχουν αξιοσημείωτη απόδοση σε προβλήματα επεξεργασίας φυσικής γλώσσας. Για το λόγο αυτό προτείνεται ένας αποτελεσματικός αλγόριθμος, που ονομάζεται LexiconFALCON, ο οποίος παράγει διανυσματικές αναπαραστάσεις λέξεων (word embeddings) που ενισχύονται από τις σημασιολογικές πληροφορίες. Ο αλγόριθμος LexiconFALCON υιοθετεί το πλαίσιο βελτιστοποίησης υπό περιορισμούς που έχει προταθεί για να αξιοποιήσει την πληροφορία από διαθέσιμες οντολογίες/λεξικά που περιλαμβάνουν συσχετίσεις μεταξύ λέξεων σε μορφή γράφου. Αυτός ο αλγόριθμος εμπνέεται από τον πολύ γνωστό αλγόριθμο GloVe όπου οι αναπαραστάσεις λέξεων μαθαίνονται από την παραγοντοποίηση του πίνακα συν-εμφανίσεων (co-occurrence matrix) των λέξεων που κατασκευάζεται από μεγάλα κείμενα. Το Lexicon-FALCON υιοθετεί μια επαναληπτική προσέγγιση έτσι ώστε να μεγιστοποιεί σε κάθε χρονική στιγμή την ευθυγράμμιση του διανύσματος ενημέρωσης της κάθε λέξης με τον σταθμισμένο μέσο όρο των διανυσμάτων ενημέρωσης των συνώνυμων λέξεων της (όπως ορίζονται από ένα σημασιολογικό λεξικό) στο αμέσως προηγούμενο χρονικό βήμα. Αυτή η μέθοδος σχετίζεται στενά με τον αλγόριθμο SocialFALCON που περιγράφηκε προηγουμένως, ωστόσο, πέρα από την αξιοποίηση του LexiconFALCON σε ένα νέο πεδίο εφαρμογής εκτός των συστημάτων υποδείξεων, η μεθοδολογία αυτή τροποποιείται για να ενσωματώνει στοχαστικές ενημερώσεις και επομένως μπορεί να εφαρμοστεί εύκολα σε προβλήματα επεξεργασίας φυσικής γλώσσας μεγάλης κλίμακας. Οι διανυσματικές αναπαραστάσεις λέξεων που παράγει ο αλγόριθμος LexiconFALCON αξιολογείται σε διαφορετικά προβλήματα επεξεργασίας φυσικής γλώσσας, όπου αποδεικνύεται ότι η συγκεκριμένη μέθοδος υπερτερεί έναντι άλλων σχετικών αλγόριθμων. Τέλος, προτείνεται ένας αλγόριθμος βελτιστοποίησης υπό περιορισμούς που χρησιμοποιείται στο μοντέλο Transformer για προβλήματα μηχανικής μετάφρασης και μοντελοποίησης γλώσσας και ενσωματώνει τον γενικευμένο αλγόριθμο Hebbian στον κανόνα ενημέρωσης των βαρών. Πρόσφατες μελέτες έχουν δείξει ότι ορισμένες κεφαλές (heads) του στρώματος προσοχής πολλαπλών κεφαλών (multi-head attention layer) της αρχιτεκτονικής του Transformer μπορούν να αφαιρεθούν χωρίς να βλάψουν την αποτελεσματικότητα του μοντέλου. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι διαφορετικές κεφαλές συλλαμβάνουν παρόμοιες πληροφορίες. Ως εκ τούτου προτείνεται ένας αλγόριθμος που εκπαιδεύει συγκεκριμένα στρώματα της αρχιτεκτονικής του Transformer τα οποία επιβάλλουν τη διαφοροποίηση μεταξύ διαφορετικών κεφαλών στο στρώμα multi-head attention. Η διαφοροποίηση των κεφαλών επιτυγχάνεται μέσω ενός μονοστρωματικού νευρωνικού δικτύου πρόσω-τροφοδότησης το οποίο εισάγεται στην αρχιτεκτονική του Transformer και εκπαιδεύεται με τον προτεινόμενο αλγόριθμο ενώ το υπόλοιπο μοντέλο εκπαιδεύεται με τον αλγόριθμο Adam. Ο αλγόριθμος υιοθετεί την προσέγγιση βελτιστοποίησης υπό περιορισμούς που έχει ήδη προταθεί ώστε να ενσωματώσει τον γενικευμένο αλγόριθμο

Hebbian στον κανόνα εκμάθησης και χρησιμοποιείται σε τρεις διαφορετικές παραλλαγές της αρχιτεκτονικής του βασικού μοντέλου Transformer. Εκτός από τη διαφοροποίηση των κεφαλών, η προτεινόμενη μεθοδολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αφαίρεση των κεφαλών που συλλαμβάνουν περιττές πληροφορίες. Τα πειράματα πάνω σε προβλήματα μηχανικής μετάφρασης δείχνουν ότι αυτή η προσέγγιση μπορεί να βελτιώσει την απόδοση του βασικού μοντέλου Transformer.

## Abstract

This dissertation explores the development of deep neural networks training algorithms and architectures which can be utilized in real world Natural Language Processing (NLP) tasks. To this end, we develop a novel constrained optimization framework that incorporates a-priori knowledge in the training process. Two different types of knowledge are explored: i) intrinsic knowledge about the characteristics of the network's loss function landscape, and ii) external knowledge originating from the nature of the learning task. In the case of intrinsic knowledge, we develop a generic algorithm for training deep neural networks utilizing information from the second derivatives of the loss function (Hessian matrix). However, the algorithm is Hessian free in the sense that it only requires the computation of a Hessian-vector product which can be computed exactly and very efficiently within any modern computational graph framework. We demonstrate the efficiency of the proposed algorithm in a variety of both NLP and computer vision tasks. In the latter case we explore a variety of external knowledge sources depending on the learning task at hand. We first explore methodologies in a recommender systems setting because in most cases the ratings matrix is extremely sparse and thus the step of calculating similarities between users often fails. Thus any additional knowledge apart from that provided by the ratings matrix can greatly enhance the quality of the recommendations. Initially we propose a method for generating recommendations in such problematic cases by expanding and traversing the users' similarity graph so as to make new link predictions between users that are not directly connected. We evaluate our proposal on a social rating network, and show that the infusion of this new information in the similarity graph is comparable to state of the art graph embedding techniques but with lower computational cost and directly comparable coverage.

We also investigate the matrix factorization problem as a neural network, where the users and items are expressed as trainable embeddings. Within this formulation, the Scaled Exponential Linear Unit (SELU) exhibits performance invariance properties regarding the selection of the optimization algorithm and its corresponding hyper parameters. This is demonstrated in a number of experiments which involve various activation functions and optimization algorithms for training different neural network architectures on standard recommender systems benchmark datasets. Better results can be achieved in a social ratings network setting where additional knowledge is available from the social connections between users in addition to their rating behavior. This allows us to propose, within the constrained optimization framework, an efficient matrix factorization algorithm for recommender systems which improves on previously proposed related approaches in terms of convergence speed, recommendation accuracy and performance on cold start users. We then modify this approach to tackle NLP tasks by leveraging external knowledge about word similarities provided by semantic lexicons. We propose a powerful matrix factorization algorithm that extends GloVe and produces word embeddings enhanced by the semantic information. The proposed algorithm outperforms other related approaches that utilize semantic information either during training or as a post-processing step. Finally, the efficiency of our constrained optimization approach for developing deep neural networks training algorithms and architectures for NLP tasks is demonstrated by the incorporation of the generalized Hebbian algorithm as external knowledge within the framework. This allows us to enhance the Transformer architecture with layers that enforce the diversification between different heads in the multi-head attention layer. Experiments on machine translation show that this approach can improve the performance of the baseline Transformer model.

|   |   |
|---|---|
| Εθνικό Αρχείο<br>Διακτορικών<br>Διατριβών | <a href="https://www.didaktorika.gr/eadd/handle/10442/48299">https://www.didaktorika.gr/eadd/handle/10442/48299</a> |
|---|---|

|                            |   |
|----------------------------|---|
| Τίτλος διατριβής           | Προσεγγίσεις Γενετικού Προγραμματισμού για Διαχείριση της Πολυπλοκότητας Συστημάτων με Εφαρμογή στη Διοίκηση Παραγωγής<br>(Genetic programming approaches for the management of complex systems application in production management)   |
| Όνοματεπώνυμο<br>Διδάκτορα | Μπουλάς Κωνσταντίνος  |
| Επιβλέπων                  | Γεώργιος Δούνιας, Καθηγητής   |
| Ημερομηνία<br>Υποστήριξης  | 20/10/2021  |
| Γλώσσα<br>Συγγραφής        | Ελληνική  |
| Περίληψη                   | <p>Ο γενετικός προγραμματισμός είναι μία κατηγορία των μεθόδων της Τεχνητής Νοημοσύνης που είναι εμπνευσμένες από τη φύση. Μιμείται την λειτουργία του DNA στην εξελικτική αναπαραγωγή των οργανισμών για να κατασκευάζει λύσεις που στη συνέχεια υπόκεινται σε μία διαδικασία αξιολόγησης της αποτελεσματικότητος τους στην επίλυση του τιθέμενου προβλήματος. Όταν το πρόβλημα για επίλυση ανήκει στην κατηγορία της συμβολικής παλινδρόμησης, απεικονίζεται από ένα διάνυσμα δεδομένων το οποίο θα πρέπει να επαληθεύεται με τον καλύτερο δυνατό τρόπο από τη συνάρτηση που δημιουργεί ως λύση ο γενετικός προγραμματισμός. Ο γενετικός προγραμματισμός εκμεταλλεύεται την πληροφορία που υπάρχει κρυμμένη στα δεδομένα χωρίς να απαιτεί ρητή καθοδήγηση από τον άνθρωπο πειραματιστή, ο οποίος επεμβαίνει με έμμεσο τρόπο, μειώνοντας την επίδραση της ανθρώπινης προκατάληψης. Ανήκει στην κατηγορία των μεθευρετικών αλγορίθμων και προτείνεται ως η μέθοδος για την διερεύνηση της συμπεριφοράς πολύπλοκων συστημάτων. Εδώ γίνεται επικέντρωση στα συστήματα παραγωγής που συναντώνται στη βιομηχανία και εντάσσονται στην επιχειρησιακή έρευνα. Οι αρχές στην μοντελοποίηση αυτών των συστημάτων συναντώνται και σε άλλα συστήματα όπως τα συστήματα αναμονής, στην διοίκηση λειτουργιών, σε ροή εργασιών όπως αυτές που απαντώνται στο δημόσιο τομέα, στις τηλεπικοινωνίες και αλλού. Το πρόβλημα που καλείται να επιλύσει ο γενετικός προγραμματισμός είναι η εξαγωγή μαθηματικών σχέσεων για την προσεγγιστική εκτίμηση του ρυθμού παραγωγής αυτών των συστημάτων. Το πρόβλημα μετρά σχεδόν επτά δεκαετίες από την δημοσίευση της πρώτης σχέσης για ένα τέτοιο σύστημα. Σε αυτό το χρονικό διάστημα ελάχιστες ακριβείς σχέσεις έχουν προταθεί καταδεικνύοντας την δυσκολία του προβλήματος. Ακόμη και η ακριβής αριθμητική επίλυση μπορεί να γίνει για μικρά σχετικά συστήματα, ενώ για τα αμέσως πολύπλοκότερα, γίνεται ένα υπολογιστικά αδύνατο πρόβλημα ακόμη και για τα πλέον σύγχρονα υπολογιστικά συστήματα. Για την εξαγωγή προσεγγιστικών σχέσεων που γενικεύουν καλά μία διαδικασία παραγωγής δεδομένων εκπαίδευσης των</p> |

αλγορίθμων μεθοδεύεται στην παρούσα διδακτορική διατριβή. Δεδομένα από τη Μαρκοβιανή ανάλυση τροφοδοτούν υλοποιήσεις του γενετικού προγραμματισμού που δίνει καλές λύσεις για μία σειρά συστημάτων. Η μεταανάλυση των αποτελεσμάτων δείχνει ότι συναντάται συχνά ως δομή της λύσης ο λόγος δύο πολυωνύμων. Και οι λύσεις που έχουν άλλη δομή με κάποιο τρόπο σχετίζονται με λόγο πολυωνύμων. Η διερεύνηση της παραπάνω παρατήρησης οδήγησε στην δημιουργία ενός υβριδικού σχήματος όπου ο γενετικός προγραμματισμός κατασκευάζει τη δομή της λύσης και ένας γενετικός αλγόριθμος ρυθμίζει τις τιμές των συντελεστών και εκθετών μονωνύμων. Αυτά τα μονώνυμα δημιουργούν το λόγο δύο πολυωνύμων. Έτσι το υβριδικό σχήμα γενετικού προγραμματισμού και γενετικού αλγορίθμου δημιουργεί μόνον λύσεις που είναι λόγος δύο πολυωνύμων. Το σχήμα γενικεύει καλύτερα από το γενετικό προγραμματισμό δίνοντας σοβαρές ενδείξεις ότι η ακριβείς λύσεις έχουν αυτή τη δομή. Υπό αυτή την οπτική έγινε η επανεξέταση των ακριβών λύσεων που υπάρχουν, έχοντας σαν σκοπό ότι μπορεί να γίνει η επαγωγή λύσεων για μεγαλύτερα συστήματα. Με τη χρήση των γράφων, που χρησιμοποιούνται στα συστήματα παραγωγής κυρίως ως απεικονιστικό εργαλείο, περιγράφηκε ένας χώρος πιθανότητας και αναπτύχθηκε μία μέθοδος για την εξαγωγή των στάσιμων πιθανοτήτων των συστημάτων με συμβολική μορφή. Αυτό έγινε με την ερμηνεία του ζευγνύοντος δέντρου, και την απαρίθμηση όλων των ζευγνύοντων δέντρων που καταλήγουν σε μία κατάσταση του συστήματος. Από το σημείο αυτό και μετά η έκφραση όλων των μετρικών απόδοσης των συστημάτων είναι θέμα άλγεβρας. Μία σειρά από συστήματα επιλύθηκαν, κάποια εκτός συστημάτων παραγωγής, με τη χρήση της γενικής μεθόδου που αναπτύχθηκε στην παρούσα διατριβή. Η μέθοδος επιλύει συμβολικά ή και αριθμητικά τουλάχιστον τα συστήματα που μπορούν να εκφραστούν ως Μαρκοβιανές αλυσίδες. Έγιναν παρατηρήσεις σχετικά με το μέγεθος των λύσεων, τη δομή τους και την εμφάνιση μοτίβων στους γράφους που αυξάνουν με τρομακτικά ταχύ ρυθμό το μέγεθος των ακριβών λύσεων. Το μεγάλο μέγεθος των ακριβών λύσεων είναι στην ουσία ο παράγοντας που δεν επέτρεψε την εξαγωγή μαθηματικών σχέσεων κλειστού τύπου όλα τα προηγούμενα χρόνια. Η χρήση κλασσικών μεθόδων όπως διαφορικός λογισμός και λογισμός πιθανοτήτων τις καθιστά εξαιρετικά δύσκολοι. Εδώ χρησιμοποιήθηκε η θεωρία των γράφων, μέσα από ένα μοντέλο του μοντέλου των Μαρκοβιανών διαδικασιών των υποκείμενων συστημάτων που επέτρεψε την επίλυση αυτών των συστημάτων και αναμένεται να συνεισφέρει μελλοντικά στη διεύρυνση των γνώσεων μας για αυτά.

## Abstract

Genetic programming is a subclass of nature-inspired methods of Artificial Intelligence. It mimics DNA's function in the evolutionary reproduction of organisms to construct solutions. Afterward, the algorithm evaluates these solutions and assesses their effectiveness in solving the posed problem. When the problem to be solved belongs to the category of symbolic regression, it is represented by a data vector that should be verified in the best possible way by the function created as a solution by genetic programming. Genetic programming exploits the hidden information in the data without requiring explicit guidance from the human experimenter, who indirectly intervenes, reducing the impact of human bias. It belongs to the category of metaheuristic algorithms and is proposed as the method for investigating complex systems' behavior. Here the focus is on the production systems found in industry and are part of operations research. The principles in modeling these systems are also found in other systems such as queuing networks, operations management, workflows such as those found in the public sector, telecommunications, and elsewhere. The problem to be solved by genetic programming is the extraction of formulas for approximating the throughput of these systems. The problem counts almost seven decades after the publication of the first formula for such a system. During this time, very few exact formulas have been proposed demonstrating the difficulty of the problem. Even an accurate numerical solution can be done for relatively small systems, while for the more complex ones, it becomes a computationally impossible problem even for supercomputers. A data organization process is used herein to create approximate

relationships that generalize well. The genetic programming implementations are fed by Markovian analysis data to provide reasonable approximate solutions for various systems. The results' meta-analysis shows that the ratio of two polynomials is often encountered as the solution's ultimate structure. Moreover, solutions that have a different structure are somehow related to a polynomial ratio. The investigation of the above observation led to creating a hybrid scheme where genetic programming constructs the solution's structure, and a genetic algorithm adjusts the values of the coefficients and exponents of monomials, which create a ratio of two polynomials. Thus, the hybrid scheme of genetic programming and genetic algorithm creates only solutions that are the ratio of two polynomials. The scheme generalizes better than genetic programming giving strong indications that the exact solutions have this structure. From this perspective, the existing exact solutions are reexamined to induce solutions for larger systems. Using graphs, which are used in production systems mainly as an imaging tool, a probability space was created, and a method was developed to derive the stationary probabilities of the systems in symbolic form. That was done by interpreting the spanning tree and enumerating all spanning trees that end up in a system state. From this point on, the expression of all system performance metrics is a matter of algebra. Several systems were solved, some outside of production systems, using the general method developed in the present dissertation. The method solves symbolically or even numerically at least the systems that can be expressed as Markov chains. Remarks were made about the size of the solutions, their structure, and the appearance of patterns on the graphs that increase the exact solutions' size at an alarmingly fast rate. The large size of the exact solutions is, in fact, the factor that did not allow the extraction of exact closed-form formulas in all the previous years. The use of classical methods such as differential calculus and probability calculus makes them tools that are extremely difficult to use. Graph theory was used here through a model of the Markovian model of underlying systems that allowed these systems to be solved and is expected to contribute in the future to expand our knowledge of them.

Εθνικό Αρχείο  
Διδακτορικών  
Διατριβών

<https://www.didaktorika.gr/eadd/handle/10442/50275>

---

|                            |   |
|----------------------------|---|
| Τίτλος διατριβής           | Ραδιοκυματική Ανίχνευση και Μελέτη Κοσμικών Καταιονισμών σε Περιοχές Αυξημένου Ηλεκτρομαγνητικού Θορύβου<br>(Radio detection of cosmic rays air showers in urban environment) |
| Όνοματεπώνυμο<br>Διδάκτορα | Νόνης Σταύρος   |
| Επιβλέπων                  | Κωνσταντίνος Παπαγεωργίου, Καθηγητής  |
| Ημερομηνία<br>Υποστήριξης  | 01/12/2021  |
| Γλώσσα<br>Συγγραφής        | Ελληνική  |

|   |   |
|---|---|
| <b>Περίληψη</b>                             | Οι κοσμικές ακτίνες είναι φορτισμένα σωματίδια πολύ υψηλής ενέργειας προερχόμενα από γαλαξιακές και εξωγαλαξιακές πηγές. Η ανίχνευση των σωματιδίων αυτών γίνεται έμμεσα από τον καταιονισμό δευτερευόντων σωματιδίων που προκαλείται από την αλληλεπίδραση τους με πυρήνες της ατμόσφαιρας. Μια αναπτυσσόμενη νέα τεχνική ανίχνευσης του κοσμικού καταιονισμού στην ατμόσφαιρα στηρίζεται στην λήψη του ηλεκτρομαγνητικού κύματος που εκπέμπεται στην περιοχή των ραδιοκυμάτων RF. Στην παρούσα διατριβή έγιναν μελέτες για την δημιουργία ενός μοντέλου απόκρισης των κεραιών χρησιμοποιώντας το ενεργό μήκος (EM) τους και προσομοιώσεις του RF φάσματος από διαφορετικές περιπτώσεις κοσμικών καταιονισμών. Σκοπός είναι η εκτίμηση της διεύθυνσης άφιξης του αρχικού σωματιδίου συγκρίνοντας το φάσμα του καταγραφόμενου παλμού με το μοντέλο της κεραιάς. Αρχικά χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα των σταθμών A και B κατά την πρώτη φάση λειτουργίας του τηλεσκοπίου ενώ στην συνέχεια χρησιμοποιήθηκαν φάσματα από γεγονότα που καταγράφηκαν ταυτόχρονα από τις 4 κεραιές του σταθμού A στην διάρκεια της δεύτερης φάσης λειτουργίας του. Και στις δυο περιπτώσεις δεδομένων έγινε σύγκριση των αποτελεσμάτων με τις μετρήσεις από τους σωματιδιακούς ανιχνευτές των σταθμών καθώς και με προσομοιώσεις. Επιπλέον έγινε μια συστηματική μελέτη για την καταγραφή των χρόνων άφιξης των παλμών στις κεραιές και ανακατασκευή της διεύθυνσης άφιξης του καταιονισμού από τον χρονισμό των κεραιών. |
| <b>Abstract</b>                             | During the present thesis, studies were performed to create an antenna Voltage Response Model (VRM) using the antenna's Vector Effective Length (VEL) and simulations of the RF spectrum from different cases of cosmic events. The purpose is to estimate the arrival direction of the primary particle by comparing the recorded pulse spectrum with the antenna model. Initially, data from stations A and B were used during the first phase of operation of the telescope, while then were used spectra from events that were recorded simultaneously by the 4 antennas of station A during the second phase of operation. In both data cases, the results were compared with the measurements from the particle detectors of the stations as well as with simulations. In addition, a systematic study was performed to record the arrival times of the pulses on the antennas and to reconstruct the arrival direction of the shower from the antenna timing.  |
| <b>Εθνικό Αρχείο Διδακτορικών Διατριβών</b> | <a href="https://www.didaktorika.gr/eadd/handle/10442/50917">https://www.didaktorika.gr/eadd/handle/10442/50917</a>   |

---

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| <b>Τίτλος διατριβής</b>        | Παράγοντες που Επηρεάζουν την Εισαγωγή της Καινοτομίας στον Ελληνικό Δημόσιο Τομέα: Μελετώντας το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα "Διοικητική Μεταρρύθμιση 2007-2013"<br>(Factors affecting the introduction of innovation in the Greek public sector: studying the operational program "Administrative reform 2007-2013") |
| <b>Ονοματεπώνυμο Διδάκτορα</b> | Απτάλογλου Ανδρέας   |
| <b>Επιβλέπων</b>               | Αναστασία Κωνσταντέλου, Καθηγήτρια   |

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| <b>Ημερομηνία Υποστήριξης</b> | 19/01/2022  |
| <b>Γλώσσα Συγγραφής</b>       | Αγγλική   |
| <b>Περίληψη</b>               | <p>Η παρούσα διατριβή ασχολείται με την αξιολόγηση των μεταρρυθμίσεων του δημόσιου τομέα που εισήχθησαν μέσω του Επιχειρησιακού Προγράμματος Διοικητική Μεταρρύθμιση 2007-2013, το οποίο συγχρηματοδοτήθηκε από το Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο. Η μελέτη αυτή έχει μεγάλη σημασία, καθώς εξετάζει ένα μεγάλο αριθμό συγχρηματοδοτούμενων προγραμμάτων διοικητικής μεταρρύθμισης (417) που έχουν εφαρμοστεί την τελευταία δεκαετία. Τα στοιχεία συλλέχθηκαν από τις βάσεις δεδομένων του Επιχειρησιακού Προγράμματος και συνέβαλαν στην εξαγωγή μιας σειράς δεικτών της οικονομικής και φυσικής δραστηριότητας του προγράμματος. Η ανάλυση αυτών των δεδομένων έδωσε ενδιαφέροντα αποτελέσματα για τα είδη των μεταρρυθμιστικών έργων, τον βαθμό καινοτομίας τους και τη συσχέτισή τους με μια σειρά από οικονομικούς δείκτες αλλά κυρίως με τον βαθμό ολοκλήρωσής τους εντός των καθορισμένων χρονοδιαγραμμάτων. Η έρευνά μας προσπαθεί να βρει τις τάσεις και τα χαρακτηριστικά των μεταρρυθμιστικών έργων (τύποι καινοτομίας, πολυπλοκότητα κάθε έργου, δείκτες επιτυχούς υλοποίησης κ.λπ.), προκειμένου να εντοπίσει τους παράγοντες αποτυχίας. Ταυτόχρονα, η οικονομετρική ανάλυση μας βοήθησε να θέσουμε συνδυαστικά ερωτήματα που στοχεύουν στη διερεύνηση της σχέσης μεταξύ της ολοκλήρωσης ενός μεταρρυθμιστικού έργου σε σχέση με παράγοντες όπως η οικονομική κρίση, οι αλλαγές στην πολιτική ηγεσία, τα χαρακτηριστικά των προωθούμενων καινοτομιών κλπ. Η εμπειρική μας έρευνα έδειξε ότι μπορεί να δημιουργηθεί ένα οικονομετρικό μοντέλο το οποίο, λαμβάνοντας ως ανεξάρτητη μεταβλητή μόνο τον παράγοντα του τύπου καινοτομίας ενός μεταρρυθμιστικού έργου, μπορεί να ερμηνεύσει, με μεγάλη ακρίβεια, εάν το έργο θα ολοκληρωθεί. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργήσαμε μια χαρτογράφηση όλων των μεταρρυθμιστικών έργων που πραγματοποιήθηκαν εκείνη την περίοδο. Η ανάλυσή μας έδειξε ότι παρόλο που το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Διοικητικής Μεταρρύθμισης 2007-2013 σχεδιάστηκε για την προώθηση καινοτόμων μεταρρυθμιστικών έργων, δεν κατάφερε να τα προωθήσει εντός των καθορισμένων χρονοδιαγραμμάτων. Η εξέταση των παραγόντων αποτυχίας βασίστηκε σε ένα εκτενές ερωτηματολόγιο που συμπληρώθηκε από 90 έμπειρα στελέχη του ΕΣΠΑ. Το συμπέρασμα είναι ότι η προώθηση ενός μεταρρυθμιστικού έργου στο δημόσιο τομέα είναι μια πολυπαραγοντική εξίσωση που περιλαμβάνει: α) τα χαρακτηριστικά του ίδιου του μεταρρυθμιστικού έργου (τύπος καινοτομίας και προϋπολογισμός έργου), β) θέματα οργάνωσης και διαχείρισης (δομή και σύστημα διαχείρισης και σχεδιασμού έργων, ποιότητα διαχείρισης ανθρώπινου δυναμικού αλλά και πολυπλοκότητα του συστήματος διαχείρισης έργων και των επιμέρους διαδικασιών τους), γ) αλλά και παράγοντες του εξωτερικού περιβάλλοντος (οικονομική κρίση και αστάθεια πολιτικού περιβάλλοντος). Η αλληλεπίδραση αυτών των παραγόντων είναι τόσο ισχυρή που όλοι οι επιμέρους παράγοντες πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τον σχεδιασμό ενός προγράμματος μεταρρυθμίσεων. Η παρούσα διπλωματική εργασία είχε ως στόχο να προσφέρει τα ακόλουθα παραδοτέα στην ακαδημαϊκή κοινότητα.1.Ενδελεχής εξέταση και ταξινόμηση της βιβλιογραφίας για το θέμα της καινοτομίας στο δημόσιο τομέα2.Χαρτογράφηση των παραγόντων που επηρεάζουν την καινοτομία του δημόσιου τομέα, σύμφωνα με τη θεωρία.3.Τα αποτελέσματα της εμπειρικής μελέτης σε 417 προγράμματα μεταρρυθμίσεων του Ελληνικού Δημόσιου Τομέα. Μια μελέτη που ξεχωρίζει για τη μοναδικότητά της στη σχετική βιβλιογραφία και που ελπίζουμε να αποτελέσει πρότυπο.4.Αξιολόγηση του επιπέδου καινοτομίας και των βασικών παραμέτρων του Ελληνικού Προγράμματος Διοικητικής Μεταρρύθμισης</p> |

με τη συνδρομή των συμπερασμάτων που προέκυψαν από την επεξεργασία των ερωτηματολογίων που απαντήθηκαν από το δείγμα των εμπειρογνομόνων μας. 5.Την αξιολόγηση του βαθμού υλοποίησης ενός έργου μεταρρύθμισης λαμβάνοντας υπόψη μόνο τον τύπο καινοτομίας του.6.Την εξέταση των παραγόντων που, στην Ελλάδα, οδηγούν ένα καινοτόμο έργο σε αποτυχία. Παράλληλα τη διαβάθμιση αυτών των παραγόντων και τη διερεύνηση των μεταξύ τους συσχετισμών.

## Abstract

This dissertation deals with the evaluation of public sector reforms introduced through the Operational Program Administrative Reform 2007-2013, which was co-financed by the European Social Fund. This study is of great importance, as it examines a large number of co-financed administrative reform programs (417) that have been implemented over the past decade, with the aim of promoting innovative activities in the Greek Public Sector. The data were collected from the databases of the Operational Program and contributed to the export of a number of indicators of the economic and physical activity of the program. The analysis of these data provided interesting results on the types of reform projects, their degree of innovation and their correlation with a number of economic indicators but mainly with the degree of their completion within the set schedules. Our research tries to find the trends and characteristics of the reform projects (types of innovation, the complexity of each project, the indicators of successful implementation, etc.), in order to identify the factors of failure. At the same time, econometric analysis helped us to ask combined questions aimed at exploring the relationship between the completion of a reform project in relation to factors such as the economic crisis, changes in political leadership, the characteristics of promoted innovations and other factors. Our empirical research has shown that an econometric model can be created which, taking as an independent variable only the factor of the type of innovation of a reform project, can interpret, with a high degree of accuracy, whether the project will be completed. In this way we created a mapping of all the reform projects carried out during that period. Our analysis showed that although the Operational Program Administrative Reform 2007-2013 was designed to promote innovative reform projects, it did not succeed in advancing them within the set timeframes. The examination of the failure factors was based on an extensive questionnaire completed by 90 experienced NSRF executives who evaluated the failure factors assigned to them. The conclusion is that the promotion of a reform project in the public sector is a multifactorial equation which includes: a) the characteristics of the reform project itself (type of innovation and project budget), b) issues of organization and management (structure and system of administration and planning of projects, quality of human resource management but also complexity of project management system and their individual processes), c) but also factors of the external environment (economic crisis and volatility of political environment). The interplay of these factors is so strong that all the individual factors must be taken into account when designing a reform program. This dissertation aimed to offer the following deliverables to the academic community. 1. A thorough examination and classification of the literature on the subject of innovation in the public sector. 2. The mapping of the factors that influence the innovation of the public sector, according to the theory. 3. The results of the empirical study in 417 reform programs of the Greek Public Sector. A study that stands out for its uniqueness in the relevant literature and which we hope will be a model. 4. An assessment of the level of innovation of the Greek Administrative Reform Program and its basic parameters based on the results of an experts' survey. 5. An estimation of the successful implementation of a reform project by only taking into account the type of innovation it sought to introduce. 6. The investigation of the factors of failure in reform projects in Greece and the prioritization of these factors as well as the correlations between them.

Εθνικό Αρχείο  
Διακτορικών  
Διατριβών

<https://www.didaktorika.gr/eadd/handle/10442/51113>

|                            |  |
|----------------------------|--|
| Τίτλος διατριβής           | Σύνθετα νανο-ενισχυμένα υλικά με βάση τον ασβέστη και με πιεζοαγωγίμες ιδιότητες για εφαρμογές αποκατάστασης<br>(Composite nano-reinforced lime-based binders with piezoresistive properties for restoration applications)   |
| Όνοματεπώνυμο<br>Διδάκτορα | Δήμου Αγγελική Ειρήνη  |
| Επιβλέπων                  | Νικόλαος Αλεξόπουλος, Καθηγητής  |
| Ημερομηνία<br>Υποστήριξης  | 02/11/2022   |
| Γλώσσα<br>Συγγραφής        | Αγγλική  |
| Περίληψη                   | <p>Η δομική ακεραιότητα είναι από τα σημαντικότερα κριτήρια που υπαγορεύουν τον σχεδιασμό των επεμβάσεων αποκατάστασης παραδοσιακών κτιρίων και την επιλογή των υλικών. Μετά τις εν λόγω επεμβάσεις είναι πολύ σημαντική η συνεχής παρακολούθηση των βλαβών. Προς αυτή την κατεύθυνση, η κλασική προσέγγιση βασίζεται στη χρήση κατάλληλων αισθητήρων, προσαρτημένων σε ορισμένα σημεία των δομικών στοιχείων. Μια εναλλακτική προσέγγιση έγκειται στη χρήση υλικών αποκατάστασης που παρουσιάζουν πιεζοαγωγιμικά χαρακτηριστικά, δηλαδή η ηλεκτρική τους αντίσταση μεταβάλλεται με την εφαρμογή μηχανικού φορτίου. Στο πλαίσιο αυτό, στόχος της παρούσας έρευνας είναι η ενσωμάτωση νανοϋλικών με βάση τον άνθρακα σε υλικά αποκατάστασης ώστε να παραχθούν σύνθετα υλικά με πιεζοαγωγίμες ιδιότητες. Τα δομικά υλικά με βάση τον ασβέστη χρησιμοποιούνται σε επεμβάσεις αποκατάστασης, καθώς πληρούν τα απαραίτητα κριτήρια συμβατότητας. Ο ασβέστης χρησιμοποιείται συνήθως σε συνδυασμό με ποζολανικά πρόσμικτα ή τσιμέντο, για να συμμορφώνεται και με τα κριτήρια χημικής/ορυκτολογικής και μηχανικής συμβατότητας της εκάστοτε αποκατάστασης. Το πρώτο βήμα της παρούσας έρευνας είναι η παραγωγή συνδετικών υλικών με προσαρμοσμένες μηχανικές ιδιότητες σύμφωνα με κριτήρια συμβατότητας. Οι μηχανικές ιδιότητες συνδετικών υλικών ασβέστη/μετακαολίνης και ασβέστη/τσιμέντου συλλέχθηκαν από τη βιβλιογραφία με σκοπό να καθοριστούν προσεγγίσεις που συσχετίζουν τη σύνθεση του συνδετικού υλικού με τις μηχανικές ιδιότητες. Οι προτεινόμενες προσεγγίσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως κατευθυντήριες γραμμές για τη διευκόλυνση του σχεδιασμού μιας επέμβασης αποκατάστασης με βάση τις παραμέτρους μηχανικής συμβατότητας και σύνθεσης συνδετικού υλικού. Πρέπει να σημειωθεί ότι η σύνθεση του συνδετικού υλικού αποκατάστασης εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις απαιτήσεις κάθε έργου. Ωστόσο, ανεξάρτητα από τη σύνθεση του συνδετικού υλικού, τα υλικά αποκατάστασης διαθέτουν ιδιότητες αυτο-αίσθησης ( self -sensing ) που θα επέτρεπαν την επιτόπια παρακολούθηση μικρορωγμών ή οποιασδήποτε άλλης μορφής</p> |

βλάβης. Για αυτό, η παραγωγή ενός σύνθετου υλικού με ιδιότητες αυτο-αίσθησης είναι μια αναγκαιότητα και αξίζει να διερευνηθεί το κατάλληλο υλικό που πρέπει να προστεθεί στη μήτρα συνδετικού υλικού. Τα νανοϊλικά με βάση τον άνθρακα μπορούν να θεωρηθούν ως ενδεικτικά για την αντιμετώπιση αυτού του ζητήματος λόγω προηγμένων ηλεκτρικών ιδιοτήτων. Μια αποδοτική στρατηγική για την ενσωμάτωση των νανοδομών με βάση τον άνθρακα στη μήτρα δομικών υλικών είναι η πρότερη διασπορά τους στο νερό της μίξης. Αυτό το πρόβλημα ήταν δύσκολο να ξεπεραστεί μέχρι στιγμής, όχι μόνο στην περίπτωση των σύνθετων υλικών με βάση το τσιμέντο αλλά και σε όλες τις εφαρμογές, καθώς τα νανοσωματίδια τείνουν να συσσωματώνονται λόγω ισχυρών διαμοριακών δυνάμεων. Η επιβολή ενέργειας υπερήχων είναι μια μέθοδος που εφαρμόζεται για την ενίσχυση της διασποράς, ενώ η χημική τροποποίηση είναι ένας άλλος τρόπος για την αποφυγή δημιουργίας συσσωματωμάτων. Το επόμενο βήμα της παρούσας έρευνας επικεντρώνεται στη διερεύνηση των υδατικών διασπορών νανοϊλικών με βάση τον άνθρακα, ως το πρώτο βήμα για την παραγωγή νανوسύνθετων υλικών. Μελετώνται πέντε διαφορετικές τροποποιημένες νανοδομές, συμπεριλαμβανομένων τριών τροποποιημένων δομών γραφενίου και δύο τροποποιημένων νανοσωλήνων άνθρακα. Στόχος είναι η ανάπτυξη ενός πρωτοκόλλου για γρήγορη αξιολόγηση και ποσοτικοποίηση των διασπορών. Οι διασπορές μελετώνται μέσω φασματοσκοπίας ηλεκτρικής εμπέδηση (EIS) με τη χρήση διηλεκτρικού αισθητήρα. Η καινοτομία έγκειται στην εκμετάλλευση ενός μικρού αισθητήρα για επιτόπιες άμεσες μετρήσεις με την εφαρμογή εναλλασσόμενου ρεύματος. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι χαμηλές συγκεντρώσεις νανοδομών οδηγούν σε υψηλές τιμές σύνθετης αντίστασης, καθώς δεν έχει διαμορφωθεί το αγωγίμο δίκτυο νανοδομών. Βρέθηκαν δυο μηχανισμοί που λαμβάνουν χώρα κατά την επιβολή ενέργειας υπερήχων: θραύση των συσσωματωμάτων που διευκολύνει τη ροή του ηλεκτρικού ρεύματος λόγω του σχηματισμού ενός καλύτερα διασκορπισμένου δικτύου, αλλά ταυτόχρονα καταστρέφεται η επιφανειακή υδρόφιλη δομή του των τροποποιημένων νανοδομών. Προτείνεται επομένως η παρασκευή διασπορών σε μια ενδιάμεση συγκέντρωση νανοδομών (περίπου 0,15 % κ.β. των συνδετικών υλικών), με επιβολή ενέργειας υπερήχων 30 έως 65 kJ. Μετά τον προσδιορισμό του κατάλληλου συνδυασμού συγκέντρωσης και ενέργειας υπερήχων, οι πέντε νανοδομές ενσωματώνονται σε δύο διαφορετικές πάστες με βάση τον ασβέστη, με στόχο την ανάπτυξη των τελικών σύνθετων υλικών με ικανότητες αυτο-αίσθησης. Η πρώτη μήτρα δομικών υλικών αποτελείται από φυσική υδραυλική ασβεστο και μετακαολίνη (ποζολανικό υλικό), ενώ το δεύτερο αποτελείται από αερίκο ασβέστη, μετακαολίνη και τσιμέντο. Οι μηχανικές και ηλεκτρικές ιδιότητες των νανوسύνθετων υλικών που αναπτύχθηκαν εξετάστηκαν και συγκρίθηκαν με τις αντίστοιχες ιδιότητες των υλικών αναφοράς. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ενσωμάτωση όλων των τύπων νανοϊλικών οδηγεί σε σημαντική βελτίωση των ηλεκτρικών ιδιοτήτων. Σχετικά με την πιεζοαγωγιμική απόκριση, η υψηλότερη απόκριση σημειώθηκε κατά την ενσωμάτωση καρβοξυλιωμένου γραφενίου στη σύνθεση ασβέστη-ποζολάνης-τσιμέντου. Συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε 70% μείωση στην ηλεκτρική αντίσταση στη διάρκεια φορτίσεων/αποφορτίσεων στο 50% της θλιπτικής αντοχής. Εξετάστηκε επίσης η βιωσιμότητα της παραγωγής νανοδομών άνθρακα. Εξετάστηκαν παράμετροι όπως το κόστος παρασκευής, το περιβαλλοντικό αποτύπωμα και οι μηχανικές ιδιότητες, ώστε να επιλεγεί μια βιώσιμη νανοδομή άνθρακα για την ενίσχυση των υλικών με βάση τον ασβέστη (απόφαση με πολλαπλά κριτήρια). Υιοθετήθηκε μια μεθοδολογία εκτίμησης κόστους και περιβαλλοντικού αποτυπώματος για τις πέντε διαδικασίες επιφανειακής χημικής τροποποίησης των νανοδομών άνθρακα σε εργαστηριακή κλίμακα και τα αποτελέσματα ερμηνεύτηκαν λαμβάνοντας υπόψη την αντίστοιχη βελτίωση των μηχανικών ιδιοτήτων.

## Abstract

Structural integrity and safety are among the most important criteria dictating the design of interventions and the selection of restoration materials for Cultural Heritage Monuments. After the interventions, continuous structural health monitoring of the restored structures is of crucial importance. In this direction, the classic approach is based on the use of suitable sensors, properly attached to strategic points of the restored structural elements. An alternative approach is the exploitation of restoration materials which exhibit piezoresistive characteristics. In this context, the target of the present thesis is the incorporation of carbon-based nanomaterials into restoration materials to produce composite materials with piezoresistive properties. Lime-based binders have been extensively used for restoration interventions and have successfully addressed different performance and compatibility requirements. Lime (aerial or hydraulic) is commonly used in combination with pozzolanic admixtures or cement, to comply with both chemical/mineralogical and mechanical compatibility criteria. The first step of the present research is the production of binder matrices with tailored mechanical properties according to compatibility criteria. Mechanical properties of several lime/metakaolin binders and lime/ cement binders were collected from the literature to establish approximations correlating the binder composition to the mechanical response. The proposed approximations can be used as guidelines for facilitating the design of conservation binders based on mechanical compatibility and binder composition parameters according to the requirements of the individual project. It must be noted that the composition of the restoration binder depends strongly on the requirements of each specific restoration project. Nevertheless, regardless of the binder composition, the restoration materials do not possess sensing properties that would allow on-site monitoring of micro-cracking or any other form of damage. To this end, the production of a composite material possessing self-sensing properties is a necessity and it is worth investigating the proper additional material that must be added in the binder matrix. Carbon-based nanomaterials can be considered as candidates to address this issue, as they possess advanced electrical properties. Possibly the best strategy to incorporate the CBNs into the binder matrix is the prior (appropriate) dispersion of the nanomaterials in the mixing water with cement. This task has been challenging to overcome so far, not only in the case of cement-based composites but also in all CBN applications, since the nanoparticles tend to agglomerate in solutions. Ultrasonication is by far the most preferred method to enhance dispersion, while chemical functionalisation is another way to prevent agglomeration phenomena. The next step of the present research focuses on the investigation of aqueous dispersions of carbon-based nanomaterials as the first step to produce nanocomposites. Five different modified nanostructures are studied, including three modified graphene structures (Graphene Oxide, Reduced Graphene Oxide, Carboxylated Graphene) and two modified carbon nanotubes (Carboxylated Nanotubes, Sulfonated Nanotubes). The target is to establish a protocol for quick evaluation and quantification of the dispersions is proposed. The dispersions are studied via electrical impedance spectroscopy (EIS) with an impedance sensor. The novelty lies on the exploitation of a small sensor for on-site (field) direct dielectric measurements with the application of alternating current. The results showed that low concentrations of nanostructures lead to high impedance values due to low-formed current network. Two opposing mechanisms were revealed during the accumulation of ultrasonic energy, which are taking place simultaneously: breakage of the agglomerates that facilitates the flow of the electric current due to the formation of a better dispersed network; nevertheless the surface hydrophilic structure is damaged by the high accumulated ultrasonic energy. An intermediate concentration of nanostructures is suggested (about 0.15 wt% of the binder materials) as appropriate for the specific application, ultrasonicated at approximately 30 to 65 kJ. The investigated methodology is highly novel and displays a high potential to be applied in-field applications where CBNs must be incorporated in building materials. After determining the appropriate combination of concentration and ultrasonic energy, the five nanostructures are incorporated in two different lime-based pastes, aiming at developing self-sensing binders that would be used for restoration applications. The first one consists

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
|                                      | of Natural Hydraulic Lime - Metakaolin (pozzolanic material), while the second one consists of Lime-Metakaolin-Cement. The mechanical and electrical properties of the newly-developed nano-composite pastes were examined and compared against the respective properties of a reference paste. The results showed that the incorporation of all types of nanomaterials leads to significant advancement of the electrical properties. The highest piezoresistive response was noted for the incorporation of carboxylated graphene in the lime-pozzolan-cement pastes led to 70% fractional change in electrical resistance was noticed under cyclic loading – unloading at a level of 50 % of the compressive strength. The sustainability of the the production of carbon-nanostructures was also examined. Aspects like manufacturing cost, environmental impact and mechanical properties were investigated to select a sustainable carbon nanostructure to reinforce lime-based mortars under different, multi-decision criteria. A quantitative cost assessment methodology was adopted for the five processes of surface modification of carbon nanostructures in laboratory-scale and the results were interpreted against the respective enhancement on the mechanical properties. |
| Εθνικό Αρχείο Διδακτορικών Διατριβών | <a href="https://www.didaktorika.gr/eadd/handle/10442/53017">https://www.didaktorika.gr/eadd/handle/10442/53017</a>  |

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Τίτλος διατριβής        | Ανάλυση της μηχανικής συμπεριφοράς συγκολλημένων αρμών με χρήση μικρο-μηχανικών χαρακτηριστικών<br>(Analysis of the mechanical behavior of welded joints using micro-mechanical characteristics)   |
| Ονοματεπώνυμο Διδάκτορα | Εξαμηλιώτη Θεανώ   |
| Επιβλέπων               | Νικόλαος Αλεξόπουλος, Καθηγητής  |
| Ημερομηνία Υποστήριξης  | 05/12/2022   |
| Γλώσσα Συγγραφής        | Αγγλική  |
| Περίληψη                | Την τελευταία δεκαετία, οι κατασκευαστές κραμάτων αλουμινίου εστιάζουν στην παραγωγή νέων κραμάτων αλουμινίου που να είναι ελαφρύτερα, με βελτιωμένες μηχανικές ιδιότητες καθώς και μπορούν να συγκολληθούν. Είναι γνωστό πως το δομικό βάρος των κραμάτων αλουμινίου μπορεί να μειωθεί με την προσθήκη του στοιχείου λίθιο (Li), καθώς είναι το ελαφρύτερο μεταλλικό χημικό στοιχείο. Η προσθήκη του Li σε μικρές περιεκτικότητες (< 2.0 κ.β%) επιτρέπει στα κράματα Al-Cu-Li τρίτης γενιάς να παρουσιάζουν υψηλές μηχανικές ιδιότητες και αυξημένη συμπεριφορά ανοχής στη βλάβη, σε σύγκριση με άλλα εμπορικά αεροναυπηγικά κράματα Al της σειράς 2xxx. Ταυτόχρονα, οι αεροδιαστημικές βιομηχανίες επικεντρώνουν την έρευνά τους σε αποτελεσματικές τεχνικές σύνδεσης όπως η συγκόλληση με τήξη, για την περαιτέρω μείωση του δομικού βάρους καθώς και για μείωση του κόστους κατασκευής. Η συγκόλληση με δέσμη λέιζερ ως τεχνική σύνδεσης έχει ήδη καθιερωθεί στη βιομηχανία αεροσκαφών, π.χ. για τις χαμηλότερες δομές της |

ατράκτου, λόγω της υψηλότερης αντοχής λυγισμού και του χαμηλότερου βάρους, σε σύγκριση με την συμβατική μέθοδο σύνδεσης με ηλώσεις. Η ανάπτυξη συγκολλησίμων κραμάτων Al-Cu-Li τρίτης γενιάς, όπως το AA2198, προσφέρει νέες δυνατότητες για εξαιρετικά πολύπλοκες εφαρμογές σε δομές αεροσκαφών. Η χρήση συγκόλλησης με τήξη, όπως η συγκόλληση με δέσμη λέιζερ, σε καινοτόμα κράματα Al-Cu-Li, είναι μια πολλά υποσχόμενη μέθοδος συγκόλλησης λόγω των ης υψηλής δομικής απόδοσης. Στόχος της παρούσας Διδακτορικής Διατριβής είναι η μεθοδική διερεύνηση και επίλυση των προβλημάτων συγκολλησιμότητας του κράματος Al-Cu-Li 2198. Ιδιαίτερη προσοχή δίδεται στις παραμέτρους των διαδικασιών συγκόλλησης με δέσμη λέιζερ για τη μείωση των δομικών σφαλμάτων καθώς και των γεωμετρικών ατελειών της ραφής της συγκόλλησης προκειμένου να αυξηθούν οι μηχανικές ιδιότητες της συγκόλλησης. Οι τοπικές μηχανικές ιδιότητες της ραφής της συγκόλλησης του κράματος Al-Cu-Li 2198 με δέσμη λέιζερ υπολογίστηκαν για τις διαφορετικές ζώνες της ραφής συγκόλλησης (πρόσωπο με πρόσωπο) με τη κατασκευή δοκιμών εφελκυσμού μικρής κλίμακας και το επακόλουθο δομικό τους έλεγχο. Οι τοπικές εφελκυστικές ιδιότητες της ραφής συγκόλλησης χρησιμοποιήθηκαν ως πρωτογενή δεδομένα στο αριθμητικό μοντέλο που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της Διατριβής, προκειμένου να προβλεφθεί η εφελκυστική μηχανική συμπεριφορά των συγκολλήσεων. Ο τελικός στόχος αυτής της Διατριβής είναι να ενισχύσει τις γνώσεις και τις δυνατότητες εφαρμογής του συγκολλημένου κράματος AA2198 με δέσμη λέιζερ, ώστε να γίνει πιο εύχρηστο στον βιομηχανικό τομέα. Το πρώτο μέρος της Διατριβής εστιάζει στις πτυχές συγκολλησιμότητας του εν λόγω κράματος, διερευνώντας διαφορετικές παραμέτρους ελέγχου της συγκόλλησης με δέσμη λέιζερ με και χωρίς τη χρήση κατάλληλου υλικού πλήρωσης της ραφής της συγκόλλησης. Οι βέλτιστες παράμετροι διεργασίας οδηγούν στη μείωση των δομικών ελαττωμάτων, όπως το επίπεδο του πορώδους, τις θερμικές ρωγμές και τις γεωμετρικές ατέλειες, όπως η υπο-πλήρωση και το τρέξιμο του μετάλλου. Επιπρόσθετα, πραγματοποιήθηκε θερμική κατεργασία μετά τη συγκόλληση, τόσο σε αυτογενείς όσο και σε μη-αυτογενείς συγκολλήσεις, για τη διερεύνηση της επίδρασης της τεχνητής γήρανσης στις εφελκυστικές μηχανικές ιδιότητες των συγκολλήσεων. Το δεύτερο μέρος της Διατριβής επικεντρώνεται στον χαρακτηρισμό των τοπικών μηχανικών ιδιοτήτων μη-αυτογενών συγκολλήσεων από κράμα AA2198 με τη χρήση υλικού πλήρωσης Al-Si. Για το σκοπό αυτό, δοκίμια μικρο-εφελκυσμού εξήχθησαν από τη ζώνη τήξης και την θερμικά επηρεαζόμενη ζώνη και τα αποτελέσματα εφελκυσμού συσχετίστηκαν με τις αντίστοιχες μετρήσεις σκληρότητας. Τα αποτελέσματα χαρακτηρισμού έδειξαν ότι η χημική σύνθεση του υλικού πλήρωσης επηρεάζει τις τοπικές μηχανικές ιδιότητες στο βάθος της ζώνης τήξης, με ως αποτέλεσμα την διαβάθμιση των τιμών του ορίου διαρροής και της εφελκυστικής αντοχής κατά το ύψος της ραφής συγκόλλησης. Τα πειραματικά αποτελέσματα χρησιμοποιήθηκαν ως πρωτογενή δεδομένα εισόδου σε ένα λεπτομερές τρισδιάστατο παραμετρικό μοντέλο πεπερασμένων στοιχείων της ζώνης συγκόλλησης. Το μοντέλο πεπερασμένων στοιχείων αναπτύχθηκε προκειμένου να αξιολογηθεί η επίδραση των γεωμετρικών παραμέτρων, όπως η γεωμετρία της συγκόλλησης και οι γεωμετρικές ατέλειες της στα αναπτυγμένα πεδία τάσης και παραμόρφωσης στη συγκολλημένη άρθρωση υπό αξονική εφελκυστική φόρτιση. Το προτεινόμενο μοντέλο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένα ισχυρό εργαλείο για τη γρήγορη πρόβλεψη της μηχανικής συμπεριφοράς εφελκυσμού συγκολλημένων δομών αεροσκαφών.

## Abstract

The last decade's trend of aluminum alloy producers, is to manufacture new aluminum alloys that are even lighter, have improved mechanical properties as well as to have the ability to be welded. The structural weight of aluminum alloys can be reduced by adding lithium, since Li is the least dense metallic element. Third generation Al-Cu-Li alloys are highly promising materials with improved mechanical properties and damage tolerance behavior compared to other commercially available 2xxx series Al alloys. These alloys have already been established as structural materials for aerospace applications mainly because of the reduced density

and increased specific strength. Next to new, lightweight alloys, aerospace industries focused on efficient joining techniques such as fusion welding, for a further structural weight reduction as well as for a decrease of the manufacturing costs. Laser beam welding as a joining technique is already established in the aircraft industry, e.g., for lower fuselage structures, due to higher buckling strength and lower weight, when compared to conventional riveting. The development of weldable third-generation Al-Cu-Li alloys, such as AA2198 offers new possibilities for highly complex applications in aircraft structures. The use of fusion welding such as laser beam welding in Al-Cu-Li alloys presents a promising method due to the high structural efficiency. The aim of this Doctoral Thesis is to methodically investigate and solve the weldability problems of Al-Cu-Li 2198 alloy. Special attention is given to the laser beam welding process parameters to reduce the structural defects as well as the geometrical imperfections of the welded joints in order to increase the mechanical properties. The local mechanical properties of the laser beam welded joints of Al-Cu-Li 2198 alloy were also studied; they were used as an input in a numerical model in order to predict the evolution of the global flow stress-strain curve of the welded joint. The final aim of this thesis is to enhance the knowledge and application capabilities of laser beam welded AA2198 alloy, to make it more usable in the industrial field. The first part of the thesis focuses on the weldability aspects of the alloy by investigating different laser beam process parameters with and without the use of appropriate filler material. The optimal process parameters lead to the reduction of structural defects such as porosity level, hot-cracking and geometrical imperfections such as underfill and root reinforcement. Additionally, post welding heat treatment was applied on both autogenous and non-autogenous joints to investigate the effect of artificial ageing on the mechanical properties of welded sheets. The second part of the thesis focus on the characterization and prediction of the local mechanical properties of non-autogenous welded joints of AA2198 alloy with the use of Al-Si filler wire. For this purpose, micro-flat tensile specimens were extracted from the fusion zone and heat-affected zone and the tensile test results were associated with the respective hardness measurements. The characterization results showed that the chemical composition of the filler wire affects the local mechanical properties in the depth of the fusion zone with a decrease in yield strength from the radiation exposure side to the weld root side. The experimental results were used as input to a detailed three-dimensional parametric finite element model of the welded joint to evaluate the effect of geometric parameters like the weld geometry and geometrical imperfections on the developed stress and strain fields in the welded joint under axial tensile loading. The proposed model can be used as a powerful tool for the fast prediction of the tensile mechanical behavior of welded aircraft structures.

Εθνικό Αρχείο  
Διδακτορικών  
Διατριβών

<https://www.didaktorika.gr/eadd/handle/10442/53505>

Τίτλος διατριβής

Διερεύνηση της υποβάθμισης λόγω διάβρωσης αεροναυπηγικών κραμάτων αλουμινίου-χαλκού και αλουμινίου-χαλκού-λιθίου  
(Investigation of corrosion-induced degradation of aeronautical aluminum-copper and aluminum-copper-lithium alloys)

Όνοματεπώνυμο  
Διδάκτορα

Χαραλαμπίδου Μαργαρίτα-Χριστίνα

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| <b>Επιβλέπων</b>              | Νικόλαος Αλεξόπουλος, Καθηγητής  |
| <b>Ημερομηνία Υποστήριξης</b> | 14/12/2022   |
| <b>Γλώσσα Συγγραφής</b>       | Αγγλική  |
| <b>Περίληψη</b>               | <p>Η διάβρωση είναι μία από τις σημαντικότερες βλάβες που συναντώνται στις δομές των αεροσκαφών, μειώνοντας σημαντικά την δομική τους ακεραιότητα. Η συσσωρευμένη διάβρωση στα γηράσκοντα αεροσκάφη μπορεί να οδηγήσει σε πρόωρη αστοχία των δομικών μερών τους λόγω της συνέργειάς της με άλλες μορφές βλαβών, όπως είναι οι ρηγματώσεις λόγω κόπωσης. Οι αυξανόμενες απαιτήσεις των αεροναυπηγικών βιομηχανιών για μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και αύξηση του ωφέλιμου φορτίου οδήγησε τους μηχανικούς υλικών στην ανάπτυξη υλικών χαμηλού βάρους με βελτιωμένες μηχανικές ιδιότητες. Έτσι, πραγματοποιήθηκε η ανάπτυξη των κραμάτων Al-Cu-Li τρίτης γενιάς. Μερικά από τα πλεονεκτήματά τους που τα καθιστούν προτιμότερα από τα συμβατικά κράματα αλουμινίου Al-Cu είναι η χαμηλή πυκνότητα, η βελτιωμένη ειδική αντοχή, η υψηλή αναλογία ακαμψίας προς βάρος και η καλή αντοχή στη διάβρωση. Ωστόσο, είναι πολύ σημαντικό όλα τα δομικά στοιχεία του αεροσκάφους να αντέχουν σε διαβρωτικά περιβάλλοντα, ενώ συνεχίζουν να αποδίδουν στα βέλτιστα επίπεδα μετά από μακροχρόνια λειτουργία (προσομοίωση φυσικής γήρανσης). Οι θερμομηχανικοί μετασχηματισμοί που προκαλούνται από τη γήρανση των αεροσκαφών επηρεάζουν σημαντικά τη συμπεριφορά τους σε διάβρωση, με την υποβάθμιση λόγω διάβρωσης να είναι μη αναστρέψιμη σε αντίθεση με την υποβάθμιση των μηχανικών ιδιοτήτων που μπορεί να είναι αναστρέψιμη με ειδικές επεξεργασίες. Επομένως, είναι σημαντικό να εντοπιστούν οι μηχανισμοί υποβάθμισης λόγω διάβρωσης στα αεροσκάφη, ώστε να αναπτυχθούν μέθοδοι αντιδιαβρωτικής προστασίας και να ενισχυθεί η δομική ακεραιότητα των αεροσκαφών. Η παρούσα διατριβή στοχεύει στον εντοπισμό των μηχανισμών υποβάθμισης λόγω διάβρωσης των κραμάτων Al-Cu 2024 και Al-Cu-Li 2198 και στην συσχέτιση τους με την επαγόμενη από τη διάβρωση υποβάθμιση των μηχανικών ιδιοτήτων. Μεγαλύτερη έμφαση δίνεται στην ολκιμότητα, η οποία προσδιορίζεται από την παραμόρφωση θραύσης Af. Σύγκριση των κραμάτων Al-Cu με τα καινοτόμα κράματα Al-Cu-Li πραγματοποιείται σε όλη τη Διατριβή, προκειμένου να αναδειχθεί η υπεροχή των κραμάτων Al-Cu-Li και να δικαιολογηθεί η αντικατάσταση των συμβατικών κραμάτων Al-Cu από αυτά στις δομές των αεροσκαφών. Για την εξαγωγή αυτών των πληροφοριών πραγματοποιήθηκε έκθεση δειγμάτων σε διαφορετικά διαβρωτικά περιβάλλοντα και διερευνήθηκαν τόσο η κινητική της διάβρωσης όσο και οι εναπομένουσες μηχανικές ιδιότητες μέσω δοκιμών εμβάπτισης, ηλεκτροχημικών δοκιμών (φασματοσκοπία ηλεκτροχημικής εμπέδησης-EIS, ποτενσιοδυναμική πόλωση), μικροσκοπικών αναλύσεων, μεταλλογραφιών (π.χ οπτική μικροσκοπία, στερεοσκοπική ανάλυση, ηλεκτρονική μικροσκοπία σάρωσης-SEM, ηλεκτρονική μικροσκοπία μετάδοσης-TEM, μικροσκοπική τομογραφία ακτίνων Χ-ΧCT) καθώς και μηχανικών δοκιμών (εφελκυσμός, κόπωση, δυσθραυστότητα). Διαφορετικοί μηχανισμοί ευθραυστότητας/ψαθυροποίησης παρατηρήθηκαν στα διαφορετικά διαβρωτικά διαλύματα τόσο για τα κράματα Al-Cu όσο και για τα κράματα Al-Cu-Li. Η ψαθυροποίηση των οριών των κόκκων ήταν εμφανής σε δείγματα που εκτέθηκαν σε διάλυμα EXCO, το οποίο οδηγεί σε σχηματισμό δευτερογενών ρωγμών, ενώ περικρυσταλλική και ενδοκρυσταλλική διάβρωση παρατηρήθηκε στο διάλυμα 3,5 wt. % NaCl. Η διάβρωση υποβαθμίζει το κράμα 2024-T3 σε υψηλότερο επίπεδο και ρυθμό σε σύγκριση με το</p> |

2198-T8, όσον αφορά τις μηχανικές ιδιότητες εφελκυσμού, σε μεγάλους χρόνους έκθεσης όπου λαμβάνει χώρα ο μηχανισμός διάβρωσης με σπές. Όσον αφορά την παραμόρφωση θραύσης, το 2024-T3 βρέθηκε να υποβαθμίζεται με πολύ υψηλότερο ρυθμό ακόμη και σε μικρούς χρόνους έκθεσης όπου η ψαθυροποίηση λόγω διάχυσης υδρογόνου είναι ο κυρίαρχος μηχανισμός υποβάθμισης. Στο κράμα 2024-T3 παρατηρήθηκε συνέργεια των μικρο-ρωγμών λόγω διάβρωσης και της ψαθυροποίησης λόγω διάχυσης υδρογόνου. Η ψαθυροποίηση λόγω διάχυσης υδρογόνου σε δείγματα 2024-T3 που διαβρώθηκαν και στις δύο επιφάνειες οδηγεί σε περίπου 27% μείωση της ολκιμότητας (Af). Διαφορετικοί μηχανισμοί υποβάθμισης παρατηρήθηκαν στους διαφορετικούς χρόνους διάβρωσης και τις διαφορετικές επιφάνειες των κραμάτων. Το βάθος των μικρο-ρωγμών αυξάνεται με την αύξηση του χρόνου διάβρωσης και για τα διαβρωμένα δοκίμια μονής όψης (διάβρωση σε μία πλευρά/επιφάνεια) είναι ουσιαστικά υψηλότερο από τα διαβρωμένα δείγματα αμφίπλευρης όψης. Διάβρωση με σπές παρατηρήθηκε και στις δύο επιφάνειες του κράματος 2198-T351 στους μικρούς χρόνους έκθεσης, ενώ δύο περιπτώσεις βλάβης παρατηρήθηκαν στους μεγάλους χρόνους ( $\geq 24$  ώρες): α) ο σχηματισμός επιφανειακών ρωγμών λόγω διάβρωσης στις μικρές πλευρικές επιφάνειες μαζί με διάβρωση αποφλοίωσης στις μεγάλες επιφάνειες λόγω αποκόλλησης των ορίων των κόκκων και β) συσσωρευμένα προϊόντα διάβρωσης στις μεγάλες επιφάνειες. Όσον αφορά το κράμα 2024-T3, διάβρωση με σπές εντός των ορίων των κόκκων εντοπίστηκε στους μικρούς χρόνους έκθεσης, ενώ η σύνδεση των μικρο-ρωγμών λόγω διάβρωσης ήταν ο κυρίαρχος μηχανισμός υποβάθμισης στους μεγάλους χρόνους έκθεσης. Το κράμα 2024 βρέθηκε να είναι πιο ευαίσθητο στη διάβρωση των πλευρικών επιφανειών, όπου παρατηρήθηκε συμβολή περίπου 60% στη συνολική μείωση της Af για μικρούς χρόνους έκθεσης, ενώ η συσσωρευμένη διάβρωση στις μεγάλες επιφάνειες (L/LT) είναι πιο κρίσιμη στη μείωση της ολκιμότητας για το κράμα Al-Cu-Li 2198. Το 2024 επηρεάζεται σημαντικά από τους μετασχηματισμούς της μικροδομής λόγω τεχνητής γήρανσης, καθώς τόσο η ηλεκτροχημική του συμπεριφορά όσο και οι εναπομένουσες μηχανικές ιδιότητες σε διαφορετικές καταστάσεις γήρανσης παρουσίασαν υψηλές διαφορές, με τα δείγματα στην κατάσταση μέγιστης γήρανσης (PA) να είναι λιγότερο ευαίσθητα στην εξέλιξη της διάβρωσης. Ωστόσο, αυτό δεν ισχύει για το 2198. Το κράμα 2198 φαίνεται να είναι πιο ανθεκτικό στη διάβρωση.

## Abstract

Corrosion is one of the major damage problems met in aircraft structures that can significantly affect its structural integrity. Accumulated corrosion damage on ageing aircrafts may lead to premature failure of the aircraft components due to interactions with other forms of damage such as fatigue cracks. The increasing demand of aeronautic industries for reduction of energy consumption and increase in payload led the material engineers to the development of light-weight materials with improved mechanical properties in several parts of the aircraft structure. Thus, the development of third generation Al-Cu-Li alloys took place. Some of their advantages that make them preferable than conventional Al-Cu aluminium alloys are the low density, improved specific strength, high stiffness to weight ratio and good corrosion resistance. However, it is of major importance for all aircraft structural components to withstand corrosive environments while continuing to perform at optimum levels after long-term operation (simulating natural ageing). The ageing-induced thermomechanical transformations in old aircrafts significantly influence their corrosion behaviour with the corrosion-induced degradation to be irreversible unlike mechanical properties degradation which can be reversible with special treatments. Hence, it is crucial to identify the corrosion degradation mechanisms on aircrafts in order to give feedback for the development of anti-corrosion protection methods and enhance aircrafts structural integrity. The present Thesis aims to identify the corrosion-induced degradation mechanisms of Al-Cu and Al-Cu-Li alloys and correlate these mechanisms with corrosion-induced degradation of mechanical properties. Higher emphasis is given on ductility which is evaluated through elongation at fracture Af. Comparison of Al-Cu against Al-Cu-Li alloys is performed during the whole

Thesis in order to highlight the potential of Al-Cu-Li alloys and justify the replacement of Al-Cu alloys in aircraft structures. Towards these objectives exposure of specimens to different corrosive environments was performed and both the corrosion kinetics as well as the residual mechanical properties were investigated through immersion tests, electrochemical tests (electrochemical impedance spectroscopy-EIS, potentiodynamic polarization), microscopic examinations (e.g., light optical microscopy, stereoscopical analysis, scanning electron microscopy-SEM, transmission electron microscopy-TEM, micro X-ray computed tomography-XCT) and mechanical tests (tensile, fatigue, fracture toughness). Different embrittlement mechanisms were noticed for the different corrosive solutions for both Al-Cu and Al-Cu-Li alloys. Grain boundary embrittlement was evident at specimens exposed to EXCO solution, which lead to secondary cracking formation, while intergranular and transgranular corrosion were present at 3.5 wt. % NaCl solution. Corrosion degrades all aspects of the tensile behaviour of AA2024-T3 at a higher level and rate compared to the respective degradation of AA2198-T8 at long exposure times, where pitting corrosion mechanism takes place. Regarding elongation at fracture, AA2024-T3 was found to degrade at much higher rates even at short exposure times where hydrogen embrittlement is possibly the dominant degradation mechanism. Synergetic effect of micro-cracks and hydrogen embrittlement was revealed in Al-Cu 2024-T3 alloy. Hydrogen embrittlement on AA2024-T3 specimens corroded on both surfaces was found to contribute to approximately 27% of the ductility (Af) decrease while micro-crack formations to the rest 73%. Different corrosion attack mechanisms were noticed for the different exposure times and the different surfaces of the alloys. Depth of micro-cracks increases with increasing exposure time to exfoliation corrosion (EXCO) solution and for the single-sided corroded specimens of AA2024-T3 this depth is essentially higher than for the respective half-corrosion exposure time for the both-sided corroded specimens. Pitting corrosion on both surfaces of Al-Cu-Li 2198-T351 alloy was noticed for the short exposure times while two cases of corrosion damage were noticed for long exposure time ( $\geq 24$  hours): a) the formation of corrosion-induced surface cracks on the small side-surfaces along with transition to exfoliation on the large surfaces due to grain boundaries delamination and b) the accumulated corrosion products on the large surfaces. Regarding Al-Cu 2024-T3 alloy, pitting corrosion within grain boundaries was evident for short exposure times, while connection of corrosion-attacked sites along with cracking between the grains, was the dominant corrosion degradation mechanism for long exposure times. AA2024 was found to be more sensitive to side-surfaces corrosion attack, where a contribution of approximately 60% to the total Af decrease was noticed for short exposure times, while accumulated corrosion on large surfaces (L/LT) is more critical in ductility decrease regarding Al-Cu-Li 2198 alloy. AA2024 showed high responsiveness to microstructural transformations due to artificial ageing heat-treatments since both the electrochemical behaviour and the mechanical properties of the different ageing tempers exhibited high differences, with the peak-aged (PA) specimens to be less susceptible to corrosion evolution. However, this was not the case for AA2198 where no notable differences between the different ageing tempers were observed regarding corrosion propagation. In general, the advanced Al-Cu-Li 2198 alloy seems to be more corrosion resistant than Al-Cu 2024 both in terms of charge transfer resistance and Af reduction rates; however, this superiority is more intense in short exposure times where slight pitting formation takes place.

Εθνικό Αρχείο  
Διδακτορικών  
Διατριβών

<https://www.didaktorika.gr/eadd/handle/10442/53504>

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| <b>Τίτλος διατριβής</b>        | <b>Εκτίμηση - κατάταξη της σεισμικής τρωτότητας των εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων και διερεύνησή της ως προς τη ρύπανση εδαφικών και υδατικών πόρων<br/>(Estimation - classification of the seismic vulnerability of wastewater treatment plants and its investigation in terms of the pollution of soil and water resources)</b>  |
| <b>Όνοματεπώνυμο Διδάκτορα</b> | Κέρπελης Πλούταρχος   |
| <b>Επιβλέπων</b>               | Σπυρίδων Γκολφινόπουλος, Καθηγητής  |
| <b>Ημερομηνία Υποστήριξης</b>  | 24/10/2023  |
| <b>Γλώσσα Συγγραφής</b>        | Ελληνική  |
| <b>Περίληψη</b>                | <p>Η παρούσα διατριβή επιλύει το πρόβλημα της ταχείας εκτίμησης της σεισμικής τρωτότητας σε Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων (ΕΕΛ) και προτείνει κατάλληλη πρωτότυπη μεθοδολογία μέσω διερεύνησης των μεταβλητών που την επηρεάζουν, χρησιμοποιώντας την ποιοτική ανάλυση με τη μέθοδο της «κρίσης των ειδικών». Παγκοσμίως, η εκτίμηση της τρωτότητας των κατασκευών είναι ένα δυσεπίλυτο ζήτημα, λόγω της πολυπαραμετρικότητας των μεταβλητών που συμμετέχουν. Οι μέχρι σήμερα τρόποι εύρεσης της σεισμικής τρωτότητας επικεντρώνονται σε χρονοβόρες αναλυτικές μελέτες και διαδικασίες για συγκεκριμένες κατασκευές και εγκαταστάσεις. Στην Ελλάδα, εμπειρικές μέθοδοι όπως η εκτίμηση της δομικής τρωτότητας μέσω ταχέως οπτικού ελέγχου των Δημοσίων και κοινωφελούς χρήσης κτιρίων πραγματοποιείται με πολύ βραδείς ρυθμούς. Η εκτίμηση της τρωτότητας των ΕΕΛ, άλλων κρίσιμων εγκαταστάσεων αλλά και ιδιωτικών κτιρίων είναι ανύπαρκτη και ελλιπής. Η έρευνα αναδεικνύει την απαίτηση ύπαρξης μεθοδολογίας για την ταχεία εκτίμηση της σεισμικής τρωτότητας των ΕΕΛ. Σκοπός της διατριβής είναι ο προσεισμικός έλεγχος και η εκτίμηση της σεισμικής τρωτότητας των ΕΕΛ ως προς την μετασεισμική απόκρισή τους. Απώτερος σκοπός είναι η επαύξηση της ανθεκτικότητας έναντι σεισμικών καταστροφών, η καλή λειτουργία των συστημάτων επεξεργασίας και η διατήρηση της Δημόσιας Υγείας και Ασφάλειας. Η πρωτοτυπία της διατριβής έγκειται στη δημιουργία ταχείας μεθοδολογίας ποιοτικής εκτίμησης της σεισμικής τρωτότητας των ΕΕΛ με βάση την «κρίση των ειδικών», η οποία εμπεριέχει την ανάδειξη των σημαντικότερων μεταβλητών σεισμικής τρωτότητας (και των συντελεστών βαρύτητας αυτών) μετά από βιβλιογραφική και πιλοτική έρευνα. Δημιουργήθηκε και χορηγήθηκε πρωτότυπο Ερωτηματολόγιο Σεισμικής Τρωτότητας (Ερωτηματολόγιο ΣΤ) σε 116 Υπεύθυνους-Λειτουργούς ΕΕΛ (Δείγμα 1). Η προσέγγιση της μεθοδολογίας είναι εμπειρική καθώς βασίζεται στη διερεύνηση της εκτίμησης των Υπευθύνων-Λειτουργών ΕΕΛ για τη σεισμική τρωτότητα των εγκαταστάσεών τους. Όλες οι σεισμικές τρωτότητες που εξετάζονται αφορούν αποκλειστικά το χώρο των εγκαταστάσεων, και εστιάζουν στη Δομική Τρωτότητα (ΔΤ), στη Μη Δομική Τρωτότητα (ΜΔΤ) και στη Λειτουργική Τρωτότητα (ΛΤ). Εξετάζονται δε όλα τα στάδια επεξεργασίας των λυμάτων με βάση παραδοχές που υιοθετήθηκαν. Παρουσιάζονται οι δυνατότητες της μεθοδολογίας με την εξειδίκευσή της ως προς τη διερεύνηση και εκτίμηση της σεισμικής τρωτότητας των ΕΕΛ, η οποία δυνητικά μπορεί να προκαλέσει ρύπανση του εδάφους και των</p> |

υδάτων (PEY), ενώ εκτιμάται επίσης η χρονική διασπορά των ρύπων, εντός 24 ωρών μετασεισμικά. Η στόχευση εμπεριέχει επίσης την αναζήτηση της κατηγορίας των «ειδικών» οι οποίοι οφείλουν να συμμετέχουν στην έρευνα (για την καλύτερη αξιοπιστία της). Για τη διερεύνηση των καταλληλότερων «ειδικών» οι οποίοι οφείλουν να συμμετέχουν στη έρευνα θεωρήθηκε ένα αντίστοιχο ερωτηματολόγιο με την ονομασία Τυποποιημένη Έκθεση Σεισμικής Τρωτότητας (TEΣΤ), πανομοιότυπο με το Ερωτηματολόγιο ΣΤ. Η TEΣΤ είχε ως αποδέκτες το Δείγμα 2 των 118 Μελετητών-Ελεγκτών για τις Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ) των ΕΕΛ. Σε κάθε περίπτωση η στατιστική επεξεργασία περιελάμβανε την περιγραφική στατιστική με τη δημιουργία στατιστικών διαγραμμάτων, αθροιστικές συχνότητες, την εύρεση του Δείκτη Σεισμικής Τρωτότητας (ΔΣΤ) για το Δείγμα 1 και το αντίστοιχο του για την TEΣΤ (TEΣΤ/ΔΣΤ) της κάθε ΕΕΛ. Μετέπειτα δημιουργήθηκε η Κλίμακα Σεισμικής Τρωτότητας (ΚΣΤ) για το Δείγμα 1 και η αντίστοιχή του για την TEΣΤ (TEΣΤ/ΚΣΤ) για το Δείγμα 2 των ΕΕΛ. Πραγματοποιήθηκαν όλοι οι δυνατοί συνδυασμοί των αποτελεσμάτων του Ερωτηματολογίου ΣΤ και TEΣΤ (δηλ. των επιμέρους ΔΣΤ και των ΚΣΤ τους). Εξετάσθηκε επίσης η περίπτωση δυνητικής μετασεισμικής PEY με βάση τα πλασματικά Ερωτηματολόγια PEY και TEΣΤ-PEY με την εύρεση των ΔΣΤ-PEY, και TEΣΤ/ΔΣΤ-PEY καθώς και των αντίστοιχων ΚΣΤ-PEY και TEΣΤ/ΚΣΤ-PEY. Ως προς την αξιοπιστία της μεθοδολογίας, ελέγχθηκε η συσχέτιση των αποτελεσμάτων Ερωτηματολογίου ΣΤ και TEΣΤ (καθώς και αντίστοιχα για PEY). Πραγματοποιήθηκαν συσχετίσεις των αποτελεσμάτων Ερωτηματολογίου ΣΤ με ένα επιπλέον χορηγηθέν Ερωτηματολόγιο Επανεκτίμησης από 40 αποδέκτες, με υπάρχουσες καμπύλες τρωτότητας κατά HAZUS-MH, Panico et al., και Syner-G (για Ελληνικές ΕΕΛ), μετά από ομαδοποιήσεις ΕΕΛ (σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά τους είτε με βάση την αναμενόμενη επιτάχυνση εδάφους του Χάρτη Σεισμικής Τρωτότητας (ΧΣΕ) της περιοχής των ΕΕΛ). Αποτελέσματα του Ερωτηματολογίου ΣΤ συγκρίθηκαν με υπάρχοντα δεδομένα σεισμών από τη βάση δεδομένων Shakemaps είτε από την Διεθνή βάση δεδομένων EM-DAT (εντάσεων, απωλειών σε θύματα). Πραγματοποιήθηκε τηλεφωνική έρευνα για τις σεισμικές επιπτώσεις σε 14 ΕΕΛ για την περίοδο 2011-2022. Υπήρξαν 10 ΕΕΛ με επιπτώσεις στις οποίες επαναχορηγήθηκε το Ερωτηματολόγιο ΣΤ (Ερωτηματολόγιο ΣΤ/TE). Αξιοποιήθηκαν τα αποτελέσματα από 2 ΕΕΛ και συγκρίθηκαν με τα αποτελέσματα του Ερωτηματολογίου ΣΤ. Η μεθοδολογία εφαρμόστηκε για την ΕΕΛ Αιγίου και κρίθηκαν τα αποτελέσματα, για κάθε περίπτωση. Τα πιο σημαντικά αποτελέσματα αποτυπώθηκαν σε 28 Χάρτες μέσω των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS) και σχολιάστηκαν περαιτέρω. Η μεθοδολογία κρίνεται επαρκής και ικανοποιητική για την ταχεία εκτίμηση της σεισμικής τρωτότητας των ΕΕΛ (εφόσον οι αποδέκτες είναι οι Υπεύθυνοι-Λειτουργοί). Οι αβεβαιότητες σχολιάζονται. Προτείνονται δε τα απαραίτητα προληπτικά είτε κατασταλτικά μέτρα μετριασμού των επιπτώσεων ανάλογα με την ΚΣΤ στην οποία ανήκει η κάθε μεμονωμένη ΕΕΛ. Περαιτέρω δίνονται προτάσεις για μελλοντικές έρευνες, με βάση σενάρια υποθέσεων σεισμού, με βάση ευρύτερους εξωτερικούς παράγοντες (όπως η κλιματική αλλαγή), είτε με βάση την έκταση των σεισμικών επιπτώσεων. Η Πολιτεία δε, μπορεί έγκαιρα να οργανώσει μεθοδικά και με ρεαλιστική ιεράρχηση την ενίσχυση και αναβάθμιση της ανθεκτικότητας των ΕΕΛ σε επίπεδο πρόληψης, υλοποιώντας τα κατάλληλα μέτρα προστασίας, μετριάζοντας έτσι τον σεισμικό κίνδυνο στο επιστημονικό πεδίο των φυσικών καταστροφών.

#### Abstract

The present thesis addresses the issue of rapidly assessing seismic vulnerability in Wastewater Treatment Plants (WWTPs) and proposes an original methodology that explores the variables influencing this vulnerability. It employs qualitative analysis through the "expert judgment" method. Globally, estimating the vulnerability of structures is a challenging task because of the multi-parametric nature of the variables involved in it. Until now, methods for determining seismic vulnerability have primarily concentrated on individual constructions or facilities, resulting in a time-consuming procedure. In Greece, the assessment of

structural vulnerability for Public and non-profit Buildings progresses is notably slow. Additionally, evaluating vulnerability for WWTPs, other critical facilities and private buildings are non-existent and incomplete. This research underscores the need for a swift seismic vulnerability estimation methodology for WWTPs as analytical calculation methods are time-consuming and previous individual efforts have regrettably not seen practical or widespread application. The thesis aims to conduct pre-earthquake assessments and estimate the seismic vulnerability of WWTPs, focusing on their post-earthquake response. The ultimate objective is to enhance resilience against seismic disasters, optimize the operation of treatment systems, and ensure public health and safety maintenance. The originality of the thesis lies in developing a rapid qualitative estimation methodology for assessing the seismic vulnerability of WWTPs. This methodology is based on the "crisis of experts" approach, which involves identifying the most critical seismic vulnerability variables (along with their respective weighting factors). This identification process is conducted following a thorough review of the literature and a preliminary "pilot" study. To implement this methodology, a prototype Seismic Vulnerability Questionnaire, referred to as "Questionnaire ST" was designed and subsequently administered to a sample of 116 WWTPs' Managers and Officers (Sample 1). This sample was chosen using a proportional stratification method. The methodology approach is empirical, centering on investigating the seismic vulnerability estimation provided by WWTPs' Managers and Operators regarding their facilities. The seismic vulnerabilities under examination exclusively pertain to the facility's area, with a specific focus on Structural Vulnerability (SV), Non-Structural Vulnerability (NSV) and Operational Vulnerability (OV). The analysis includes the treatment stages of Primary, Secondary and Tertiary Wastewater Treatment, all based on adopted assumptions. Upon determining the seismic vulnerability of each WWTP denoted by indicator "DST", a scale known as "KST" is constructed. The methodology's capabilities are demonstrated by its specialization in investigating and assessing the seismic vulnerability of WWTPs, which have potentially contaminate soil and water resources (referred to as "REF"). Additionally, the methodology estimates the temporal dispersion of pollutants within 24 hours after a seismic event. Furthermore, a "KST-REF" scale is calculated as part of the assessment process. Targeting also involves the identification of the category of "experts" who should participate in the research, which is essential for enhancing reliability. To determine the most suitable "experts" for research participation, a corresponding questionnaire, the Standard Seismic Vulnerability Report ("TEST"), identical to Questionnaire ST, was developed. The "TEST" was distributed to a representative Sample 2, comprising 118 Environmental Impact Study Surveyors ("MPE") specializing in WWTPs. This group differed from the Managers-Operators who participated in the "Questionnaire ST". The Seismic Vulnerability Scale was calculated based on the "TEST" questionnaire responses, referred to as "TEST/KST". Additionally, a scale called "TEST/KST-REF" was also calculated. In any case, the statistical analysis encompassed various elements, including the utilization of descriptive statistics, the generation of statistical diagrams, and the computation of cumulative frequencies. The "KST" and "TEST/KST" values for the WWTPs were also derived as part of the process. Furthermore, all conceivable combinations of the results from Questionnaire ST and "TEST" and the corresponding calculations for potential post-earthquake "REF" were thoroughly examined. Additionally, correlations were performed by comparing the results of Questionnaire ST with those from an additional Re-evaluation Questionnaire that was administered to 40 recipients. Furthermore, the methodology's reliability was assessed by comparing its outcomes with existing vulnerability curves from HAZUS-MH, Panico et al., and Greek WWTPs (utilizing Syner-G). The WWTPs were grouped based on their characteristics, the Hazard Seismic Map (HSM) of WWTPs, or the characteristics of the Samples. Moreover, the results from Questionnaire ST were compared to earthquake data from Shakemaps and the EM-DAT database, including expected intensities from the HSM and casualty losses. Concerning the reliability of the methodology, the correlation between the results obtained from Questionnaire ST and "TEST" (as well as the corresponding correlations for

"REF") was carefully examined. Additionally, correlations were performed by comparing the results of Questionnaire ST with those from an additional Re-evaluation Questionnaire that was administered to 40 recipients. Furthermore, the methodology's reliability was assessed by comparing its outcomes with existing vulnerability curves from HAZUS-MH, Panico et al., and Greek WWTPs (utilizing Syner-G). The WWTPs were grouped based on their characteristics, Hazard Seismic Map (HSM) of WWTPs, or the characteristics of the Samples. Moreover, the results from Questionnaire ST were compared to earthquake data from Shakemaps and the EM-DAT database, including expected intensities from the HSM and casualty losses. Additionally, a telephone survey was conducted to assess effects using the "Questionnaire ST/TE" in 14 WWTPs from 2011 to 2022. The results of this survey were subsequently compared with recorded data after categorizing them into SV, MSV and OV. A careful selection of WWTPs was made for this comparison. Furthermore, the Questionnaire ST was administered to certain WWTPs. The methodology was applied explicitly to Egion WWTP, and the results for each case were evaluated. The most noteworthy findings were visually presented on 28 maps using Geographical Information Systems (GIS), and these results were further elaborated upon. In any case, the results have demonstrated the methodology's effectiveness, indicating that it is sufficient and satisfactory for rapidly assessing the seismic vulnerability of WWTPs, mainly when the recipients are the responsible operators. This assessment can be achieved without incurring significant time and costs. The methodology also suggests preventive or corrective measures to mitigate the effects, tailored to each WWTP's "KST" category. The document also addresses uncertainties and provides recommendations for future research on this specific issue. This could be based on earthquake scenarios, broader external factors such as climate change, or the scale of seismic effects. It is noted that the state authorities should systematically and realistically prioritize the strengthening and upgrading of WWTPs' resilience at the prevention level, implementing appropriate protective measures. This approach will help mitigate seismic risks in the scientific field of natural disasters.

Εθνικό Αρχείο  
Διδακτορικών  
Διατριβών

<https://www.didaktorika.gr/eadd/handle/10442/54979>

---