

Διπλωματικές Εργασίες

ΠΜΣ "Διαχείριση και Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων"

Εαρινού Εξαμήνου 2021-22

ΘΕΜΑ 1

Τίτλος

Κλιματική αλλαγή και τρωτότητα των ηλεκτρικών δικτύων. Ανάλυση και αξιολόγηση με βάση τα παγκόσμια κλιματικά δεδομένα.

Climate change and vulnerability of the electricity grids. Analysis and evaluation using global climate data.

Περιγραφή του θέματος

Στο πλαίσιο της εργασίας αυτής θα γίνει ανάλυση και αξιολόγηση των κινδύνων που αναμένονται στα δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας με βάση τον τρόπο λειτουργία τους και τους δείκτες τρωτότητας τους, και του κινδύνου λόγω καιρικών φαινομένων και κλιματικής αλλαγής. Θα χρησιμοποιηθούν κλιματικά μοντέλα τα οποία θα ενσωματωθούν/αξιοποιηθούν στους υφιστάμενους δείκτες σε συνδυασμό με τις αναμενόμενες αλλαγές στο κλίμα λόγω της ανθρωπογενούς δραστηριότητας.

Ενδεικτική βιβλιογραφία :

1. Foster, John and Bell, William Paul and Wild, Phillip and Sharma, Deepak and Sandu, Suwin and Froome, Craig and Wagner, Liam and Misra, Suchi and Bagia, Ravindra (2013): *Analysis of institutional adaptability to redress electricity infrastructure vulnerability due to climate change*. Published in: (June 2013)
2. Gößling-Reisemann, S., Wachsmuth, J., Stührmann, S. and von Gleich, A. (2013), Climate Change and Structural Vulnerability of a Metropolitan Energy System. *Journal of Industrial Ecology*, 17: 846-858. <https://doi.org/10.1111/jiec.12061>
3. Antti Silvast, Rico Kongsager, Turo-Kimmo Lehtonen, Minna Lundgren & Mikko Virtanen (2021) Critical infrastructure vulnerability: a research note on adaptation to climate change in the Nordic countries, *Geografisk Tidsskrift-Danish Journal of Geography*, 121:1, 79-90, DOI: [10.1080/00167223.2020.1851609](https://doi.org/10.1080/00167223.2020.1851609)
4. Sam C.A. Nierop, Envisioning resilient electrical infrastructure: A policy framework for incorporating future climate change into electricity sector planning, *Environmental Science & Policy*, Volume 40, 2014, Pages 78-84, ISSN 1462-9011, <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2014.04.011>.
5. C. Jaworsky, C. Spataru and K. Turitsyn, "Vulnerability Assessment for Interdependent Gas and Electricity Networks," *2015 48th Hawaii International Conference on System Sciences*, 2015, pp. 2766-2775, doi: 10.1109/HICSS.2015.333.

ΘΕΜΑ 2

Τίτλος

Μεταβολές στο τοπικό μικροκλίμα από την εγκατάσταση μονάδων ΑΠΕ και θερμικών μονάδων. Στατιστική ανάλυση με χρήση δεδομένων από το Copernicus.

Effect on the local climate conditions from the development of Renewable and fossil energy systems. Statistical evolution using Copernicus climate data base.

Περιγραφή του θέματος

Στο πλαίσιο της εργασίας αυτής θα γίνει συλλογή βιβλιογραφικών δεδομένων θερμοκρασίας, υγρασίας, βροχόπτωσης, ανέμου και λοιπών κλιματικών δεδομένων σε περιοχές στις οποίες υπήρχε/υπάρχει μονάδα παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ και ορυκτά καύσιμα. Τα δεδομένα αυτά θα συλλεχθούν από διάφορες βάσεις δεδομένων και κυρίως τη βάση της ΕΕ Copernicus θα γίνει μια αξιολόγηση των επιπτώσεων των διαφόρων τύπων μονάδων παραγωγής ενέργειας στο τοπικό κλίμα και ευρύτερα.

Ενδεικτική βιβλιογραφία :

1. Enas Taha Sayed, Tabbi Wilberforce, Khaled Elsaid, Malek Kamal Hussien Rabaia, Mohammad Ali Abdelkareem, Kyu-Jung Chae, A.G. Olabi, A critical review on environmental impacts of renewable energy systems and mitigation strategies: Wind, hydro, biomass and geothermal, Science of The Total Environment, Volume 766, 2021, 144505, ISSN 0048-9697, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144505>.
2. S.A. Abbasi, Tabassum-Abbasi, Tasneem Abbasi, Impact of wind-energy generation on climate: A rising spectre, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 59, 2016, Pages 1591-1598, ISSN 1364-0321, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.262>.
3. [Thermal effluent from the power sector: an analysis of once-through cooling system impacts on surface water temperature - IOPscience](#)
4. <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/search?type=dataset>

Εισηγητής: Αντώνιος Μορώνης, Καθηγητής

ΘΕΜΑ 1

Τίτλος

Συγκριτική ανάλυση σύγχρονων τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας σε συστήματα θέρμανσης κτηριακών εγκαταστάσεων

Comparative study of modern energy saving technologies in building heating systems

Περιγραφή του θέματος

Ο κτηριακός τομέας αντιπροσωπεύει το 40% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση και έχει σημαντικό αντίκτυπο στη μακροπρόθεσμη κατανάλωση ενέργειας καθώς συνεχίζει να αναπτύσσεται με ταχύ ρυθμό σε παγκόσμια κλίμακα. Σχετικά με την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων, πρέπει να ληφθούν όλα τα αναγκαία μέτρα ώστε τα νέα κτήρια ή τα κτήρια που υπόκεινται ριζική ανακαίνιση να πληρούν τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης που καθορίζονται από τους εκάστοτε ισχύοντες κανονισμούς.

Τα συστήματα θέρμανσης των κτηρίων αποτελούν ένα από τα περισσότερο ενεργοβόρα τμήματα των εγκαταστάσεών τους και για το λόγο αυτό η ενεργειακή τους αναβάθμιση αποτελεί κύρια προτεραιότητα πιθανών ενεργειακών παρεμβάσεων, με την επιλογή σύγχρονων ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων, αλλά και την ενσωμάτωση τεχνικών βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής και την χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Οι παρεμβάσεις αυτές κρίνονται βάσει της επίπτωσης που έχουν στην μείωση των ενεργειακών απαιτήσεων σε συνδυασμό με το κόστος υλοποίησης.

Στο πλαίσιο της εργασίας αυτής, θα γίνει συγκριτική αξιολόγηση της ενεργειακής αποδοτικότητας σύγχρονων τεχνολογιών θέρμανσης, όπως συστήματα καύσης, αντλίες θερμότητας, αλλά και υβριδικών συστημάτων που ενσωματώνουν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως και παρεμβάσεις βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής. Για το σκοπό αυτό θα γίνει αρχικά βιβλιογραφική ανασκόπηση των σύγχρονων εξελίξεων στα συστήματα αυτά και θα γίνει εξέταση εναλλακτικών σεναρίων σε ένα κτήριο, με χρήση του γνωστού λογισμικού ενεργειακής ανάλυσης κτηρίων EnergyPlus. Η αξιολόγηση θα περιλαμβάνει ανάλυση πραγματικών case studies με διάφορα σενάρια παρεμβάσεων, και η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης θα συζητηθεί υπό το πρίσμα της βέλτιστης επενδυτικής δαπάνης και της περιόδου αποπληρωμής.

Λέξεις κλειδιά

Ενεργειακή ανάλυση κτηρίων, ενεργειακή εξοικονόμηση σε κτήρια, συστήματα θέρμανσης κτηρίων, λογισμικό ενεργειακής ανάλυσης EnergyPlus, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Ενδεικτική Βιβλιογραφία - Πηγές

1. S. Boemi, O. Irulegi, M. Santamouris, *Energy Performance of Buildings: Energy Efficiency and Built Environment in Temperate Climates*, Springer, ISBN:978-33197931912016, 2016.
2. Ian M. Shapiro, *Energy Audits and Improvements for Commercial Buildings*, Wiley, ISBN: 978-1119084167, 2016.
3. S. Ferrari, V. Zanutto, *Building Energy Performance Assessment in Southern Europe*, SpringerBriefs in Applied Sciences and Technology, 1st ed. 2016.

4. EnergyPlus Engineering Reference – The Reference to EnergyPlus Calculations (2021), <https://energyplus.net/documentation>
5. Τεχνικές Οδηγίες TOTEE 20701-1 έως 5, http://portal.tee.gr/portal/page/portal/SCIENTIFIC_WORK/GR_ENERGEIAS/kenak

ΘΕΜΑ 2

Τίτλος

Σύγχρονες τεχνολογίες στατικών συστημάτων αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας και συγκριτική αποτίμησή τους

Modern static electrical energy storage systems – a comparative evaluation

Περιγραφή του θέματος

Η μετάβαση από τα ορυκτά καύσιμα στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σε συνδυασμό με την ανάγκη για μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, μέσω της ανάπτυξης της διεσπαρμένης παραγωγής αλλά της υιοθέτησης νέων αποδοτικότερων τεχνολογιών σε κάθε τομέα της ανθρώπινης δραστηριότητας έχει οδηγήσει σε αύξηση της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας αλλά παράλληλα έχει αυξήσει το ενδιαφέρον για την ανάπτυξη αποδοτικότερων τεχνολογιών αποθήκευσης της ενέργειας αυτής. Τα συστήματα αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας μπορούν να είναι ωφέλιμα σε μια σειρά εφαρμογών τόσο σε σχέση με την αντιστάθμιση της διακύμανσης της ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές, όπως και σε κάθε είδους συστήματα και συσκευές καθημερινής χρήσης τροφοδοτούμενα από ηλεκτρική ενέργεια (π.χ. ηλεκτρονικές συσκευές, ηλεκτροκίνηση κ.λπ.). Μεταξύ άλλων τεχνολογιών αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας, τα στατικά συστήματα αποθήκευσης περιλαμβάνουν κυρίως συσσωρευτές διαφόρων τύπων, υπερπυκνωτές όπως και κυψέλες υδρογόνου.

Στα πλαίσια της εργασίας αυτής θα γίνει μια αναλυτική περιγραφή των διαφορετικών τεχνολογιών που έχουν αναπτυχθεί σήμερα στον τομέα της στατικής αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας και θα παρουσιαστούν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της κάθε τεχνολογίας, καθώς και οι μελλοντικές δυνατότητές τους, όπως και ο τρόπος βέλτιστης αξιοποίησής τους σε διαφορετικές εφαρμογές. Για το σκοπό αυτό θα μελετηθούν ενδεικτικά σενάρια εφαρμογής προκειμένου να γίνει βέλτιστη επιλογή, σχεδίαση και διαστασιολόγηση του συστήματος αποθήκευσης σε συνάρτηση με τεχνικές παραμέτρους όπως ο όγκος, το βάρος, η αυτονομία, η διάρκεια ζωής, η απόδοση καθώς και το κόστος της κάθε τεχνολογίας.

Λέξεις κλειδιά

Αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας, στατικά συστήματα αποθήκευσης, ηλεκτροχημική μετατροπή, υπερπυκνωτές, συσσωρευτές, κυψέλες υδρογόνου

Ενδεικτική Βιβλιογραφία - Πηγές

1. R. Huggins, “Energy Storage – Fundamentals, Materials and Applications”, Springer, 2016.
2. H.Thurner, “Battery storage systems for electricity. Technology, applications and economics of large projects in Central and Eastern Europe”, TU Wien, 2016.

3. V. Bagotsky, A. Skundin, Y. Volkovich, *“Electrochemical Power Sources – Batteries, Fuel Cells and Supercapacitors”*, Wiley, 2015.
4. Ο.Δ.Ε. Αποθήκευσης Ηλεκτρικής Ενέργειας της ΓΓΕΟΠΥ/ΥΠΕΝ, «*Διαμόρφωση του θεσμικού και ρυθμιστικού πλαισίου για την ανάπτυξη και συμμετοχή μονάδων αποθήκευσης στις αγορές ηλεκτρικής ενέργειας και σε μηχανισμούς ισχύος*», Ιούνιος 2021.
5. Ευρωπαϊκό Ελεγκτικό Συνέδριο (eca.europa.eu), «*Στήριξη της ΕΕ για την αποθήκευση ενέργειας*», Απρίλιος 2019.
6. EU energy storage portal, https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/research-area/energy-research-and-innovation/energy-storage-and-distribution_en

Εισηγητής: Σταύρος Καμινάρης, Καθηγητής

"Χρήση Τεχνολογιών Έξυπνου Σπιτιού (Smart Home) για αυτόνομη διαβίωση ηλικιωμένων"

"Use of Smart Home Technologies for autonomous living of the elderly "

Περίληψη

Η διαχείριση του γηράσκοντος πληθυσμού είναι σίγουρα μια πρόκληση που θα αντιμετωπίσει σύντομα η Ευρώπη και ο υπόλοιπος κόσμος. Η τεχνολογία και η επικοινωνία δεν είχαν καμιά σχέση στο παρελθόν, με αυτό που γνωρίζουμε σήμερα. Η ψηφιακή καινοτομία και η συνδεσιμότητα αλλάζουν διαρκώς τον κόσμο γύρω μας. Αντικείμενο της μεταπτυχιακής εργασίας είναι η βιβλιογραφική ανασκόπηση στις τεχνολογίες έξυπνου σπιτιού που έχουν αναπτυχθεί την τελευταία δεκαετία και βρίσκουν χρήση στην υποστήριξη της αυτόνομης διαβίωσης ηλικιωμένων ανθρώπων.

Ενδεικτική Βιβλιογραφία

1. Rachel Creaney, Louise Reid, Margaret Currie, "The contribution of healthcare smart homes to older peoples' wellbeing: A new conceptual framework", *Wellbeing, Space and Society* 2 (2021), <https://doi.org/10.1016/j.wss.2021>
2. Debajyoti Pal, and Tuul Triyason, Suree Funilkul, "Smart Homes and Quality of Life for the Elderly: A Systematic Review", 2017 IEEE International Symposium on Multimedia
3. Basma M. Mohammad El-Basioni¹, Sherine Mohamed Abd El-Kader², and Hussein S. Eissa³ "Independent Living for Persons with Disabilities and Elderly People Using Smart Home Technology" Volume 3, Issue 4, April 2014
4. M Morris, E Ozanne, K Miller, N Santamaria and A Pearce, "Smart Home Technologies to Assist Older People to Live Well at Home", *Journal of Aging Science*, vol. 1, no. 1, pp. 1-9, 2013.
5. Ali Haktan IŞILAK, Dr. Mustafa Mutluoğlu " SMART HOME APPLICATIONS FOR DISABLED PEOPLE BY USING WIRELESS SENSOR NETWORK " Yeditepe University Faculty of Engineering and Architecture Department of Computer Engineering 2010
6. Abdelsalam Helal, Mark Schmalz, and Diane J. Cook "Smart Home based Health Platform for Behavioral Monitoring and Alteration of Diabetes Patients "NIH Volume 3, Issue 1, January 2009
7. E. C. M. Chan and D. Est'ève, "Assessment of activity of elderly people using a home monitoring system," *Int. J. Rehabil. Res*, vol. 28, no. 1, pp. 69–70, 2006.

Εισηγητής: Γεώργιος Λεωνιδόπουλος, Αναπληρωτής Καθηγητής

Προστασία Έξυπνων Δικτύων & Διεσπαρμένης Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας

(Protection of Smart Grids and Distributed Electric Power Generation)

(απαιτείται καλή γνώση αγγλικών)

Περιγραφή του θέματος

Περιγραφή και ανάλυση έξυπνων δικτύων. Χαρακτηριστικά έξυπνων δικτύων (πιστότητα, ευελιξία, αποτελεσματικότητα, αντοχή κ.α.). Υποσυστήματα έξυπνων δικτύων. Περιγραφή και ανάλυση της τεχνολογίας προστασίας έξυπνων δικτύων και διεσπαρμένης ή μη διεσπαρμένης παραγωγής. Προστασία δεδομένων έξυπνων δικτύων. Τυποποίηση ευρωπαϊκή και διεθνής. Συγκρίσεις. Τρέχοντα ερευνητικά προγράμματα στο θέμα (ευρωπαϊκά κ.α.). Συμπεράσματα. Προτάσεις.

Λέξεις κλειδιά:

Προστασία, έξυπνα δίκτυα

Ενδεικτική Βιβλιογραφία - Πηγές

1. EU - Smart grids and meters | Energy
2. IEC - Smart Grid
3. Final report of the CEN/CENELEC/ETSI Joint Working Group on Standards for Smart Grids
4. Smart grid - Wikipedia
5. ETSI - European standards organisations make progress towards Smart Grid standards and reference architecture
6. Mahendra G.Mathukiya, Kalpesh R.Ranipa, "Smart grid protection", International Journal of Modern Trends in Engineering and Research (IJMTER), Volume 02, Issue 07, [July– 2015]
7. Mohamed Eid Aljahani, "An enhanced self-healing protection system in smart grid: Using advanced and intelligent devices and applying hierarchical routing in sensor network technique", MSc thesis, Electrical and Computer Engineering, Western Michigan University, 2014
8. Xi Fang et al, "Smart Grid - The New and Improved Power Grid: A Survey" Kimmo Kauhaniemi and Sampo Voima, "Adaptive Relay Protection Concept for Smart Grids", Renewable Efficient Energy II Conference, Vaasa, Finland, 21-22 March 2012
9. Kimmo Kauhaniemi and Sampo Voima, "Functional requirements of smart grid protection", University of Vaasa, Finland

Εισηγητής: Πέτρος Καραϊσάς, Αν. Καθηγητής

Αξιολόγηση επενδύσεων σε έργα ΑΠΕ στην Ελλάδα

Evaluation of investments in Renewable Energy Sources in Greece

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας θα διερευνηθούν οι παράγοντες που διαμορφώνουν το περιβάλλον των επενδύσεων στον τομέα της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με χρήση τεχνολογιών Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Θα γίνει μια παρουσίαση της αγοράς ηλεκτρισμού στην Ελλάδα καθώς και οι ανάγκες αυτής στον μελλοντικό χρόνο. Επιλέγοντας επενδυτικά σχέδια από τις υπάρχουσες τεχνολογίες ΑΠΕ θα γίνει μια επισκόπηση των συνολικών οικονομικών μεγεθών καθώς και αξιολόγηση αυτών των επενδύσεων με βάση κατάλληλους οικονομικούς δείκτες (Εσωτερικός Βαθμός Επένδυσης, Καθαρή Παρούσα Αξία,). Τέλος θα παρουσιαστούν τα κίνητρα και οι τεχνολογίες με την μεγαλύτερη και σταθερότερη απόδοση.

Προτεινόμενη βιβλιογραφία και σχετικές αναφορές

1. <https://docplayer.gr/10822783-4-kritiria-axiologisis-ependyseon-i.html>
2. <https://docplayer.gr/1151637-2-i-enotita-axiologisi-ependyseon.html>
3. [https://docplayer.gr/4775413-Siueioseis-oikonouikis-axiologisis-ependyseon-ilektroparagogis-
apo-ape.html](https://docplayer.gr/4775413-Siueioseis-oikonouikis-axiologisis-ependyseon-ilektroparagogis-apo-ape.html)
4. <https://slideplayer.gr/slide/15751667/>
5. <https://ypen.gov.gr/>
6. <https://www.rae.gr/>
7. <http://iobe.gr/>

Εισηγητής: Γεώργιος Τσεκούρας, Επίκουρος Καθηγητής

Τεχνικο-οικονομική μελέτη βελτιστοποίησης ψυχρής εκκίνησης λιμένων

(Techno-economic optimization study for ports cold ironing

Περιγραφή του θέματος

Το αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αφορά αφορά τη μελέτη σχεδίασης ψυχρής εκκίνησης λιμένων με χρήση μεθόδου βελτιστοποίησης από πλευράς κατασκευής και λειτουργίας λιμένων λαμβάνοντας υπόψη τη δυνατότητα διείσδυσης ΑΠΕ και αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας, κτλ.

Αρχικά θα πραγματοποιηθεί μία σύντομη εισαγωγή στα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας πλοίων και λιμένων, δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στα ζητήματα της ψυχρής εκκίνησης, στις ομοιότητες και διαφορές των αντίστοιχων δικτύων και στους τρόπους αντιμετώπισης αυτών των διαφορών, καθώς επίσης και στα ενδεχόμενα πρόσθετα προβλήματα των αυτόνομων δικτύων ή στα πλαίσια των έξυπνων δικτύων.

Στη συνέχεια θα μελετηθεί ο τρόπος εκτίμησης φορτίου που ζητείται να εξυπηρετηθεί από πλευράς λιμανιού στην περίπτωση τροφοδότησης διαφόρων πλοίων, καθώς και να γίνει η πρόβλεψη της εξέλιξης του φορτίου ζήτησης και της καταναλισκόμενης ενέργειας διαχρονικά. Ειδική μέριμνα πρέπει να δοθεί για τα πλήρως εξηλεκτρισμένα πλοία με συστήματα αποθήκευσης ενέργειας.

Ακολούθως θα παρουσιασθεί ο κλασικός τρόπος σχεδίασης συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας μέσω της εξυπηρέτησης φορτίου από μονάδες ηλεκτρικής ενέργειας (συνήθως θερμικές) και διαδοχικά θα μελετηθεί η προσθήκη συστήματος αποθήκευσης ενέργειας υπό τη μορφή αντλησιοταμίευσης ή άλλου είδους και η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, π.χ. φωτοβολταϊκών.

Εναλλακτικά το ίδιο πρόβλημα μπορεί να λυθεί με δυναμικό μη γραμμικό προγραμματισμό λαμβάνοντας υπόψη τις πολυωνυμικές καμπύλες κόστους λειτουργίας των μονάδων ηλεκτροπαραγωγής, την οικονομική κατανομή φορτίου, το αρχικό κόστος κατασκευής, την ύπαρξη ή μη συστημάτων αποθήκευσης ενέργειας και διαχείρισης φορτίου προσπαθώντας να δοθεί μία ολιστική λύση του αντίστοιχου προβλήματος σχεδίασης από πλευράς μονάδων του συστήματος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας των λιμένων.

Στο τέλος θα ολοκληρωθεί η παρούσα διπλωματική με τα συμπεράσματα κ τις περιοχές για περαιτέρω έρευνα.

Αναγκαίες γνώσεις σε: Ηλεκτρική οικονομία, συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας, MATLAB, συστήματα διαχείρισης ενέργειας και φορτίου, μέθοδοι βελτιστοποίησης

Λέξεις κλειδιά: All-electric ship, cold ironing, shore to ship power supply, marine power system, renewable energy sources, energy storage system, smart grids for ships, multi-objective optimization, techno-economic feasibility study

Ενδεικτική Βιβλιογραφία – Πηγές

1. H.K. Woud, D. Stapersma: "Design of propulsion and electric power generation systems", Publications IMAREST, 1^η έκδοση 2002, επανατύπωση 2008, σελ. 494.
2. Χ.Α. Φραγκόπουλος, Ι. Προυσαλίδης: «Ενεργειακά Συστήματα Πλοίου», Εκδόσεις daVinci, Αθήνα 2019.
3. Κ.Ο. Kritikos: "A cold ironing feasibility study and cost benefit analysis", Diploma Thesis, School of Naval Architecture and Marine Engineering, National Technical University of Athens, June 2017, p. 121.

4. Γεώργιος Τσαμπίκος Παπαμιχαήλ: «Παράκτια ηλεκτρική διασύνδεση πλοίων στους λιμένες της Ρόδου», Διπλωματική εργασία, Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Παραγωγή και διαχείριση ενέργειας», σελ. 103.
5. F.D.Kanellos, G. J. Tsekouras, J. M. Prousalidis: "Onboard DC grid employing smart grid technology: challenges, state of the art and future prospects", IET Electrical Systems in Transportation, Vol. 792, 2014, pp. 1-11, doi: 10.1049/iet-est.2013.0056.
6. ABB: "System project guide for passenger vessels", 2011, pp. 268.
7. IMO, "Prevention of air pollution from ships", (MARPOL 73/78 Annex VI), Technical report, August 2004, UK: IMO.
8. IMO (2012, Mar.). RESOLUTION MEPC.213(63): 2012 Guidelines for the Development of a Ship Energy Efficiency Management Plan (SEEMP). [Online]. Available: <http://www.imo.org/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Documents/Technical%20and%20Operational%20Measures/MEPC.213%2863%29.pdf>
9. Ιωάννης Προυσαλίδης: «ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΕ ΠΛΟΙΑ ΚΑΙ ΠΛΩΤΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ», Εκδόσεις Συμμετρία, 2012.
10. Δημήτρης Αλ. Κατσαπρακάκης: «Σύνθεση ενεργειακών συστημάτων», Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά Συγγράμματα και Βοηθήματα, 2015, σελ. 398.
11. IEC/ ISOS/ IEEE 80005-1 "Utility connections in port – Part 1: High Voltage Shore Connection (HVDC) Systems – General requirements", 2012
12. 2006/339/EC "COMMISSION RECOMMENDATION of 8 May 2006 on the promotion of shore-side electricity for use by ships at berth in Community ports" 08- May 2006, p. 5.
13. NAVY TRAINING COURSE – BUREAU OF NAVAL PERSONNEL: "ELECTRICIAN'S MATE 1 & C"
14. Dennis Hall – WITHERBY 2nd edition: "PRACTICAL MARINE ELECTRICAL KNOWLEDGE"
15. Dennis Hall – WITHERBY 1st edition: "PRACTICAL MARINE ELECTRICAL KNOWLEDGE"
16. IEEE Std 45-1998: "IEEE Recommended Practice for Electric Installations on shipboard"
17. Ηρακλής Χάρχαρος: «ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑ ΠΛΟΙΟΥ», Εκδόσεις Σταυριδάκη
18. Θ. Ν. Νικολακάκης: « ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΜΕΙΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ ΒΟΗΘΗΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ ΠΛΟΙΟΥ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΙΣΧΥΟΣ», Διπλωματική εργασία, Σχολή Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών ΕΜΠ, 2013.
19. G. J. Tsekouras, I.K. Hatzilau, J. Prousalidis: "A new pattern recognition methodology for classification of load profiles for ships electric consumers", Journal of Marine Engineering and Technology, No. A14, pp. 45-58, 2009.
20. George J. Tsekouras, Fotis D. Kanellos: "Optimal operation of ship electrical power system with energy storage system and photovoltaics: Analysis and application", WSEAS Transactions on Power Systems, Vol. 8, Issue 4, October 2013 (E-ISSN: 2224-350X), pp. 145-155
21. K.K. Tapanidis, K.D. Taxeidis, G. J. Tsekouras, F. D. Kanellos: "Optimal operation of war-ship electric power system equipped with energy storage system", Journal of Computation & Modelling, vol. 3, no.4, 2013, pp. 41-60, που βασίστηκε στο 2nd AMIMS- International Conference on Applications of Mathematics and Informatics in Military Sciences, April 11-12, 2013, Athens, Greece.
22. F.D.Kanellos, G. J. Tsekouras, N.D. Hatzirygiou: "Optimal demand-side management and power generation scheduling in all-electric ship", IEEE Transactions on Sustainable Energy, Vol. 5, no. 4, October 2014, pp. 1166-1175.
23. G. J. Tsekouras, F.D.Kanellos, John M. Prousalidis: "Simplified method for the assessment of ship electric power systems operation cost reduction from energy storage and renewable energy sources integration", IET Electrical Systems in Transportation, Vol. 5, Issue 2, 2015, pp. 61-69, doi: 10.1049/iet-est.2013.0011.
24. Fotis D Kanellos, John M Prousalidis, George J. Tsekouras: "Control system for fuel consumption minimization-gas emission limitation of full electric propulsion ship power systems", Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part M: Journal of Engineering for the Maritime Environment, Vol. 228(1), 2014, pp. 17-28 (published online 21-12-2012).
25. J. M. Prousalidis, G. J. Tsekouras, F.D. Kanellos: "New challenges emerged from the development of more efficient electric energy generation units", IEEE Electric Ship Technologies Symposium (IEEE ESTS '11), Westin Alexandria, Alexandria, Virginia, USA, April 10-13, 2011 (με πλήρη κρίση - Τόμος 1 - Τεύχος : ISBN:- - ISSN:-, σελ. 374-381)
26. A.A. Gialketsi, G. J. Tsekouras, F.D. Kanellos, J.M. Prousalidis: "Reducing pollutant emissions in ports: Optimized design & operation of the electrical power generation system, based on the classification of Ship Total Load Demand Profiles", INEC-2012, May 15-18 2012, Edinburgh UK (με πλήρη κρίση στο κείμενο)

27. G. J. Tsekouras, F.D. Kanellos: "Reliability analysis of ship power system comprising cold ironing facility", 1st MARINELIVE Conference on "All-Electric Ship", June 4-5, 2012, Athens, Greece (με πλήρη κρίση στο κείμενο)
28. A.A. Gialketsi, G. J. Tsekouras, F.D. Kanellos, J.M. Prousalidis: "Ship electric load estimation using pattern recognition methods for the classification of the total electric load demand curves", 1st MARINELIVE Conference on "All-Electric Ship", June 4-5, 2012, Athens, Greece (με πλήρη κρίση στο κείμενο)
29. G. J. Tsekouras, F.D. Kanellos: "Reliability analysis of ship power system comprising cold ironing facility", 1st MARINELIVE Conference on "All-Electric Ship", June 4-5, 2012, Athens, Greece (με πλήρη κρίση στο κείμενο)
30. A.A. Gialketsi, G. J. Tsekouras, F.D. Kanellos, J.M. Prousalidis: "Ship electric load estimation using pattern recognition methods for the classification of the total electric load demand curves", 1st MARINELIVE Conference on "All-Electric Ship", June 4-5, 2012, Athens, Greece (με πλήρη κρίση στο κείμενο)
31. G. J. Tsekouras, F.D. Kanellos, C.D. Tsirekis, N.E. Mastorakis: "Optimal operation of thermal electric power production system without transmission losses: An alternative solution using Artificial Neural Networks based on external penalty functions", AIKED-2013, Recent Advances in Knowledge Engineering and Systems Science, February 2013, Cambridge, UK (με πλήρη κρίση στο κείμενο)
32. E.C. Nasioulas, G. J. Tsekouras, F.D. Kanellos: "Reliability analysis of a diesel engine driven electric power unit", WSEAS-NAUN, August 28, 2013, Chania, Greece (με πλήρη κρίση στο κείμενο)
33. P. Michalopoulos, G. J. Tsekouras, F.D. Kanellos, J. M. Prousalidis: "Optimal Economic Operation of a Complex Electric Power System with Shaft Generators", ASHRAE 2015, May 22-24, 2015, Athens, Greece (με πλήρη κρίση στο κείμενο)
34. G. Mpalagiannis, G. Tsamopoulos, C. Kalogrias, G. J. Tsekouras, F.D. Kanellos: " Application of Photovoltaics on Ship Electrical Power Systems: Utopia or Reality?", ASHRAE 2015, May 22-24, 2015, Athens, Greece (με πλήρη κρίση στο κείμενο)
35. F.D. Kanellos, J. M. Prousalidis, G. J. Tsekouras: "Optimal active power management in All Electric Ship employing DC grid technology", 4th International Symposium & 26th National Conference on Operational Research, June 4-6, 2015, Chania, Greece (με πλήρη κρίση στο κείμενο)
36. P. Michalopoulos, G. J. Tsekouras, J. M. Prousalidis, F.D. Kanellos: "Comparison of ship power system from an Optimal Economic Operation Point of View", IEEE Electric Ship Technologies Symposium (IEEE ESTS '15), Washington DC USA, June 22-24, 2015 (με πλήρη κρίση στο κείμενο)
37. D. Spathis, E. Nicolopoulou, S. Dallas, J. Prousalidis, A. Kladas, E. Tatakis, I. Pallis, M. Beniakar, F. Kanellos, A. Sarigiannidis, I. Gonos, V. Kontargyri, G. J. Tsekouras, T. Kourmpelis, M. Korn: "Analysis of various power quality phenomena in a highly electrified vessel", IEEE Electric Ship Technologies Symposium (IEEE ESTS '15), Washington DC USA, June 22-24, 2015 (με πλήρη κρίση στο κείμενο)
38. K. Gkotzia, G. J. Tsekouras, F. D. Kanellos, P. Michalopoulos, J.M. Prousalidis, N.E. Mastorakis: "Shaft-Generators in Ships: Techno-Economic Sensitivity Analysis Study", 2016 Third International Conference on Mathematics and Computers in Sciences and in Industry (MCSI 2016), Chania, Crete, August 27-29, 2016. (με πλήρη κρίση στο κείμενο)
39. G. J. Tsekouras, F. D. Kanellos: "Ship to Shore Connection – Reliability Analysis of Ship Power System", XXIIth International Conference on Electrical Machines (ICEM 2016), Lausanne, Switzerland, September 4-7, 2016. (με πλήρη κρίση στο κείμενο)
40. Γ. Ι. Τσεκούρας: «Μέρος Ε – Κεφάλαιο 1 – Μελέτη Φορτίων» σημειώσεις στο μάθημα «Σταθμοί Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας» του 5^{ου} εξαμήνου, Τ.Ε.Ι. Αθήνας, Τμήμα Μηχανικών Ενεργειακής Τεχνολογίας Τ.Ε., σελ. 30
41. Γ. Ι. Τσεκούρας: «Μέρος Ε – Κεφάλαιο 2 – Πρόβλεψη φορτίου και ενέργειας» σημειώσεις στο μάθημα «Σταθμοί Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας» του 5^{ου} εξαμήνου, Τ.Ε.Ι. Αθήνας, Τμήμα Μηχανικών Ενεργειακής Τεχνολογίας Τ.Ε., σελ. 74
42. Η. Λιώκη – Λειβαδά, Μ. Ασημακοπούλου: «Αιολική και άλλες ανανεώσιμες μορφές ενέργειας: Βιομάζα – Γεωθερμία -Υδατοπτώσεις», Εκδόσεις Συμμετρία, 2008, σελ. 247.
43. Γ. Μπεργελές: «Ανεμοκινητήρες», Εκδόσεις Συμμετών, Έκδοση 2005, σελ.376
44. Μιχ. Παπαδόπουλος: «Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας», Εκδόσεις ΕΜΠ, Αθήνα 1997, σελ. 450.
45. Δ. Β. Κανελλόπουλος: «Αιολική ενέργεια: Σχεδιάζοντας στις Αυλές των Ανέμων», Εκδόσεις Ιων, 2008, σελ. 223.
46. Β.Δ. Μπιζιώνης, Δ.Β. Μπιζιώνης: «Εναλλακτικές Μορφές Ενέργειας -Φωτοβολταϊκά Συστήματα - Αιολικά Συστήματα - Υβριδικά Συστήματα», Εκδόσεις Τζιόλα, 2011, σελ. 678.
47. Κ. Θ. Δέρβος: «Φωτοβολταϊκά Συστήματα: Από τη θεωρία στην πράξη», Εκδόσεις ΕΜΠ, 2013, σελ. 540.
48. J.A. Momoh, "Electric power system applications of optimization", Marcen Dekker Inc., New York, USA, 2001.

49. F. Saccomano, "Electric power systems, analysis and control", Wiley Interscience, IEEE Press, Piscataway, USA, 2003.
50. Κοντοσώρος Μιχαήλ: «Οικονομική λειτουργία συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας του πλήρως εξηλεκτρισμένου πλοίου», Πτυχιακή Εργασία, Σ.Τ.Ε.Φ., Τμήμα Μηχανικών Ενεργειακής Τεχνολογίας Τ.Ε., Τ.Ε.Ι. Αθήνας, Οκτώβριος 2016.
51. Michail Kalntas: "Optimal Power Generation Scheduling in Ships", Dissertation, Heriot-Watt University, School of Engineering and Physical Sciences, with Technical Educational Institute of Athens - School of Technological Applications - Energy Department, "Msc in Energy Technology", 29-6-2017.
52. Κοτζιά Κωνσταντίνα: «Μελέτη δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας κατά τη χρήση αξονικών γεννητριών και ηλεκτροπρόωσης», Διπλωματική Εργασία, Εργαστήριο Ηλεκτροτεχνίας, Σχολή Ναυτικών Δοκίμων, Μάιος 2016.
53. Κ. Βουρνάς, Β. Κ. Παπαδιάς, Κ. Ντελκής: «Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας – Έλεγχος και ευστάθεια συστήματος», Εκδόσεις Συμμετρία, 2011, σελ. 402.
54. A. Ter. Gazarian: "Energy storage for power systems", Peter Peregrinus Ltd, IEE, 1994, σελ. 294.
55. F.S. Barnes, J.G. Levine: "Large energy storage systems - Handbook", CRC press, 2011, σελ. 254.
56. George N. Sakalis , George J. Tzortzis and Christos A. Frangopoulos» "Intertemporal Static and Dynamic Optimization of Synthesis, Design, and Operation of Integrated Energy Systems of Ships", Energies 2019, 12, 893; doi:10.3390/en12050893, p. 50.
57. Εκθέσεις από το ερευνητικό έργο: Centre of Excellence in Ship Total Energy – Emissions – Economy (Χρηματοδότης: Lloyds Register Educational Trust (LRET), επιστημονικός υπεύθυνος: καθηγητής Χ. Φραγκόπουλος ΣΝΜΜ, ΕΜΠ)
58. Εκθέσεις από το ερευνητικό έργο: «ΘΑΛΗΣ-ΕΜΠ Διερεύνηση και Αντιμετώπιση προβλημάτων ποιότητας ηλεκτρικής Ισχύος σε συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας πλοίων (ΔΕΥΚΑΛΙΩΝ)» (Χρηματοδότης: ΕΜΠ - ΘΑΛΗΣ, επιστημονικός υπεύθυνος: αν. καθηγητής Ι. Προυσαλίδης ΣΝΜΜ, ΕΜΠ)
59. Εκθέσεις από το ερευνητικό έργο: «Πρωτοβουλία Εφαρμογής Συνεχούς Ρεύματος στα Πλοία – Direct Current in Ship Initiative (DC-Ship)» (Χρηματοδότης: ΕΜΠ - ΑΡΙΣΤΕΙΑ-I, επιστημονικός υπεύθυνος: αν. καθηγητής Ι. Προυσαλίδης ΣΝΜΜ, ΕΜΠ)

Εισηγητής: Νικόλαος Μανουσάκης, Επίκουρος Καθηγητής

Ανάπτυξη αλγορίθμου για την αντιμετώπιση κυβερνοεπιθέσεων σε συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας

Development of a cybersecurity algorithm for power systems

Περιγραφή του θέματος

Η ενσωμάτωση νέων τεχνολογιών και η συνεχής ανάπτυξη των συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας, εισάγει νέες απειλές για την ασφάλεια του δικτύου. Ένα δίκτυο που έχει ως βάση του τις επικοινωνίες και τις ψηφιακές συσκευές σε όλες τις πτυχές του, με τόσο αυξημένη πολυπλοκότητα, διατρέχει μεγάλο κίνδυνο να συναντήσει προβλήματα από κακόβουλο λογισμικό ή κυβερνοεπιθέσεις. Αυτές οι απειλές μπορεί να είναι ηθελημένες ή αποτέλεσμα σφάλματος, να προέρχονται από οποιονδήποτε κακόβουλο φορέα, όπως τρομοκρατικές ομάδες ή ανταγωνιστικές κυβερνήσεις. Συνεπώς, η ασφάλεια του δικτύου από τέτοιου είδους επιθέσεις αποτελεί βασικό παράγοντα για την ομαλή λειτουργία και την προστασία του. Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας θα πρέπει να αναπτυχθεί ένας αλγόριθμος ο οποίος θα εντοπίζει τις κυβερνοεπιθέσεις στους εκτιμητές κατάστασης των δικτύων ηλεκτρικής ενέργειας για διάφορα σενάρια επιθέσεων. Ο αλγόριθμος θα αναπτυχθεί σε περιβάλλον MATLAB.

Λέξεις κλειδιά: εκτιμητής κατάστασης, κυβερνοασφάλεια, κυβερνοεπίθεση, σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας

Ενδεικτική Βιβλιογραφία – Πηγές

1. Smart grids and meters – European Commission, <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/markets-and-consumers/smart-grids-and-meters>.
2. Electricity Information Sharing and Analysis Center. (Mar. 2016). Analysis of the Cyber Attack on the Ukrainian Power Grid. [Online]. Available: http://www.nerc.com/pa/CI/ESISAC/Documents/EISAC_SANS_Ukraine_DUC_18Mar2016.pdf
3. R. M. Lee and M. J. Assante, "Analysis of the cyber attack on the Ukraine power grid," E-ISAC and SANS, Washington, DC, TLP: White. Mar. 2016.
4. R. Deng, G. Xiao, R. Lu, H. Liang, and A. V. Vasilakos, "False data injection on state estimation in power systems – Attacks, impacts, and defense: A survey," IEEE Trans. Indust. Informatics, vol. 13, no. 2, pp. 411–423, Apr. 2017.
5. C.-C. Sun, A. Hahn, and C.-C. Liu, "Cyber security of a power grid: State-of-the-art," Int. J. Elect. Power Energy Syst., vol. 99, pp. 45–56, Jul. 2018.
6. Y. Liu, P. Ning, and M. K. Reiter, "False data injection attacks against state estimation in electric power grids," in Proc. 16th ACM Conf. Comput. Commun. Security, Chicago, IL, USA, pp. 21–32, 2009.
7. G. Dán and H. Sandberg, "Stealth attacks and protection schemes for state estimators in power systems," in Proc. IEEE Conf. Smart Grid Commun., Gaithersburg, MD, USA, pp. 214–219, 2010.
8. H. Sandberg, A. Teixeira, and K. H. Johansson, "On security indices for state estimators in power networks," in Proc. 1st Workshop Secure Control Syst. (CPSWEEK), Stockholm, Sweden, pp. 1–6, 2010.
9. A. Teixeira, S. Amin, H. Sandberg, K. H. Johansson, and S. S. Sastry, "Cyber security analysis of state estimators in electric power systems," in Proc. 49th IEEE Conf. Decision and Control, pp. 5991–5998, 2010.
10. O. Kosut, L. Jia, R. J. Thomas, and L. Tong, "Malicious data attacks on the smart grid," IEEE Trans. Smart Grid, vol. 2, no. 4, pp. 645–658, Dec. 2011.

11. T. T. Kim and H. Vincent Poor, "Cyber security analysis of state estimators in electric power systems," *IEEE Trans. Smart Grid*, vol. 2, no. 2, pp. 326–333, Jun. 2011.
12. M. A. Rahman and H. Mohsenian-Rad, "False data injection attacks with incomplete information against smart power grids," in *IEEE Conf. Global Communications (GLOBECOM)*, pp. 3153–3158, 2012.
13. J. Kim, L. Tong, and R. J. Thomas, "Data framing attack on state estimation," *IEEE J. Selected Areas in Communications*, vol. 32, no. 7, pp. 1460–1470, Jul. 2014.
14. J. Liang, O. Kosut, and L. Sankar, "Cyber attacks on AC state estimation: Unobservability and physical consequences," in *Proc. IEEE Power and Energy Society General Meeting*, 2014.