

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΘΕΜΑΤΑ ΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

Εισηγητής: Νικόλαος Θωμαΐδης, Αναπλ. Καθηγητής

A. Οικονομική μελέτη αγορών ηλεκτρικής ενέργειας

Σε πολλές αναπτυγμένες χώρες του κόσμου, η εμπορία της ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται μέσω κατάλληλων αγορών (electricity markets) που έχουν δομή χρηματιστηρίου. Στο χρηματιστήριο ηλεκτρικής ενέργειας, διασυνδέονται ανεξάρτητοι παραγωγοί (ιδιοκτήτες θερμοηλεκτρικών εργοστασίων, μονάδων ΑΠΕ, εισαγωγείς) και αγοραστές (εταιρείες προμήθειας, μεταπωλητές, εξαγωγείς). Οι παραγωγοί υποβάλλουν προσφορές για παράδοση ενέργειας σε προσυμφωνημένο χρονικό διάστημα και δεδομένη τιμή (ανά KWh). Αντίστοιχα, οι αγοραστές υποβάλλουν προσφορές για προμήθεια ενέργειας από τους παραγωγούς και διανομή στους τελικούς καταναλωτές. Η τιμή στην οποία εκκαθαρίζεται η αγορά ισχύος καθορίζει την χονδρεμπορική τιμή ηλεκτρικής ενέργειας (οριακή τιμή συστήματος), βάσει της οποίας διαμορφώνεται η τελική τιμή στην οποία η ενέργεια θα διατεθεί στους καταναλωτές (λιανική τιμή).

Παρόλα τα οφέλη ενός αποκεντρωμένου συστήματος παραγωγής, εμπορίας και διανομής ισχύος, η σταδιακή εγκαθίδρυση αγορών ηλεκτρικής ενέργειας οδήγησε στην εμφάνιση ιδιαίτερων φαινομένων στη διαμόρφωση της τιμής του ηλεκτρικού ρεύματος, πολλές φορές με αρνητικό αντίκτυπο για τους συμμετέχοντες:

- υψηλή διαχρονική μεταβλητότητα (αστάθεια)
- αιφνίδιες εκτινάξεις (spikes) σε συγκεκριμένες χρονικές περιόδους
- αξιοσημείωτες διαφορές στις τιμές ηλεκτρικής ισχύος μεταξύ διαφορετικών κόμβων του δικτύου.

Στόχος της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας είναι η μελέτη των παραπάνω χωροχρονικών ιδιοτήτων των τιμών ηλεκτρικής ενέργειας με τη χρήση πολυμεταβλητών στατιστικών/οικονομετρικών μεθόδων. Στην κατεύθυνση αυτή, σκοπεύουμε να εφαρμόσουμε υποδείγματα που αποτυπώνουν αξιόπιστα διακυμάνσεις στα επίπεδα τιμών τόσο στη διάρκεια του χρόνου όσο και μεταξύ διαφορετικών περιοχών – «ζωνών» τιμολόγησης. Ενδεικτικά αναφέρονται τα πολυμεταβλητά υποδείγματα διακυμάνσεων ή συσχετίσεων τύπου GARCH, τεχνικές δυναμικής παραγοντικής ανάλυσης (dynamic factor analysis), υποδείγματα τύπου panel, κ.α. Η εργασία περιλαμβάνει βιβλιογραφική επισκόπηση δημοφιλών μοντέλων που ανήκουν στις παραπάνω γενικές κατηγορίες και συγκριτική τους αξιολόγηση στη βάση εμπειρικών-ιστορικών δεδομένων.

Ενδεικτική βιβλιογραφία:

- M.I. Seitaridis, N.S. Thomaidis and P.N. Biskas (2021), [Fundamental responsiveness in European electricity prices](#), *Energies* **14**(22), 7623.
- N.S. Thomaidis and P.N. Biskas (2021) “[Fundamental pricing laws and long memory effects in the day-ahead power market](#)”, *Energy Economics* **100**.
- N.S. Thomaidis, G.H. Dash, and N. Kajiji (2019) “[Common Unobserved Determinants of Intraday Electricity Prices](#)”, *The Energy Journal* (International Association for Energy Economics) **40**
- Maciejowska, K., Weron, R. (2015), Forecasting of daily electricity prices with factor models: utilizing intra-day and inter-zone relationships, *Computational Statistics* 30 (3), pp. 805-819.
- Raviv, E., Bouwman, K.E. and van Dijk, D. (2015), Forecasting day-ahead electricity prices: utilizing hourly prices, *Energy Economics* 50, pp. 227- 239.

B. Στρατηγικές διαχείρισης κινδύνου ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Ανανεώσιμες μορφές ενέργειας, όπως η αιολική, ηλιακή, γεωθερμική και υδροδυναμική, θεωρούνται σήμερα από πολλούς ως μία βιώσιμη λύση στο ενεργειακό πρόβλημα. Εγκυμονούν ωστόσο μία σειρά προβλημάτων και κινδύνων για τους επενδυτές, τους διαχειριστές των δικτύων ηλεκτρικής ενέργειας και τον απώτερο καταναλωτή, λόγω κυρίως της μεταβλητότητας και ελλιπούς προβλεψιμότητας της προσφερόμενης ενέργειας σε μία δεδομένη χρονική στιγμή στο μέλλον.

Μία στρατηγική διαχείρισης του κινδύνου μεταβλητότητας είναι ο **σχηματισμός χαρτοφυλακίου** γεωγραφικά κατανεμημένων σταθμών παραγωγής ενέργειας. Με αυτόν τον τρόπο, η χαμηλή παραγωγικότητα μίας εγκατάστασης που παρατηρείται σε μία δεδομένη χρονική στιγμή μπορεί να αντισταθμιστεί από μία άλλη απομακρυσμένη τοποθεσία που εξακολουθεί να παράγει. Το ποιες τοποθεσίες και σε τι αναλογία θα επιλεγούν στο συνολικό ενεργειακό «μίγμα» εξαρτάται από τον βαθμό συσχέτισης του αιολικού, ηλιακού ή γεωθερμικού δυναμικού των υποψήφιων περιοχών.

Ο φοιτητής/φοιτήτρια που θα αναλάβει την εκπόνηση της εν λόγω διπλωματικής εργασίας καλείται:

- να εφαρμόζει πορίσματα και τεχνικές της θεωρίας χαρτοφυλακίου σε ένα καινοτόμο και αναδυόμενο ερευνητικό πεδίο
- να αναδείξει, μέσα από συγκεκριμένες μελέτες περίπτωσης (case studies), τα πλεονεκτήματα της γεωγραφικής ολοκλήρωσης ως μία στρατηγική διασποράς του κινδύνου μεταβλητότητας
- να καταλήξει σε συγκεκριμένες προτάσεις για τη βέλτιστη κατανομή της συνολικής ισχύος ανάλογα με τους στόχους που τίθενται από τον επενδυτή ή τον διαχειριστή του δικτύου (π.χ. εξασφάλιση της απαραίτητης ποσότητας ενέργειας σε ακραίες δυσμενείς καιρικές συνθήκες).

Ενδεικτική βιβλιογραφία:

- Tziouma M. (2023) “Can spatial diversification improve the reliability of the aggregate wind energy supply?”, Master of Science in Supply Chain Management, Hellenic Open University
- Κατσαπρακάκης, Ε. (2023) “Εφαρμογή τεχνικών επιλογής χαρτοφυλακίου στην αξιοποίηση του ανανεώσιμου ενεργειακού δυναμικού της Ελλάδας”, Προπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών, Τμήμα Μηχανικών Οικονομίας & Διοίκησης, Πανεπιστήμιο Αιγαίου.
- Theofanis, N. (2022), “Improving the reliability of the renewable energy supply through pooling of power plants”, Master of Science in Supply Chain Management, Hellenic Open University
- N.S. Thomaidis, T. Christodoulou, F.J. Santos-Alamillos (2023) “Handling the risk dimensions of wind energy generation”, Applied Energy 339, 12092
- F. J. Santos-Alamillos, D. J. Brayshaw, J. Methven, N. S. Thomaidis, J. A. Ruiz-Arias, D. Pozo-Vázquez (2017), “Exploring the meteorological potential for planning a

high performance European Electricity Super-grid: optimal power capacity distribution among countries”, Environmental Research Letters 12, 114030.

- F.J. Santos-Alamillos, N.S. Thomaidis, J. Usaola-García, J.A. Ruiz-Arias, D. Pozo-Vázquez (2017), “Exploring the mean-variance portfolio optimization approach for planning wind repowering actions in Spain”, Renewable Energy 106, pp. 335-342.
- Thomaidis N.S., Santos-Alamillos F. J., Pozo-Vázquez D., Usaola-García J. (2016), Optimal management of wind and solar energy resources, Computers & Operations Research 66, pp. 284–291.
- Thomaidis, N.S. (2012), “Designing Strategies for Optimal Spatial Distribution of Wind Power”, in Proceedings of the 5th International Scientific Conference on 'Energy and Climate Change', October 11-12, 2012, Athens.
- Archer, C.L., Jacobson, M.Z., 2007. “Supplying Baseload Power and Reducing Transmission Requirements by Interconnecting Wind Farms” Journal of Applied Meteorology and Climatology. Vol 46. pp 1701 – 1717.
- Grothe, O., Schnieders, J., 2011. “Spatial dependence in wind and optimal wind power allocation: A copula-based analysis”. Energy Policy. Vol 39. Issue 9, pp. 4742–4754.

Γ. Μελέτη βιωσιμότητας εναλλακτικών συστημάτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

Στόχος της εργασίας είναι η ανάλυση κόστους-οφέλους εναλλακτικών συστημάτων-τεχνολογιών παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας, όπως π.χ. φωτοβολταϊκά πάρκα, αιολικά πάρκα, γεωθερμικές αντλίες, κ.α. Η αξιολόγηση της οικονομικής βιωσιμότητας τέτοιου τύπου επιχειρηματικών σχεδίων θα πρέπει να λάβει υπόψη:

- a) τα τεχνολογικά χαρακτηριστικά των μονάδων παραγωγής
- b) τα γεωγραφικά και τοπογραφικά χαρακτηριστικά κάθε τοποθεσίας και
- c) τις παραμέτρους του ευρύτερου χρηματοοικονομικού περιβάλλοντος (εναλλακτικά επενδυτικά προϊόντα, διαχρονική δομή επιτοκίων, κ.α.).

Ιδιαίτερη έμφαση θα πρέπει να δοθεί στην ανάπτυξη στατιστικών/οικονομετρικών υποδειγμάτων για την διαχρονική εξέλιξη διαφόρων παραγόντων κινδύνου(risk factors) που επηρεάζουν την αποδοτικότητα της εκάστοτε εγκατάστασης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (π.χ. μεταβλητότητα ανέμου, διακύμανση τιμών ηλεκτρικής

ενέργειας, μεταβλητότητα ηλιακής ακτινοβολίας, θερμοκρασίας, κ.α.). Απώτερος στόχος είναι ο προσδιορισμός μίας αξιόπιστης κατανομής μελλοντικών χρηματικών εισροών με τη χρήση μεθόδων προσομοίωσης.

Σχετική βιβλιογραφία:

- Katsoulis, P., Thomaidis, N. S., Jantzen, J. (2015) Risk evaluation of wind turbine investments, The Journal of Energy Markets 8 (3), September 2015
- Jantzen, J. (2012), "Appraisal of renewable energy projects with cases from Samsø", http://seacourse.dk/wiki/tiki-index.php?page_ref_id=165.
- Κατσούλης, Π.(2012), «Αξιολόγηση επενδύσεων στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας: πρόβλεψη τιμών ηλεκτρικού ρεύματος και εκτίμηση χρηματοροών επένδυσης σε αιολικό πάρκο στη Δανία», Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Μηχανικών Οικονομίας & Διοίκησης, Πανεπιστήμιο Αιγαίου.
- Wong, K. (2009), "Wind farm valuation", Bachelor thesis, Princeton University.

Σημειώσεις:

- Σε συνεννόηση με τον διδάσκοντα μπορούν να δοθούν περισσότερες από μία εργασίες σε κάθε θεματική ενότητα.
- Ανάλογα με τις απαιτήσεις του θέματος ορίζονται εξωτερικοί συνεπιβλέποντες (ακαδημαϊκοί συνεργάτες/στελέχη εταιρειών) που υποστηρίζουν την εκπόνηση της πτυχιακής με δεδομένα (data) και τεχνογνωσία.
- Όλες οι εργασίες περιλαμβάνουν *απαραίτητα* ένα στάδιο έρευνας κατά τη διάρκεια του οποίου ο/η φοιτητής/τρια θα συλλέξει – επεξεργαστεί δεδομένα που αφορούν στο συγκεκριμένο χώρο εφαρμογής. Με τη βοήθεια των δεδομένων αυτών θα κληθεί να ελέγξει υποθέσεις επί του χώρου εφαρμογής, να κατασκευάσει κάποιο στατιστικό μοντέλο/οικονομετρικό υπόδειγμα ή να επιλύσει κάποιο πρόβλημα μαθηματικού προγραμματισμού. Σε κάθε περίπτωση, είναι απαραίτητο να συγκριθεί η αποτελεσματικότητα των μεθόδων που προτείνονται σε σχέση με άλλες τεχνικές ή διαδικασίες που εφαρμόζονται στην πράξη για την επίλυση του ίδιου προβλήματος.
- Λόγω του πρακτικού προσανατολισμού και των υπολογιστικών απαιτήσεων των προτεινόμενων θεμάτων, συνίσταται η γνώση μίας ευρείας χρήσεως γλώσσας προγραμματισμού (π.χ. Matlab).