



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ  
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ  
Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών  
Τομέας Ηλεκτρικής ενέργειας

**Η επίδραση του Covid-19 και των πολέμων σε Ουκρανία  
και Ισραήλ στην ευρωπαϊκή αγορά ηλεκτρικής ενέργειας**

Διπλωματική Εργασία  
Ιωάννης Βούρκας  
ΑΕΜ:10032

Επιβλέπων Καθηγητής: Παντελής Μπίσκας

Θεσσαλονίκη, Ιούνιος 2024

# Περιεχόμενα

<i>Περιεχόμενα</i>	<i>i</i>
<i>Κατάλογος Εικόνων</i>	<i>ii</i>
<i>Κατάλογος Πινάκων</i>	<i>iii</i>
<i>Ευχαριστίες</i>	<i>iv</i>
<i>Περίληψη</i>	<i>v</i>
<i>Abstract</i>	<i>vi</i>
<i>Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή</i>	<i>1</i>
<i>Κεφάλαιο 2: Εργαλεία και μέθοδος</i>	<i>5</i>
2.1.Χρονοσειρές	5
2.2.Συμβόλαιο μελλοντικής εκπλήρωσης(futures)	8
2.3 Python	10
2.4. Νευρωνικά Δίκτυα	12
2.5. Μεθοδολογία	16
<i>Κεφάλαιο 3: Ιστορική εξέλιξη γεγονότων</i>	<i>18</i>
3.1. Εξέλιξη πανδημίας COVID-19	18
3.2. Εξέλιξη πολέμου στην Ουκρανία	22
3.3 Εξέλιξη πολέμου στο Ισραήλ	27
<i>Κεφάλαιο 4: Ευρωπαϊκή Αγορά Ηλεκτρικής Ενέργειας</i>	<i>30</i>
4.1. Τα θεμελιώδη στοιχεία για την ευρωπαϊκή αγορά ηλεκτρικής ενέργειας	30
4.2. Σχεδιασμός της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας	33
<i>Κεφάλαιο 5: Εξαγωγή και ανάλυση αποτελεσμάτων</i>	<i>37</i>
5.1. Αναλυτικό κομμάτι	37
5.2. Πειραματικό κομμάτι	72
<i>Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα</i>	<i>76</i>
<i>Κεφάλαιο 7: Βιβλιογραφία</i>	<i>78</i>

## Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1: Παράδειγμα Feedforward Network.....	12
Εικόνα 2: Παράδειγμα Recurrent Neural Network.....	13
Εικόνα 3: Παράδειγμα Convolutional Neural Network .....	13
Εικόνα 4: Παράδειγμα Autoencoder .....	14
Εικόνα 5: Είσοδοι και έξοδοι LSTM και οι αντίστοιχες εξισώσεις για ένα μόνο χρονικό βήμα. ....	15
Εικόνα 6: Αύξηση χονδρικής τιμής ηλεκτρικής ενέργειας στην Ευρώπη μεταξύ 2021 και 2022 .....	31
Εικόνα 7: Μηχανισμός διαμόρφωσης των τιμών στη χονδρική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας .....	32
Εικόνα 8: Τιμή ηλεκτρικής ενέργειας στην Αυστρία.....	37
Εικόνα 9: Τιμή ηλεκτρικής ενέργειας στο Βέλγιο .....	37
Εικόνα 10: Τιμή ηλεκτρικής ενέργειας στην Τσεχία .....	38
Εικόνα 11: Τιμή ηλεκτρικής ενέργειας στην Δανία .....	38
Εικόνα 12: : Τιμή ηλεκτρικής ενέργειας στην Φινλανδία .....	38
Εικόνα 14: Τιμή ηλεκτρικής ενέργειας στην Γερμανία .....	39
Εικόνα 13: Τιμή ηλεκτρικής ενέργειας στην Γαλλία .....	39
Εικόνα 15: Τιμή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα .....	39
Εικόνα 18: Τιμή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ιταλία .....	40
Εικόνα 17: Τιμή ηλεκτρικής ενέργειας στην Βουλγαρία .....	40
Εικόνα 16: Τιμή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ουγγαρία .....	40
Εικόνα 20: Τιμή ηλεκτρικής ενέργειας στην Νορβηγία .....	41
Εικόνα 19: Τιμή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ολλανδία .....	41
Εικόνα 21: Τιμή ηλεκτρικής ενέργειας στην Πολωνία.....	41
Εικόνα 24: Τιμή ηλεκτρικής ενέργειας στην Σερβία .....	42
Εικόνα 23: Τιμή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ρουμανία .....	42
Εικόνα 22: Τιμή ηλεκτρικής ενέργειας στην Πορτογαλία.....	42
Εικόνα 26: Τιμή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελβετία .....	43
Εικόνα 25: Τιμή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ισπανία .....	43
Εικόνα 27: Τιμή ηλεκτρικής ενέργειας στην Σουηδία.....	43
Εικόνα 28: Διαχωρισμός των τριών περιόδων .....	44
Εικόνα 29: Τιμή συμβολαίων brent .....	48
Εικόνα 30: Τιμή Συμβολαίων TTF .....	48
Εικόνα 31: Τιμή Συμβολαίων EUAs.....	49
Εικόνα 32: Μοντέλο Ευρωπαϊκή Κεντρική Τράπεζας .....	51
Εικόνα 33: Εισαγωγές ενέργειας ανά χώρα προέλευσης το 2021 .....	56
Εικόνα 34: Μοντέλο LSTM - Brent .....	72
Εικόνα 35: Μοντέλο LSTM - TTF .....	73
Εικόνα 36: Μοντέλο LSTM - EUAs.....	73

## Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Στατιστικά χωρών για την περίοδο COVID-19	46
Πίνακας 2: Στατιστικά των futures για την περίοδο COVID-19	49
Πίνακας 3: Στατιστικά χωρών για την περίοδο Ukraine War	57
Πίνακας 4: Στατιστικά των futures για την περίοδο Ukraine War	58
Πίνακας 5: Στατιστικά των futures για την περίοδο Israel War	65
Πίνακας 6: Στατιστικά χωρών για την περίοδο Israel War	67
Πίνακας 7: Πίνακας Συσχετίσεων futures και τιμής ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα	72
Πίνακας 8: Σφάλμα μοντέλων	74

## Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία έρχεται να συμπληρώσει πέντε χρήσιμα και ανεκτίμητα χρόνια της ζωής μου ως φοιτητής του τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Α.Π.Θ. . Κατά την διάρκεια των πέντε αυτών χρόνων απέκτησα πληθώρα γνώσεων και εξελίχθηκα σε πολλούς τομείς.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ειλικρινά τον επιβλέποντα της διπλωματικής μου εργασίας, κ.Παντελή Μπίσκα, Καθηγητή του τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών Α.Π.Θ., καθώς και τον υποψήφιο Διδάκτορα του τμήματος, Γιώργο Χατζή, οι οποίοι με βοηθούσαν και με κατατόπιζαν πλήρως .

Φυσικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου, οι οποίοι με στήριζαν καθ' όλη την διάρκεια της φοιτητικής μου ζωής, παρέχοντάς μου πραγματικά τα πάντα.

Τέλος, ειδικές ευχαριστίες θα ήθελα να αποδώσω στον κ.Παναγιώτη Μουτή, Επίκουρο Καθηγητή στο City College της Νέας Υόρκης(CCNY), ο οποίος μου προσέφερε την ευκαιρία να συνεργαστώ μαζί του από τον Σεπτέμβρη του 2024 , ως υποψήφιος διδάκτορας στο CCNY και με ενέπνευσε να προσπαθήσω για το βέλτιστο αποτέλεσμα της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Θεσσαλονίκη, Μάϊος του 2024

Ιωάννης Βούρκας

## Περίληψη

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η μελέτη της επίδρασης της πανδημίας, COVID-19, και των δύο εν ενεργεία πολέμων σε Ουκρανία και Ισραήλ στην ευρωπαϊκή αγορά ηλεκτρικής ενέργειας. Η κατανόηση του κατά πόσο οι υγειονομικές και γεωπολιτικές διαταραχές επηρεάζουν τις τιμές της συγκεκριμένης αγοράς θεωρείται άκρως σημαντική για τη στρατηγική των συμμετεχόντων στην αγορά.

Αρχικά, γίνεται μια εισαγωγή στα εργαλεία που χρησιμοποιούνται και ο τρόπος διαχείρισης των δεδομένων στην Python. Οι χρονοσειρές που αναλύονται αφορούν (α) τις τιμές εκκαθάρισης της Αγοράς Επόμενης Ημέρας (Day-Ahead Market ή DAM), και (β) τα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης επόμενου μήνα (month+1 futures) για τα ενεργειακά προϊόντα Brent, Dutch TTF και EUAs. Να σημειωθεί ότι οι τιμές των χρονοσειρών αφορούσαν το διάστημα 01-01-2019 έως 01-01-2024. Αναλυτικά παρατίθεται ο τρόπος με τον οποίο αναλύθηκαν τα δεδομένα σε διαγράμματα και πίνακες μέσω της γλώσσας προγραμματισμού Python. Επιπλέον χρησιμοποιείται ένα μοντέλο τεχνητού νευρωνικού δικτύου για να εξεταστεί αν μπορεί να εκτελεστεί μία ικανοποιητική πρόβλεψη των τιμών εκκαθάρισης της Αγοράς Επόμενης Ημέρας (Day-Ahead Market ή DAM), με την προϋπόθεση ότι είναι γνωστή η τιμή ενός από τα παραπάνω futures.

Έπειτα γίνεται ιστορική αναδρομή στα τρία συμβάντα: (α) κορονοϊός, (β) πόλεμος στην Ουκρανία και (γ) πόλεμος στο Ισραήλ, αναλύοντας εκτενώς την εξέλιξη αυτών των γεγονότων. Ειδική αναφορά γίνεται και στην Ευρωπαϊκή Αγορά Ηλεκτρικής Ενέργειας, περιγράφοντας τον τρόπο λειτουργίας της και τις θεμελιώδεις παραμέτρους που επηρεάζουν τις τιμές χονδρικής πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας στην Ευρώπη.

Τέλος, αναλύονται όλα τα αποτελέσματα με την βοήθεια πινάκων και παράλληλα τεκμηριώνονται οι διακυμάνσεις στις τιμές της ενέργειας με βάση τα γεγονότα που σημάδεψαν την πενταετία 2019-2024. Η εργασία καταλήγει σε κάποια χρήσιμα συμπεράσματα, αναζητώντας τρόπους αποφυγής παρόμοιων ενεργειακών κρίσεων στο μέλλον.

## **Abstract**

The purpose of this thesis is to study the impact of the COVID-19 pandemic and the two ongoing wars in Ukraine and Israel on the European electricity market. Understanding how health and geopolitical disruptions affect the prices of this particular market is considered crucial for the strategy of market participants.

Initially, the thesis introduces the tools used and the data management methods in Python. The time series analyzed include: (a) the clearing prices of the Day-Ahead Market (DAM), and (b) the month-ahead futures contracts (month+1 futures) for energy products Brent, Dutch TTF, and EUAs. It is noteworthy that the time series prices cover the period from January 1, 2019, to January 1, 2024. The thesis details how the data were analyzed using charts and tables through the Python programming language.

Additionally, an artificial neural network model is employed to examine the capability of predicting DAM clearing prices, given that the price of one of the aforementioned futures is known. Subsequently, a historical review is conducted on the three events: (a) COVID-19, (b) the war in Ukraine, and (c) the war in Israel, extensively analyzing the development of these events. Special reference is made to the European Electricity Market, describing its functioning and the fundamental parameters that affect the clearing prices of the Day-Ahead Markets in Europe.

Finally, all results are analyzed with the aid of tables, and the fluctuations in energy prices are documented based on the events occurring during the five-year period from 2019 to 2024. The thesis concludes with some useful insights, seeking ways to avoid similar energy crises in the future.

## Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

Είναι γεγονός πόσο τόσο το πετρέλαιο όσο και το φυσικό αέριο είναι δύο ζωτικής σημασίας πηγές ενέργειας οι οποίες χρησιμοποιούνται και θα συνεχίσουν να χρησιμοποιούνται από όλο τον πλανήτη για πολλά ακόμη χρόνια. Η μεταβλητότητα αποτελεί αναπόσπαστο χαρακτηριστικό των ενεργειακών προϊόντων και ως εκ τούτου εμπορεύματα όπως το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο είναι άκρως «ευαίσθητα» σε συνθήκες υγειονομικών και γεωπολιτικών διαταραχών. Κοιτώντας πίσω στην ιστορία, οικονομικά και γεωπολιτικά γεγονότα όπως η υποτονική ασιατική χρηματοπιστωτική κρίση το 1997-1998, η μείωση της παραγωγής αργού πετρελαίου από τον Οργανισμό Πετρελαιοεξαγωγικών Κρατών (ΟΠΕΚ) και η επίθεση της 11<sup>ης</sup> Σεπτεμβρίου του 2001 στις ΗΠΑ επηρέασαν σημαντικά τις τιμές των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης (futures) του πετρελαϊκού προϊόντος, Brent και του προϊόντος φυσικού αερίου, Dutch TTF.

Μετά το πρωτοφανές ξέσπασμα της πανδημίας COVID-19, ακολούθησε μια σειρά από συνέπειες, όπως η διαταραχή της αλυσίδας εφοδιασμού, ο πληθωρισμός, η υποτονική παγκόσμια οικονομική ανάπτυξη, η κρίση Ρωσίας-Ουκρανίας καθώς και οι διακυμάνσεις των τιμών της ενέργειας. Σήμερα, οι συνεχιζόμενες πολεμικές συρράξεις Ρωσίας-Ουκρανίας κάνουν, την ήδη αβέβαιη, ενεργειακή αγορά ακόμη πιο ασταθή. Οι ευρωπαίοι καταναλωτές βιώνουν με το παραπάνω την εκτίναξη των τιμών του πετρελαίου και του φυσικού αερίου. Παρά την μεγάλη εξάρτηση της Ευρώπης από το ρωσικό φυσικό αέριο στην αρχή του ρωσικο-ουκρανικού πολέμου, η Ευρωπαϊκή Ένωση έδειξε ξεκάθαρα την υποστήριξή της στην Ουκρανία. Μέσα σε όλα αυτά, παρόλο που ο Παγκόσμιος Οργανισμός υγείας (ΠΟΥ) ανακοίνωσε στις αρχές Μαΐου 2023 ότι η πανδημία COVID-19 δεν αποτελεί πλέον έκτακτη κατάσταση διεθνούς ενδιαφέροντος για την δημόσια υγεία, οι επιπτώσεις της πανδημίας δεν πρέπει να θεωρηθούν αμελητέες κατά το διάστημα 2020-2022. Σε γενικές γραμμές, η παγκόσμια οικονομία άργησε πολύ να ανακάμψει, και ίσως ανακάμπτει ακόμη, από την ζημιά που υπέστη από την κρίση του κορονοϊού. Η πανδημία COVID-19 είχε σημαντικές επιπτώσεις στην ενεργειακή ασφάλεια, επηρεάζοντας την παγκόσμια προσφορά και ζήτηση ενέργειας, τις αλυσίδες εφοδιασμού και τη σταθερότητα των ενεργειακών αγορών. Οι περιορισμοί και τα lockdowns που επιβλήθηκαν παγκοσμίως μείωσαν τη ζήτηση για πετρέλαιο, φυσικό αέριο και ηλεκτρική ενέργεια, καθώς οι μεταφορές, η βιομηχανική παραγωγή και οι εμπορικές δραστηριότητες μειώθηκαν δραστικά. Η απότομη πτώση της ζήτησης προκάλεσε σημαντική μείωση των τιμών της ενέργειας, δημιουργώντας οικονομικές προκλήσεις για τις εταιρείες ενέργειας και επηρεάζοντας τις επενδύσεις σε υποδομές και έργα ενέργειας.

Επιπλέον, οι περιορισμοί στις μεταφορές και η μειωμένη παραγωγική δραστηριότητα επηρέασαν την εξόρυξη, την παραγωγή και τη μεταφορά ενεργειακών πόρων, προκαλώντας διακοπές στην προμήθεια βασικών ενεργειακών προϊόντων, όπως το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, σε διάφορες περιοχές του κόσμου. Οι οικονομικές πιέσεις που ασκήθηκαν στις εταιρείες ενέργειας λόγω της



πτώσης των τιμών και της μειωμένης ζήτησης οδήγησαν σε μείωση των εσόδων, επηρεάζοντας την οικονομική τους βιωσιμότητα. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα ορισμένες εταιρείες να μειώσουν τις επενδύσεις τους, να καθυστερήσουν ή να ακυρώσουν έργα, και να προβούν σε απολύσεις προσωπικού.

Η οικονομική αβεβαιότητα και οι μεταβολές στις τιμές της ενέργειας δημιούργησαν επίσης αβεβαιότητα για τις μελλοντικές επενδύσεις σε υποδομές και τεχνολογίες ενέργειας. Οι επενδύσεις σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και σε έργα μείωσης εκπομπών άνθρακα επηρεάστηκαν, καθυστερώντας τη μετάβαση σε καθαρότερες μορφές ενέργειας. Παρά τις βραχυπρόθεσμες διαταραχές, η πανδημία ανέδειξε την ανάγκη για μεγαλύτερη ευελιξία και ανθεκτικότητα των ενεργειακών συστημάτων, προωθώντας τη μακροπρόθεσμη ανάγκη για επενδύσεις σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και την ανάπτυξη τεχνολογιών αποθήκευσης ενέργειας.

Συμπερασματικά, η πανδημία COVID-19 ανέδειξε τη σημασία της ενεργειακής ασφάλειας και της ανάγκης για ανθεκτικά και ευέλικτα ενεργειακά συστήματα που μπορούν να αντέξουν παγκόσμιες κρίσεις και να εξασφαλίσουν την απρόσκοπτη παροχή ενέργειας σε καταναλωτές και επιχειρήσεις.[1]

Η εισβολή της Ρωσίας στις 24 Φεβρουαρίου του 2022, η οποία κλιμακώθηκε σε ολοκληρωτικό πόλεμο, προκάλεσε απότομες επιπτώσεις στην παγκόσμια κοινότητα και οδήγησε σε πρωτοφανείς προκλήσεις. Στα απότοκα του ρωσικο-ουκρανικού πολέμου συγκαταλέγονται η αύξηση των τιμών του πετρελαίου, η παγκόσμια έλλειψη τροφίμων και η αναταραχή της αλυσίδας εφοδιασμού που συνδέει τις δύο χώρες και τις γειτονικές τους χώρες. Αν και η εχθρότητα μεταξύ Ρωσίας και Ουκρανίας ξεκίνησε το 2014, η αντιμετώπιση αυτών των τεταμένων σχέσεων από τις άλλες χώρες δεν είχε φτάσει στη σημερινή κατάσταση όπου οι περισσότερες από τις παγκόσμιες κοινότητες έχουν καταλήξει στη θέσπιση σκληρών κυρώσεων κατά της Ρωσίας. Οι κυρώσεις από τις ΗΠΑ, την Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ), την Αυστραλία και άλλες περιοχές στόχευαν τους χρηματοπιστωτικούς τομείς (κεφαλαιαγορά, τραπεζικό σύστημα), τα ακίνητα, τις εισαγωγές και εξαγωγές διαφόρων προϊόντων και υπηρεσιών, την τεχνολογία και άλλα. Αν και η πλειονότητα αυτών των οικονομιών, ιδίως στην Ευρώπη, δεν έχει ακόμη σταματήσει εντελώς τις συναλλαγές με τη Ρωσία όσον αφορά το πετρέλαιο και την ενέργεια, υπάρχουν σχέδια για σταδιακή αποδέσμευση από τη χώρα όσον αφορά την εξάρτηση από αυτούς τους πόρους. Ωστόσο, οι ΗΠΑ, οι οποίες ήταν ένας από τους κύριους εμπορικούς εταίρους πετρελαίου με τη Ρωσία, απαγόρευσαν πλήρως το εμπόριο όλων των προϊόντων που σχετίζονται με την ενέργεια (πετρέλαιο, υδρογονάνθρακες φυσικό αέριο και άνθρακας) μέσω εκτελεστικού διατάγματος που υπέγραψε ο πρόεδρος Μπάιντεν στις 8 Μαρτίου του 2022.

Παρά την υποστηρικτική στάση απέναντι στην Ουκρανία, οι περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες εξακολουθούν να βασίζονται σε μεγάλο βαθμό στο πετρέλαιο και τα συναφή προϊόντα από τη Ρωσία, όχι μόνο για τον ανεφοδιασμό των αυτοκινήτων, αλλά και για τη θέρμανση, τη μεταποιητική βιομηχανία, κ.ο.κ. Από μια έκθεση της

Eurostat, προκύπτει ότι η Ρωσία ήταν ο μεγαλύτερος προμηθευτής αργού πετρελαίου στην ΕΕ. Μόνο το 2020, η ΕΕ εισήγαγε περίπου 25,5% του πετρελαίου από τη Ρωσία και 24,7% το πρώτο εξάμηνο του 2021, σύμφωνα με τη βάση δεδομένων της Eurostat. Ακόμη, όσον αφορά το σύνολο των ενεργειακών προϊόντων, μεταξύ 2017 και 2021, αναφέρθηκε ότι η Ευρώπη αύξησε τις εισαγωγές της από 45% έως 48%[2].

Εν έτη 2024, η αγορά πετρελαίου και φυσικού αερίου δεν έχει ακόμη ανακάμψει από τις συνέπειες της ρωσικής εισβολής στην Ουκρανία και αντιμετωπίζει ήδη περαιτέρω απειλές από την κλιμάκωση της παλαιστινιακής-ισραηλινής σύγκρουσης στη Μέση Ανατολή. Η επίθεση της Χαμάς στο Ισραήλ τον Οκτώβριο του 2023 προκάλεσε κύμα βίας, με τις παγκόσμιες αγορές να παρακολουθούν με αγωνία τις επιπτώσεις που θα είχε η αστάθεια στην περιοχή, στον ενεργειακό εφοδιασμό και στις τιμές των καυσίμων. Η Μέση Ανατολή κατέχει έως και το 48% των παγκόσμιων αποθεμάτων πετρελαίου και το 40% των αποθεμάτων φυσικού αερίου, ενώ το 31% της παγκόσμιας παραγωγής πετρελαίου και το 18% του φυσικού αερίου παράγονται επίσης εκεί. Ταυτόχρονα, οι χώρες της Μέσης Ανατολής συγκαταλέγονται μεταξύ των κορυφαίων χωρών εξαγωγής αυτών των ενεργειακών αγαθών. Επομένως μια κρίση στην Μέση Ανατολή σηματοδοτεί κρίση στην παγκόσμια αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, και ιδιαίτερα στην ευρωπαϊκή.

Αν και ούτε η Γάζα ούτε το Ισραήλ είναι σημαντικοί παραγωγοί πετρελαίου και φυσικού αερίου, υπάρχουν σοβαρές ανησυχίες ότι η σύγκρουση θα οδηγήσει σε ευρύτερη οικονομική αστάθεια στην αγορά ενέργειας. Ο πόλεμος στη Μέση Ανατολή έχει ήδη επηρεάσει τις οικονομικές αγορές των δυτικών χωρών. Η φυσική συνέπεια της σύγκρουσης είναι η μείωση των εμπορικών συναλλαγών με τη Μέση Ανατολή. Παρόλα αυτά, ο πιο σημαντικός και επιδραστικός τρόπος με τον οποίο η σύγκρουση μπορεί να διαχυθεί στις οικονομίες των δυτικών χωρών είναι η αγορά ενεργειακών προϊόντων. [3]

Στις επόμενες ενότητες αναλύονται τα παραπάνω αναφερθέντα. Συγκεκριμένα στο Κεφάλαιο 2 παρατίθενται τα εργαλεία και η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκαν, ούτως ώστε η παρούσα μελέτη να είναι πλήρως επεξηγηματική και κατανοητή για τον αναγνώστη. Εν συνεχεία στο Κεφάλαιο 3 παρουσιάζεται η ιστορική εξέλιξη των γεγονότων κατά την περίοδο α) της πανδημίας COVID-19, β) του πολέμου στην Ουκρανία και γ) του πολέμου στο Ισραήλ. Ακολούθως, στο Κεφάλαιο 4 γίνεται μια εισαγωγή στα βασικά χαρακτηριστικά του Ευρωπαϊκής Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας. Αναλύεται εκτενώς ο τρόπος σύστασης και λειτουργίας της καθώς και οι φορείς οι οποίοι συμμετέχουν. Στο Κεφάλαιο 5 παρατίθενται όλα τα αποτελέσματα που εξήχθησαν (διαγράμματα, πίνακες) και σχολιάζονται με βάση τα υγειονομικά, πολιτικά και οικονομικά γεγονότα της πενταετίας 2019-2024. Επιπλέον εξετάζεται αν είναι έγκυρη και κοντά στην πραγματική τιμή η πρόβλεψη των τιμών εκκαθάρισης της Αγοράς Επόμενης Ημέρας (Day-Ahead Market ή DAM) με βάση τα συμβολόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης για τον επόμενο μήνα (month+1 futures) των ενεργειακών προϊόντων Brent, Dutch TTF και EUAs. Τέλος, με βάση αυτά τα αποτελέσματα του Κεφαλαίου 5, στο Κεφάλαιο 6 διατυπώνονται κάποια

συμπεράσματα και αναζητούνται τρόποι προκειμένου να αποφευχθούν παρόμοιες ενεργειακές κρίσεις στο μέλλον.

## Κεφάλαιο 2: Εργαλεία και μέθοδος

### 2.1.Χρονοσειρές

Μια χρονοσειρά είναι μια συλλογή σημείων δεδομένων που συλλέγονται κατά τη διάρκεια μιας χρονικής περιόδου και ταξινομούνται χρονολογικά. Το πρωταρχικό χαρακτηριστικό μιας χρονοσειράς είναι ότι είναι ευρετηριασμένη ή απαριθμημένη με χρονική σειρά, γεγονός που αποτελεί κρίσιμη διάκριση από άλλους τύπους συνόλων δεδομένων. Τα δεδομένα χρονοσειρών βρίσκονται παντού, δεδομένου ότι ο χρόνος αποτελεί συστατικό στοιχείο όλων των παρατηρήσιμων στοιχείων. Καθώς ο κόσμος γίνεται όλο και πιο οργανωμένος, οι αισθητήρες και τα συστήματα εκπέμπουν συνεχώς μια αμείλικτη ροή δεδομένων χρονοσειράς. Τα δεδομένα αυτά έχουν πολυάριθμες εφαρμογές και χρησιμοποιούνται στην στατιστική, στην επεξεργασία σήματος, στην αναγνώριση μοτίβων, στην οικονομετρία, στα μαθηματικά οικονομικών, στην πρόγνωση καιρού, στην σεισμική πρόβλεψη, στο ηλεκτροεγκεφαλογράφημα, στη μηχανική ελέγχου, στην αστρονομία, στην μηχανική επικοινωνιών και σε μεγάλο βαθμό σε οποιοδήποτε τομέα των εφαρμοσμένων επιστημών και της μηχανικής που περιλαμβάνει χρονικές μετρήσεις.

Η ανάλυση χρονολογικών σειρών είναι η συλλογή δεδομένων σε συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα κατά τη διάρκεια μιας περιόδου για τον εντοπισμό τάσεων, εποχικότητας και υπολοίπων που βοηθούν στην πρόβλεψη ενός μελλοντικού γεγονότος. Η ανάλυση χρονοσειρών περιλαμβάνει την εξαγωγή συμπερασμάτων για το τι συνέβη σε μια σειρά σημείων δεδομένων στο παρελθόν και την προσπάθεια πρόβλεψης μελλοντικών τιμών. Η ανάλυση δεδομένων χρονοσειρών επιτρέπει την εξαγωγή σημαντικών στατιστικών στοιχείων και άλλων χαρακτηριστικών δεδομένων. Όπως υποδηλώνει και το όνομα, τα δεδομένα χρονοσειρών είναι μια συλλογή παρατηρήσεων που δημιουργείται από την επανάληψη μετρήσεων με την πάροδο του χρόνου.

- ❖ Τάση: Η τάση αναφέρεται σε οποιαδήποτε συστηματική αλλαγή στο επίπεδο μιας σειράς - δηλαδή στη μακροπρόθεσμη κατεύθυνσή της. Τόσο η κατεύθυνση όσο και η κλίση (ρυθμός μεταβολής) μιας τάσης μπορεί να παραμένουν σταθερές ή να μεταβάλλονται κατά τη διάρκεια της σειράς.
- ❖ Εποχικότητα: Σε αντίθεση με τη συνιστώσα της τάσης, η εποχική συνιστώσα μιας σειράς είναι ένα επαναλαμβανόμενο μοτίβο αύξησης και μείωσης της σειράς που εμφανίζεται σταθερά καθ' όλη τη διάρκειά της. Η εποχικότητα θεωρείται συνήθως ως ένα κυκλικό ή επαναλαμβανόμενο μοτίβο εντός μιας εποχικής περιόδου ενός έτους με εποχικές ή μηνιαίες περιόδους. Ωστόσο, οι εποχές δεν περιορίζονται σε αυτή τη χρονική κλίμακα - εποχές μπορούν να υπάρχουν και στο εύρος των νανοδευτερολέπτων.

- ❖ Υπόλοιπα: Τα υπόλοιπα αποτελούν αυτό που απομένει μετά την αφαίρεση της εποχικότητας και της τάσης από τα δεδομένα.

Η στασιμότητα είναι μια σημαντική έννοια στην ανάλυση χρονολογικών σειρών. Πολλά χρήσιμα αναλυτικά εργαλεία και στατιστικά τεστ και μοντέλα βασίζονται στη στασιμότητα για την πραγματοποίηση προβλέψεων. Για πολλές περιπτώσεις που αφορούν χρονοσειρές, είναι μερικές φορές απαραίτητο να προσδιοριστεί αν τα δεδομένα δημιουργήθηκαν από μια στάσιμη διαδικασία, με αποτέλεσμα να προκύπτουν στάσιμα δεδομένα χρονοσειρών. Αντίθετα, μερικές φορές είναι χρήσιμο να μετασχηματιστεί μια μη στάσιμη διαδικασία σε στάσιμη διαδικασία προκειμένου να εφαρμοστούν σε αυτήν συγκεκριμένες συναρτήσεις πρόβλεψης. Μια συνήθης μέθοδος για τη στασιμότητα μιας χρονοσειράς είναι μέσω μιας διαδικασίας που ονομάζεται διαφοροποίηση, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αφαίρεση οποιασδήποτε τάσης στη σειρά που δεν ενδιαφέρει.

Η στασιμότητα σε μια χρονοσειρά ορίζεται από σταθερή μέση τιμή, διακύμανση και αυτοσυσχέτιση. Ενώ υπάρχουν διάφοροι τρόποι με τους οποίους μια σειρά μπορεί να είναι μη στάσιμη (για παράδειγμα, αυξανόμενη διακύμανση με την πάροδο του χρόνου), μια σειρά μπορεί να είναι στάσιμη μόνο με έναν τρόπο (όταν όλες αυτές οι ιδιότητες δεν αλλάζουν με την πάροδο του χρόνου). Η ανάλυση χρονοσειρών χρησιμοποιείται για μη στάσιμα δεδομένα - πράγματα που αυξομειώνονται συνεχώς με την πάροδο του χρόνου ή επηρεάζονται από το χρόνο.

Επειδή η ανάλυση χρονοσειρών περιλαμβάνει πολλές κατηγορίες ή παραλλαγές δεδομένων, οι αναλυτές πρέπει μερικές φορές να φτιάχνουν πολύπλοκα μοντέλα. Ωστόσο, δεν μπορούν να λάβουν υπόψη τους όλες τις αποκλίσεις και δεν μπορούν να γενικεύσουν ένα συγκεκριμένο μοντέλο για κάθε δείγμα. Τα μοντέλα που είναι πολύ πολύπλοκα ή που προσπαθούν να κάνουν πάρα πολλά πράγματα μπορεί να οδηγήσουν σε έλλειψη προσαρμογής. Η έλλειψη προσαρμογής ή η υπερβολική προσαρμογή των μοντέλων οδηγούν τα εν λόγω μοντέλα να μην κάνουν διάκριση μεταξύ τυχαίου σφάλματος και πραγματικών σχέσεων, με αποτέλεσμα η ανάλυση να είναι στρεβλή και οι προβλέψεις λανθασμένες. Τα μοντέλα ανάλυσης χρονοσειρών περιλαμβάνουν:

- ❖ Ταξινόμηση: Προσδιορίζει και αποδίδει κατηγορίες στα δεδομένα.
- ❖ Προσαρμογή καμπυλών: Σχεδιάζει τα δεδομένα κατά μήκος μιας καμπύλης για να μελετήσει τις σχέσεις των μεταβλητών εντός των δεδομένων.
- ❖ Περιγραφική ανάλυση: Προσδιορίζει μοτίβα σε δεδομένα χρονοσειρών, όπως τάσεις, κύκλους ή εποχιακές διακυμάνσεις.
- ❖ Επεξηγηματική ανάλυση: Προσπαθεί να κατανοήσει τα δεδομένα και τις σχέσεις μέσα σε αυτά, καθώς και την αιτία και το αποτέλεσμα.
- ❖ Διερευνητική ανάλυση: Επισημαίνει τα κύρια χαρακτηριστικά των δεδομένων χρονοσειρών, συνήθως σε οπτική μορφή.

- ❖ Πρόβλεψη: Προβλέπει μελλοντικά δεδομένα. Αυτός ο τύπος βασίζεται στις ιστορικές τάσεις. Χρησιμοποιεί τα ιστορικά δεδομένα ως μοντέλο για τα μελλοντικά
- ❖ Ανάλυση παρεμβάσεων: Μελετά τον τρόπο με τον οποίο ένα γεγονός μπορεί να αλλάξει τα δεδομένα.
- ❖ Τμηματοποίηση: Χωρίζει τα δεδομένα σε τμήματα για να δείξει τις υποκείμενες ιδιότητες των πληροφοριών της πηγής.

Όπως υπάρχουν πολλοί τύποι και μοντέλα, έτσι υπάρχουν και διάφορες μέθοδοι μελέτης των δεδομένων. Ακολουθούν οι τρεις πιο συνηθισμένες:

- ❖ Μοντέλα Box-Jenkins ARIMA(Autoregressive Integrated Moving Average): Αυτά τα μονομεταβλητά μοντέλα χρησιμοποιούνται για την καλύτερη κατανόηση μιας μεμονωμένης χρονικά εξαρτώμενης μεταβλητής, όπως η θερμοκρασία με την πάροδο του χρόνου, και για την πρόβλεψη μελλοντικών σημείων δεδομένων μεταβλητών. Αυτά τα μοντέλα λειτουργούν με την υπόθεση ότι τα δεδομένα είναι στάσιμα. Οι αναλυτές πρέπει να λάβουν υπόψη και να αφαιρέσουν όσο το δυνατόν περισσότερες διαφορές και εποχικότητες στα σημεία δεδομένων του παρελθόντος. Ευτυχώς, το μοντέλο ARIMA περιλαμβάνει όρους για να ληφθούν υπόψη κινητοί μέσοι όροι, τελεστές εποχιακών διαφορών και αυτοπαλίνδρομοι όροι εντός του μοντέλου.
- ❖ Πολυμεταβλητά μοντέλα Box-Jenkins: Χρησιμοποιούνται πολυμεταβλητά μοντέλα για την ανάλυση περισσότερων από μία χρονικά εξαρτώμενων μεταβλητών, όπως η θερμοκρασία και η υγρασία, με την πάροδο του χρόνου.
- ❖ Μέθοδος Holt-Winters: Η μέθοδος Holt-Winters είναι μια τεχνική εκθετικής εξομάλυνσης. Έχει σχεδιαστεί για την πρόβλεψη αποτελεσμάτων, υπό την προϋπόθεση ότι τα σημεία δεδομένων περιλαμβάνουν εποχικότητα.

Για την παρούσα διπλωματική εργασία οι χρονοσειρές που χρησιμοποιήθηκαν είναι οι εξής:

- ❖ Ημερήσια τιμή εκκαθάρισης ηλεκτρικής ενέργειας στην Αγορά Επόμενης Ημέρας για τις 20 μεγαλύτερες ευρωπαϊκές χώρες: Αντλήθηκαν από το ember-climate. Το Ember είναι μια ενεργειακή δεξαμενή σκέψης που έχει ως στόχο να επιταχύνει τη μετάβαση στην καθαρή ενέργεια με δεδομένα και στοχευμένη πολιτική.
- ❖ Τιμές συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης(futures): Οι τιμές των futures(συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης) των προϊόντων Brent, Dutch TTF και EUAs αντλήθηκαν από το διαδικτυακό χρηματιστήριο investing.com.

## 2.2.Συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης(futures)

Τα προθεσμιακά συμβόλαια και τα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης είναι χρηματοπιστωτικά μέσα που επιτρέπουν στους συμμετέχοντες στην αγορά να αντισταθμίσουν ή να αναλάβουν τον κίνδυνο μεταβολής της τιμής ενός περιουσιακού στοιχείου με την πάροδο του χρόνου. Ένα συμβόλαιο μελλοντικής εκπλήρωσης διαφέρει από ένα προθεσμιακό συμβόλαιο με δύο σημαντικούς τρόπους: πρώτον, ένα συμβόλαιο μελλοντικής εκπλήρωσης είναι μια νομικά δεσμευτική συμφωνία για την αγορά ή την πώληση ενός τυποποιημένου περιουσιακού στοιχείου σε μια συγκεκριμένη ημερομηνία ή κατά τη διάρκεια ενός συγκεκριμένου μήνα. Δεύτερον, η συναλλαγή αυτή διευκολύνεται μέσω ενός χρηματιστηρίου συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης. Το γεγονός ότι τα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης είναι τυποποιημένα και διαπραγματεύονται στο χρηματιστήριο καθιστά τα μέσα αυτά απαραίτητα για τους παραγωγούς, τους καταναλωτές, τους εμπόρους και τους επενδυτές.

Ένα συμβόλαιο μελλοντικής εκπλήρωσης που διαπραγματεύεται στο χρηματιστήριο καθορίζει την ποιότητα, την ποσότητα, τον χρόνο και τον τόπο φυσικής παράδοσης του συγκεκριμένου προϊόντος. Το προϊόν αυτό μπορεί να είναι ένα γεωργικό αγαθό, όπως 5.000 μπούσελ καλαμποκιού που θα παραδοθούν τον μήνα Μάρτιο, ή μπορεί να είναι χρηματοοικονομικό περιουσιακό στοιχείο, όπως η αξία σε δολάρια ΗΠΑ των 62.500 λιρών τον μήνα Δεκέμβριο. Οι προδιαγραφές της σύμβασης είναι πανομοιότυπες για όλους τους συμμετέχοντες. Αυτό το χαρακτηριστικό των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης επιτρέπει στον αγοραστή ή τον πωλητή να μεταβιβάσει εύκολα την κυριότητα του συμβολαίου σε άλλο μέρος μέσω μιας συναλλαγής. Δεδομένης της τυποποίησης των προδιαγραφών του συμβολαίου, η μόνη μεταβλητή του συμβολαίου είναι η τιμή. Η τιμή διαμορφώνεται με προσφορές, γνωστές και ως quoting. Το quoting στο χρηματιστήριο αναφέρεται στη διαδικασία καθορισμού και εμφάνισης των τιμών στις οποίες οι συμμετέχοντες στην αγορά είναι διατεθειμένοι να αγοράσουν ή να πουλήσουν χρηματοοικονομικά μέσα, όπως μετοχές, ομόλογα, συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης και άλλα. Οι δύο βασικές τιμές που περιλαμβάνονται στο quoting είναι:

- ❖ Bid Price (Τιμή Προσφοράς): Η τιμή στην οποία ένας αγοραστής είναι διατεθειμένος να αγοράσει το χρηματοοικονομικό μέσο. Αυτό είναι το υψηλότερο ποσό που ένας αγοραστής προσφέρει για να αγοράσει το μέσο.
- ❖ Ask Price (Τιμή Ζήτησης): Η τιμή στην οποία ένας πωλητής είναι διατεθειμένος να πουλήσει το χρηματοοικονομικό μέσο. Αυτό είναι το χαμηλότερο ποσό που ένας πωλητής ζητά για να πουλήσει το μέσο.

Η διαφορά μεταξύ της τιμής προσφοράς και της τιμής ζήτησης ονομάζεται spread. Το spread αντιπροσωπεύει το κέρδος του μεσάζοντα ή του χρηματιστή που διευκολύνει τη συναλλαγή.

Επιπρόσθετα, τα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης είναι προϊόντα που δημιουργούνται από ρυθμιζόμενα χρηματιστήρια. Ως εκ τούτου, το χρηματιστήριο είναι υπεύθυνο για την τυποποίηση των προδιαγραφών κάθε συμβολαίου. Το ανταλλακτήριο εγγυάται επίσης ότι η σύμβαση θα τηρηθεί, εξαλείφοντας τον κίνδυνο αντισυμβαλλομένου. Κάθε συμβόλαιο μελλοντικής εκπλήρωσης που διαπραγματεύεται στο χρηματιστήριο εκκαθαρίζεται κεντρικά. Αυτό σημαίνει ότι όταν ένα συμβόλαιο μελλοντικής εκπλήρωσης αγοράζεται ή πωλείται, το χρηματιστήριο γίνεται ο αγοραστής για κάθε πωλητή και ο πωλητής για κάθε αγοραστή. Αυτό μειώνει σημαντικά τον πιστωτικό κίνδυνο που συνδέεται με την αθέτηση πληρωμών από έναν μόνο αγοραστή ή πωλητή. Το χρηματιστήριο εξαλείφει έτσι τον κίνδυνο αντισυμβαλλομένου και, σε αντίθεση με μια αγορά προθεσμιακών συμβολαίων, παρέχει ανωνυμία στους συμμετέχοντες στην αγορά συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης. Συγκεντρώνοντας σίγουρους αγοραστές και πωλητές στην ίδια πλατφόρμα συναλλαγών, το χρηματιστήριο επιτρέπει στους συμμετέχοντες να εισέρχονται και να εξέρχονται από την αγορά με ευκολία, καθιστώντας τις αγορές συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης βέλτιστες για τον εντοπισμό τιμών.

Διευκρινίζεται ότι στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκαν οι τιμές των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης για τον επόμενο μήνα(futures month+1), δηλαδή οι αναμενόμενες τιμές των προϊόντων για παράδοση ένα μήνα μετά την τρέχουσα ημερομηνία. Αναλυτικά:

- ❖ Το Brent αποτελεί ένα πρότυπο αργού πετρελαίου που εξορύσσεται στη Βόρεια Θάλασσα. Οι τιμές futures του Brent εκφράζουν το αναμενόμενο κόστος αγοράς ενός βαρελιού Brent πετρελαίου σε μια μελλοντική ημερομηνία. Αυτές οι τιμές επηρεάζονται από διάφορους παράγοντες, όπως η παγκόσμια ζήτηση και προσφορά πετρελαίου, η πολιτική σταθερότητα στις πετρελαιοπαραγωγικές χώρες, και οι γεωπολιτικές εξελίξεις.
- ❖ Το Dutch TTF (Title Transfer Facility) αποτελεί ένα πρότυπο φυσικού αερίου που διαπραγματεύεται στην Ολλανδία. Οι τιμές futures του TTF εκφράζουν το αναμενόμενο κόστος αγοράς μιας μονάδας φυσικού αερίου σε μια μελλοντική ημερομηνία. Αυτές οι τιμές επηρεάζονται από διάφορους παράγοντες, όπως η ζήτηση και προσφορά φυσικού αερίου στην Ευρώπη, οι καιρικές συνθήκες, η διαθεσιμότητα εναλλακτικών πηγών ενέργειας, και οι πολιτικές αποφάσεις.
- ❖ EUAs (European Union Allowances) ονομάζονται τα πιστοποιητικά εκπομπών CO<sub>2</sub> που διαπραγματεύονται στο πλαίσιο του Συστήματος Εμπορίας Δικαιωμάτων Εκπομπών(ΣΕΔΕ) της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Οι τιμές futures των EUAs εκφράζουν το αναμενόμενο κόστος αγοράς ενός τόνου CO<sub>2</sub> σε μια μελλοντική ημερομηνία. Αυτές οι τιμές επηρεάζονται από διάφορους παράγοντες, όπως η πολιτική της ΕΕ για την κλιματική αλλαγή, η ζήτηση και προσφορά πιστοποιητικών εκπομπών, και οι προσδοκίες για μελλοντικές ρυθμίσεις.



Συμπερασματικά οι τιμές futures του Brent, του TTF και των EUAs παρέχουν μια ένδειξη για το μελλοντικό κόστος των αντίστοιχων υποκειμένων περιουσιακών στοιχείων. Αποτελούν σημαντικά εργαλεία για τους traders (άτομα που επικεντρώνονται στις τιμές και τις τάσεις στο σύντομο ή μεσαίο χρονικό διάστημα), τους hedgers (άτομα που αντισταθμίζουν τους κινδύνους σε στοιχήματα ή κερδοσκοπία) και τους επενδυτές που δραστηριοποιούνται σε αυτές τις αγορές.

## 2.3 Python

Η Python αποτελεί μια δημοφιλή γλώσσα προγραμματισμού γενικής χρήσης, γνωστή για την ευκολία χρήσης, την ευελιξία και την ισχυρή της κοινότητα. Χρησιμοποιείται ευρέως σε διάφορους τομείς, όπως η επιστήμη δεδομένων, η μηχανική μάθηση, η ανάπτυξη ιστοσελίδων, η αυτοματοποίηση εργασιών και η ανάλυση δεδομένων. Χαρακτηριστικά της Python:

- ❖ Ευκολία χρήσης: Η Python διαθέτει απλή σύνταξη και εύληπτο λεξιλόγιο, καθιστώντας την ιδανική για αρχάριους προγραμματιστές.
- ❖ Ευελιξία: Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ανάπτυξη εφαρμογών σε διάφορες πλατφόρμες, όπως web, desktop και mobile.
- ❖ Ισχυρή Κοινότητα: Η Python διαθέτει μια μεγάλη και ενεργή κοινότητα προγραμματιστών, η οποία προσφέρει υποστήριξη και πόρους στους χρήστες.

Οι βιβλιοθήκες που χρησιμοποιήθηκαν είναι οι:

- ❖ pandas: Χρησιμοποιείται για χειρισμό και ανάλυση δεδομένων.
  - Εισαγωγή και εξαγωγή δεδομένων από διάφορες μορφές (CSV, Excel, SQL).
  - Δημιουργία και χειρισμός πινάκων δεδομένων (DataFrames).
  - Φιλτράρισμα, ταξινόμηση και ομαδοποίηση δεδομένων.
  - Υπολογισμός στατιστικών στοιχείων.
- ❖ numpy: Χρησιμοποιείται για αριθμητικούς υπολογισμούς και χειρισμό πολυδιάστατων πινάκων δεδομένων.
  - Δημιουργία και χειρισμός πολυδιάστατων πινάκων (arrays).
  - Αριθμητικές πράξεις σε πίνακες (πρόσθεση, αφαίρεση, πολλαπλασιασμός).
  - Στατιστικές συναρτήσεις (μέσος όρος, τυπική απόκλιση).
  - Λειτουργίες για γραμμική άλγεβρα.
- ❖ matplotlib.pyplot: Χρησιμοποιείται για δημιουργία γραφημάτων και οπτικοποίηση δεδομένων.
  - Δημιουργία διαγραμμάτων (γραμμικά, ράβδοι, πίτες).
  - Εξατομίκευση εμφάνισης γραφημάτων (χρώματα, ετικέτες, λεζάντες).
  - Αποθήκευση γραφημάτων σε διάφορες μορφές (PNG, JPEG).

- ❖ seaborn: Βιβλιοθήκη βασισμένη στο matplotlib που παρέχει υψηλού επιπέδου συναρτήσεις για δημιουργία πιο ελκυστικών και ενδιαφερόντων γραφημάτων.
  - Δημιουργία διαφορετικών τύπων γραφημάτων με περισσότερες επιλογές προσαρμογής.
  - Απεικόνιση σχέσεων μεταξύ μεταβλητών.
  - Δημιουργία θεματικών γραφημάτων που ακολουθούν ένα συγκεκριμένο στυλ.
- ❖ Scikit-learn: Το Scikit-learn είναι μια βιβλιοθήκη για μηχανική μάθηση στην Python, η οποία παρέχει υποστήριξη για ένα ευρύ φάσμα αλγορίθμων για εργασίες όπως ταξινόμηση, παλινδρόμηση και ομαδοποίηση. Παρέχει επίσης βοηθητικά προγράμματα για επιλογή μοντέλου, αξιολόγηση και συντονισμό παραμέτρων (hyperparameters).
  - MinMaxScaler: Χρησιμοποιείται για τυποποίηση δεδομένων, μετατρέποντας τα σε εύρος τιμών μεταξύ 0 και 1.
    - Βελτίωση της απόδοσης των αλγορίθμων μηχανικής μάθησης
- ❖ TensorFlow: Το TensorFlow είναι μια βιβλιοθήκη για μηχανική μάθηση στην Python, που αναπτύχθηκε από την Google. Παρέχει υποστήριξη για δημιουργία και εκπαίδευση νευρωνικών δικτύων, καθώς και εργαλεία για οπτικοποίηση και ανάπτυξη. Χρησιμοποιήθηκε αρκετά στην εργασία, κυρίως μέσω ενός API(application programming interface) του, της βιβλιοθήκης Keras.
  - Sequential, LSTM, Dense:
    - Sequential: Μοντέλο νευρωνικού δικτύου που αποτελείται από σειρά στρώσεων.
    - LSTM: Στρώση Long Short-Term Memory, η οποία χρησιμοποιείται για την μοντελοποίηση χρονοσειρών.
    - Dense: Στρώση πυκνής σύνδεσης, η οποία συνδέει όλα τα νευρώνες μιας στρώσης με όλα τα νευρώνες της επόμενης.
- ❖ seasonal decompose: Χρησιμοποιείται για αποσύνθεση χρονικών σειρών σε εποχικό, τάση και υπολειπόμενα στοιχεία.
  - Κατανόηση της εποχικότητας των δεδομένων και βελτίωση της ακρίβειας των προβλέψεων.
- ❖ tabulate: Χρησιμοποιείται για να μετατρέπει δεδομένα σε πίνακες σε διάφορες μορφές, όπως πίνακες κειμένου, HTML, Markdown κ.λπ.
  - Εμφάνιση δεδομένων σε μορφή πίνακα για εύκολη παρατήρηση και ανάλυση.

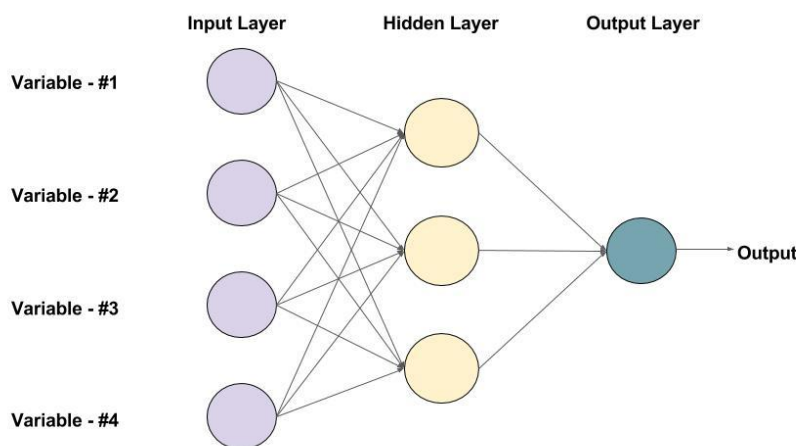
## 2.4. Νευρωνικά Δίκτυα

Τα νευρωνικά δίκτυα (Neural Networks - NN) αποτελούν υπολογιστικά συστήματα εμπνευσμένα από τη δομή και λειτουργία του ανθρώπινου εγκεφάλου. Συντίθενται από τεχνητούς νευρώνες, οι οποίοι συνδέονται μεταξύ τους σχηματίζοντας σύνθετα δίκτυα. Κάθε νευρώνας λαμβάνει εισόδους από άλλους νευρώνες, τις επεξεργάζεται μέσω μιας μη γραμμικής συνάρτησης ενεργοποίησης και παράγει μια έξοδο. Η έξοδος ενός νευρώνα μπορεί να αποτελέσει είσοδο για άλλους νευρώνες, οδηγώντας σε μια μη γραμμική ροή πληροφοριών.

Η ανάπτυξη των νευρωνικών δικτύων οφείλεται σε ένα πλήθος επιστημόνων, ξεκινώντας από τους Warren McCulloch και Walter Pitts (1943) που δημιούργησαν το πρώτο μαθηματικό μοντέλο νευρώνα. Σημαντική συμβολή είχαν επίσης οι Frank Rosenblatt (1958) και David Marr (1982), οι οποίοι ανέπτυξαν θεωρίες για την εκπαίδευση (training) και την λειτουργία των νευρωνικών δικτύων. Ωστόσο, η πραγματική άνθηση των νευρωνικών δικτύων άρχισε τη δεκαετία του 1980 με την ανάπτυξη νέων αλγορίθμων εκπαίδευσης και την αυξημένη ισχύ υπολογισμού. Σήμερα, τα νευρωνικά δίκτυα αποτελούν ένα από τα πιο ισχυρά εργαλεία τεχνητής νοημοσύνης (Artificial Intelligence - AI) με πλήθος εφαρμογών σε διάφορους τομείς.

Υπάρχουν διάφοροι τύποι νευρωνικών δικτύων, με τους πιο συνηθισμένους να περιλαμβάνουν:

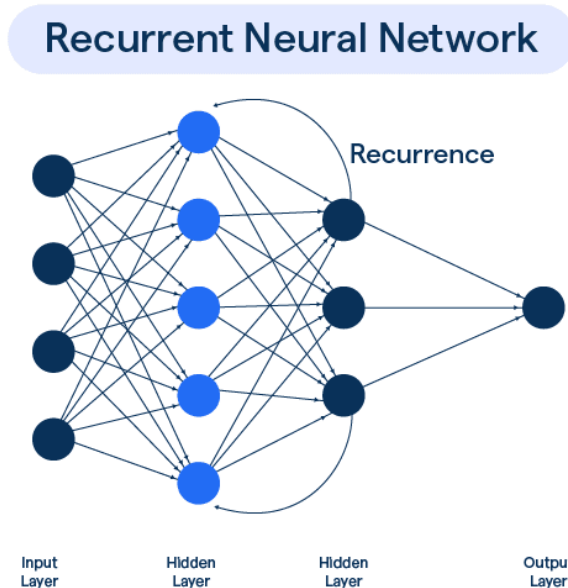
- ❖ Δίκτυα με τροφοδοσία προς τα εμπρός (Feedforward Networks): Η πληροφορία ρέει σε μία μόνο κατεύθυνση, από τις εισόδους προς τις εξόδους. Χρησιμοποιούνται για απλές εργασίες ταξινόμησης και αναγνώρισης μοτίβων.



An example of a Feed-forward Neural Network with one hidden layer ( with 3 neurons )

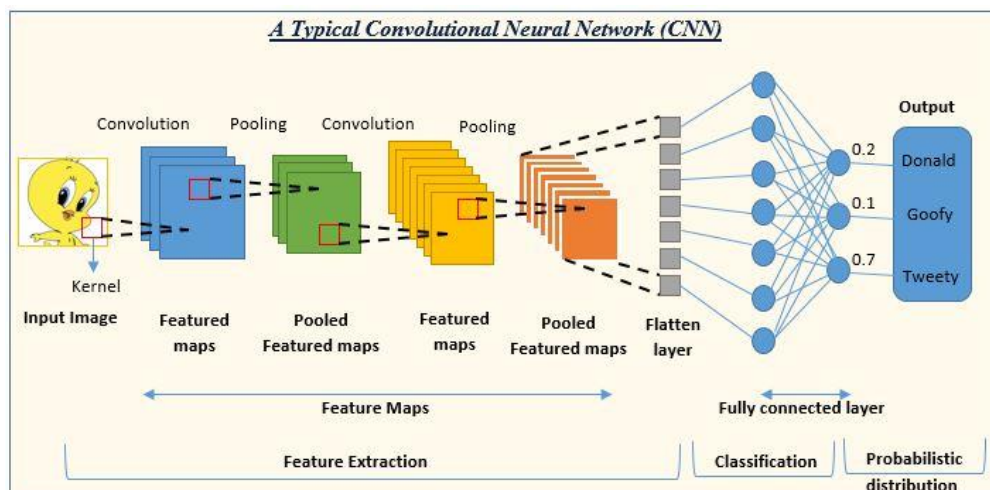
**Εικόνα 1: Παράδειγμα Feedforward Network**

- ❖ Αναδρομικά νευρωνικά δίκτυα (Recurrent Neural Networks - RNN): Η πληροφορία μπορεί να ρέει σε πολλαπλές κατευθύνσεις, επιτρέποντας στο δίκτυο να λαμβάνει υπόψη μνήμη από προηγούμενες χρονικές στιγμές. Χρησιμοποιούνται για προβλέψεις χρονικών σειρών και επεξεργασία φυσικής γλώσσας.



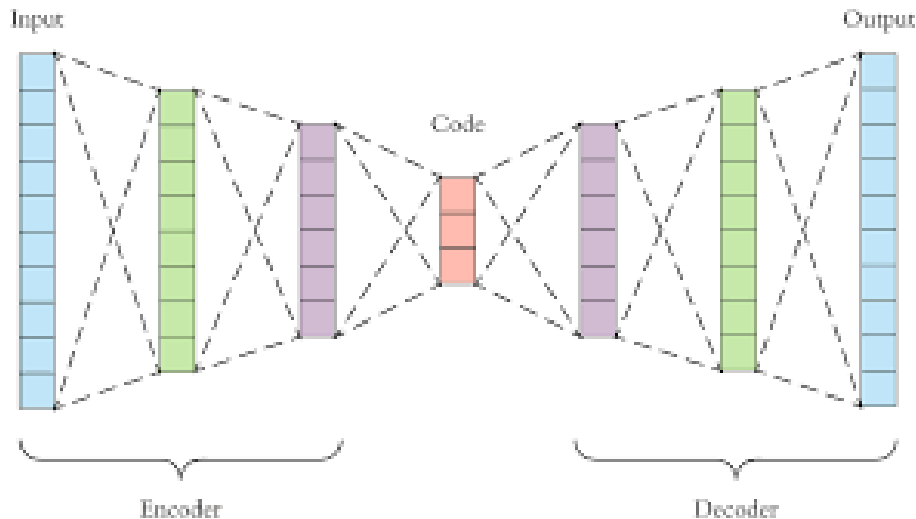
**Εικόνα 2: Παράδειγμα Recurrent Neural Network**

- ❖ Συνελικτικά νευρωνικά δίκτυα (Convolutional Neural Networks - CNN): Χρησιμοποιούνται για την αναγνώριση εικόνων και άλλων χωρικών δεδομένων. Χαρακτηρίζονται από την ικανότητά τους να επεξεργάζονται δεδομένα με χωρική δομή, όπως εικόνες και βίντεο.



**Εικόνα 3: Παράδειγμα Convolutional Neural Network**

- ❖ Αυτοκωδικοποιητές (Autoencoders): Μοντέλα που μαθαίνουν να αναπαράγουν τα δεδομένα εισόδου, επιτρέποντας τη μείωση διαστάσεων και τον εντοπισμό μοτίβων. Χρησιμοποιούνται για μη επιβλεπόμενη μάθηση (unsupervised learning) και ανίχνευση ανωμαλιών.



Εικόνα 4: Παράδειγμα Autoencoder

Η εκπαίδευση (training) ενός νευρωνικού δικτύου αποτελεί μια διαδικασία βελτιστοποίησης των συνδέσμων μεταξύ των τεχνητών νευρώνων. Ξεκινώντας με τυχαίες τιμές συνδέσμων, το δίκτυο επεξεργάζεται δεδομένα εκπαίδευσης (training data). Στη συνέχεια, συγκρίνει τις προβλέψεις του με τις επιθυμητές εξόδους (target outputs) και υπολογίζει το σφάλμα (error). Χρησιμοποιώντας αλγορίθμους βελτιστοποίησης, όπως η οπισθοδιάδοση (backpropagation), το δίκτυο προσαρμόζει τους συνδέσμους του για να ελαχιστοποιήσει το σφάλμα. Αυτή η διαδικασία επαναλαμβάνεται μέχρι το δίκτυο να επιτύχει ικανοποιητική απόδοση στα δεδομένα εκπαίδευσης.

Εξαιρετικά σημαντικό είναι να αποφευχθεί η υπερ-προσαρμογή (overfitting), όπου το δίκτυο μαθαίνει απλώς να απομνημονεύει τα δεδομένα εκπαίδευσης και δεν μπορεί να γενικεύσει σε νέα δεδομένα. Τεχνικές μείωσης της υπερ-προσαρμογής περιλαμβάνουν τη χρήση δεδομένων επικύρωσης (validation data) για παρακολούθηση της απόδοσης του δικτύου και την εφαρμογή τεχνικών τυχαίας απενεργοποίησης κατά την εκπαίδευση.

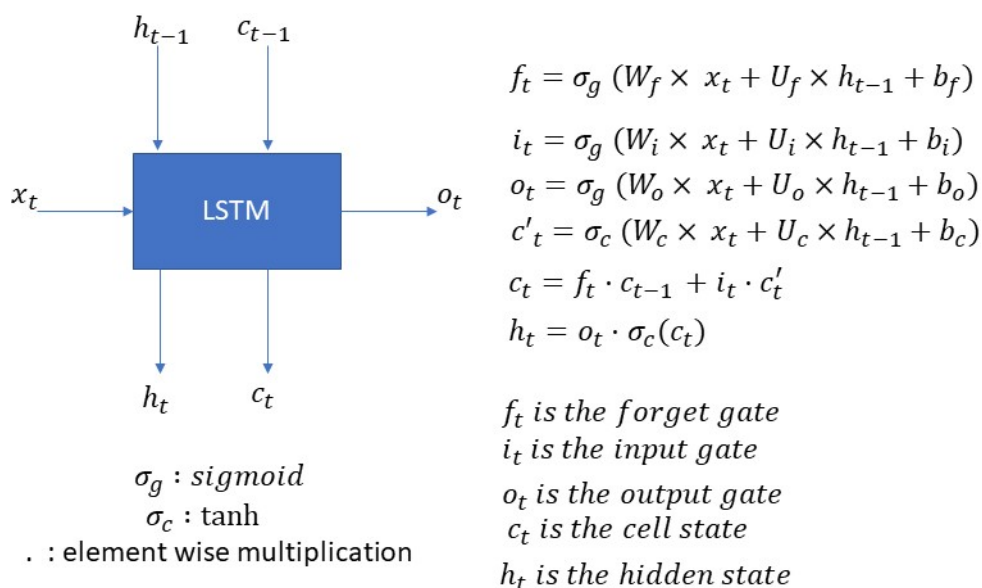
Τα νευρωνικά δίκτυα έχουν πλήθος εφαρμογών σε διάφορους τομείς, όπως:

- ❖ Αναγνώριση εικόνων: Χρησιμοποιούνται για την αναγνώριση προσώπων σε φωτογραφίες, την αυτόματη οδήγηση οχημάτων και την ιατρική απεικόνιση.
- ❖ Επεξεργασία φυσικής γλώσσας: Χρησιμοποιούνται για μετάφραση γλωσσών, δημιουργία περιεχομένου και συνομιλητές (chatbots).
- ❖ Μηχανική Μάθηση: Χρησιμοποιούνται για πρόβλεψη τιμών χρηματιστηρίου, ανάλυση πελατειακής συμπεριφοράς και πρόβλεψη καιρού.

- ❖ Ρομποτική: Χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο ρομπότ, επιτρέποντάς τους να κινούνται και να αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον τους με μεγαλύτερη ευελιξία.
- ❖ Ιατρική διάγνωση: Χρησιμοποιούνται για την ανάλυση ιατρικών εικόνων και την υποβοήθηση στη διάγνωση ασθενειών.
- ❖ Ανάπτυξη φαρμάκων: Χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό νέων φαρμάκων και τη μελέτη της αλληλεπίδρασης μεταξύ φαρμάκων.

Στην παρούσα εργασία, χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο Long Short-Term Memory (LSTM), ένα είδος αναδρομικού νευρωνικού δικτύου (RNN) ιδανικό για προβλέψεις χρονικών σειρών. Τα δίκτυα LSTM είναι σχεδιασμένα ώστε να μπορούν να μαθαίνουν μακροπρόθεσμες εξαρτήσεις σε δεδομένα. Η δομή ενός δικτύου LSTM περιλαμβάνει ειδικούς κόμβους που ονομάζονται κύτταρα μνήμης (memory cells). Αυτά τα κύτταρα επιτρέπουν στο δίκτυο να αποθηκεύει πληροφορίες από προηγούμενες χρονικές στιγμές και να τις χρησιμοποιεί για να κάνει πιο ακριβείς προβλέψεις για το μέλλον.

Για παράδειγμα, όταν χρησιμοποιούμε LSTM για να προβλέψουμε τις τιμές του πετρελαίου, το δίκτυο μπορεί να λάβει υπόψη ιστορικά δεδομένα τιμών, γεγονότα που επηρεάζουν την αγορά πετρελαίου (όπως πολιτικές εξελίξεις σε χώρες παραγωγούς πετρελαίου), οικονομικούς δείκτες και καιρικές συνθήκες. Με την επεξεργασία αυτών των δεδομένων, το LSTM μπορεί να μάθει τις μακροπρόθεσμες σχέσεις που επηρεάζουν τις τιμές του πετρελαίου και να κάνει πιο ενημερωμένες προβλέψεις για μελλοντικές τιμές. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι οι προβλέψεις των νευρωνικών δικτύων, συμπεριλαμβανομένων των LSTM, δεν είναι τέλειες. Παράγοντες όπως απρόβλεπτα γεγονότα και τυχαία σφάλματα μπορούν να επηρεάσουν την ακρίβεια των προβλέψεων. Ωστόσο, τα νευρωνικά δίκτυα αποτελούν ένα ισχυρό εργαλείο για την ανάλυση δεδομένων και τη δημιουργία προβλέψεων, και η χρήση τους στην πρόβλεψη τιμών εξελίσσεται συνεχώς.



Εικόνα 5: Είσοδοι και έξοδοι LSTM και οι αντίστοιχες εξισώσεις για ένα μόνο χρονικό βήμα.

## 2.5. Μεθοδολογία

Στην παρούσα διπλωματική εργασία χρησιμοποιήθηκε η εξής μεθοδολογία για να αναλυθούν τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στην Python μέσω του προγράμματος επεξεργασίας πηγαίου κώδικα Visual Studio Code (VS Code):

1. Από το αρχικό αρχείο που αντλήθηκε από το Ember Climate και περιείχε τις τιμές εκκαθάρισης της Αγοράς Επόμενης Ημέρας (Day-Ahead Market ή DAM) όλων των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, επιλέχθηκαν οι 20 μεγαλύτερες. Οι τιμές αυτές εκφράζονται σε EUR/MWh. Το χρονικό παράθυρο που ορίστηκε ήταν από τη 01/01/2019 έως τη 01/01/2024, διάστημα 5 χρόνων δηλαδή. Το διάστημα θεωρήθηκε ικανό προκειμένου να μελετηθεί η επίπτωση όλων των συμβάντων (COVID-19 και 2 πόλεμοι). Για τις επιλεγμένες χώρες, έγινε γραφική αναπαράσταση αυτών των τιμών σε συνάρτηση με τον χρόνο, ενώ εξήχθησαν και τα στατιστικά τους στοιχεία. Οι χώρες αυτές είναι οι Αυστρία, Βέλγιο, Τσεχία, Δανία, Φινλανδία, Γαλλία, Γερμανία, Ελλάδα, Ουγγαρία, Βουλγαρία, Ιταλία, Ολλανδία, Νορβηγία, Πολωνία, Πορτογαλία, Ρουμανία, Σερβία, Ισπανία, Ελβετία και Σουηδία.
2. Στην συνέχεια ακολουθήθηκε όμοια διαδικασία και για τις τιμές των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης (futures). Σημειώνεται ότι η τιμή των Brent futures εκφράζεται σε \$/bbl (=barrel), η τιμών των TTF futures σε EUR/MWh, ενώ εκείνη των EUAs futures σε EUR/T (=ton). Ακόμη εξήχθησαν σε μορφή πινάκων τα στατιστικά τους στοιχεία.
3. Έπειτα ορίστηκαν οι περίοδοι του κορωνοϊού (COVID-19), του πολέμου στην Ουκρανία (Ukraine War) και του πολέμου στο Ισραήλ (Israel War) για να παρατηρηθεί η μεταβολή των τιμών των futures σε αυτά τις συγκεκριμένες χρονικές περιόδους. Αναλυτικά:
  - a. COVID-19: Από 11/03/2020 (ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας -ΠΟΥ κήρυξε τον COVID-19, την ασθένεια που προκαλείται από τον SARS-CoV-2, πανδημία) έως 23/08/2021 (Ο Αμερικανικός Οργανισμός Ελέγχου Φαρμάκων και Τροφίμων αναγνωρίζει το εμβόλιο της Pfizer-BioNTech ως κατάλληλο για όλους τους ανθρώπους άνω των 16 ετών-σταδιακή αποκλιμάκωση της κατάστασης).
  - b. Ukraine War: Από 24/02/2022 (Η Ρωσία εισβάλλει στην Ουκρανία) έως 24/02/2023 (ένα χρόνο μετά την εισβολή)
  - c. Israel War: Από 07/10/2023 (Επίθεση της παραστρατιωτικής οργάνωσης Χαμάς στο Ισραήλ) έως 31/12/2023 (τελευταία ημέρα δεδομένων εστιάζει η παρούσα μελέτη).
4. Ακολούθησε η συσχέτιση των τιμών εκκαθάρισης της Αγοράς Επόμενης Ημέρας για την ηλεκτρική ενέργεια (Day-Ahead Market- DAM) μιας τυχαίας ευρωπαϊκής χώρας (επιλέχθηκε η Ελλάδα) με εκείνες των futures. Τα αποτελέσματα αναπαραστάθηκαν σε ανάλογο πίνακα.

5. Τέλος εκπαιδεύτηκε ένα μοντέλο νευρωνικού δικτύου, συγκεκριμένα ένα μοντέλο Long Short Term Memory(LSTM), για να εξεταστεί αν είναι ικανοποιητική η πρόβλεψη των τιμών ηλεκτρικής ενέργειας των υπό μελέτη χωρών. Αναλυτικά το μοντέλο λάμβανε ως εισόδους την τιμή εκκαθάρισης της Αγοράς Επόμενης Ημέρας μιας ευρωπαϊκής χώρας (επιλέχτηκε η Ελλάδα) και την τιμή ενός από τα future. Να σημειωθεί ότι το μοντέλο εφαρμόστηκε τρεις φορές, μία για κάθε future, προκειμένου να εξεταστεί ξεχωριστά πιο από τα τρία (Brent, Dutch TTF και EUAs) προβλέπει πιο ικανοποιητικά τις τιμές ηλεκτρικής ενέργειας στην Ευρώπη και επομένως, ποιο είναι πιο καθοριστικό στην διαμόρφωση αυτών των τιμών. Το 80% των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε ως σύνολο εκπαίδευσης (training set) και το 20% αυτών ως σύνολο ελέγχου (testing set). Ως έξοδος λήφθηκε η τιμή εκκαθάρισης της Αγοράς Επόμενης Ημέρας της επιλεγμένης χώρας, η οποία αποτέλεσε την πρόβλεψη. Η πρόβλεψη προκύπτει κάθε ημέρα λαμβάνοντας υπόψιν τις προηγούμενες 60 ημέρες από αυτήν. Φυσικά, αναπαραστάθηκε γραφικά η προβλεπόμενη τιμή σε κοινό διάγραμμα με την πραγματική.



## **Κεφάλαιο 3: Ιστορική εξέλιξη γεγονότων**

Προκειμένου να πραγματοποιηθεί ανάλυση με αναφορά σε συγκεκριμένες ημερομηνίες και τα αποτελέσματα που εξήχθησαν να αιτιολογηθούν πλήρως, κρίνεται αναγκαία η ιστορική αναδρομή των γεγονότων. Αναλυτικά, θα τεθούν χρονικά τα συμβάντα και οι αποφάσεις της περιόδων που έχουν οριστεί ως COVID-19, Ukraine War και Israel War. Φυσικά δεν θα λείπουν και οι συνέπειες αυτών.

### **3.1. Εξέλιξη πανδημίας COVID-19**

Το πρώτο ευρωπαϊκό περιστατικό της COVID-19 ανιχνεύθηκε στις 24 Ιανουαρίου 2020 στη Γαλλία, ενώ λίγες ημέρες αργότερα επιβεβαιώθηκαν κρούσματα και στη Γερμανία και στη Φινλανδία. Στις 11 Μαρτίου 2020, ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (ΠΟΥ) ανακοίνωσε ότι ο COVID-19, η ασθένεια που προκαλείται από τον ιό SARS-CoV-2, είχε φτάσει σε επίπεδο πανδημίας. Αυτή η ανακοίνωση ήρθε μετά από μήνες αυξανόμενης ανησυχίας για έναν νέο ιό που εξαπλωνόταν με ταχείς ρυθμούς σε όλο τον πλανήτη. Τέσσερα χρόνια αργότερα, μνημονεύεται ως μια από τις πιο δύσκολες περιόδους στη μνήμη της ανθρωπότητας.

Ήταν μια εποχή γεμάτη συναισθήματα, με καθημερινές αναφορές για νέα κρούσματα και θανάτους που αυξάνονταν με ανησυχητικό ρυθμό. Περισσότεροι από 100 εκατομμύρια άνθρωποι σε όλο τον κόσμο έχουν μολυνθεί από τον ιό COVID-19 και πάνω από 2,5 εκατομμύρια έχουν χάσει τη ζωή τους λόγω της ασθένειας. Οι περισσότεροι άνθρωποι έχουν περάσει από τη θλίψη της απώλειας αγαπημένων τους και η απομόνωση, αν και απαραίτητη για την αποτροπή της εξάπλωσης του ιού, έχει επιβαρύνει την ψυχική τους υγεία. Τα νοσοκομεία υπερφορτώθηκαν, με τους εργαζόμενους στην υγειονομική περίθαλψη να αγωνίζονται ως ήρωες, αφιερώνοντας αμέτρητες ώρες και πόνο για να περιθάλψουν τους ασθενείς, συχνά χωρίς τα απαραίτητα εφόδια, κατά τη διάρκεια των πρώτων μηνών της πανδημίας.

Τον Μάρτιο του 2020 ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας δίνει το σήμα του συναγερμού, χαρακτηρίζοντας τον COVID-19 ως πανδημία. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, το κρουαζιερόπλοιο Grand Princess παραμένει στη θάλασσα κοντά στις ακτές της Καλιφόρνια, καθώς 21 από τους 3,500 επιβάτες διαγνώστηκαν θετικοί στον ιό. Στην ίδια ήπειρο, η Καλιφόρνια είναι η πρώτη πολιτεία που επιβάλλει σε όλους τους κατοίκους της την εντολή να παραμείνουν στο σπίτι τους, εκτός από τις ανάγκες για απαραίτητες εργασίες ή αγορές βασικών αγαθών. Καθώς ο αριθμός των κρουσμάτων αυξάνεται, τα νοσοκομεία αντιμετωπίζουν υπερφόρτωση και παρατηρείται έλλειψη προστατευτικών εξοπλισμών. Στην Ιταλία, υπάρχει μια στιγμή αλληλεγγύης όταν οι άνθρωποι που βρίσκονται σε καραντίνα τραγουδούν από τα μπαλκόνια τους, ξεκινώντας μια τάση που σαρώνει όλη την Ευρώπη.

Τον Απρίλιο καθώς η εξάπλωση του ιού συνεχίζεται, οι χώρες επιβάλλουν αυστηρά μέτρα, όπως το κλείσιμο των συνόρων. Επιπλέον, επιχειρήσεις διακόπτουν τη λειτουργία τους, προκαλώντας μαζικές απώλειες θέσεων εργασίας, ενώ σχολεία και αθλητικές εκδηλώσεις ακυρώνονται. Οι φοιτητές αναγκάζονται να επιστρέψουν στα σπίτια τους, ενώ οι πολίτες αρχίζουν να υιοθετούν τη χρήση μάσκας και να τηρούν την αρχή της "κοινωνικής αποστασιοποίησης (social distancing)".

Τον Μάιο, οι ειδικοί εστιάζουν στο να "εξομαλύνουν την καμπύλη", δηλαδή να δημιουργήσουν ένα γράφημα που δείχνει τη μείωση των κρουσμάτων COVID-19 με την πάροδο του χρόνου. Είναι επιθυμητό να παρατηρηθεί μια ισοπεδωμένη γραμμή, σηματοδοτώντας την εξάλειψη των κρουσμάτων. Μετά από μήνες καραντίνας, οι χώρες αρχίζουν μια φάση "σταδιακής επαναλειτουργίας", σύμφωνα με τα κριτήρια που έχει θέσει η εκάστοτε κυβέρνηση, σε συνεργασία με τους τοπικούς αξιωματούχους. Παράλληλα, οι επιστήμονες παγκοσμίως αγωνίζονται για να κατανοήσουν την ασθένεια, να αναζητήσουν θεραπείες και να αναπτύξουν εμβόλια.

Τον Ιούνιο του ίδιου έτους, οι προσπάθειες επαναφοράς της οικονομίας προκαλούν νέα κρούσματα, ενώ η καμπύλη δεν εμφανίζει σημάδια επίπεδης πορείας. Εμπειρογνώμονες προειδοποιούν για τους κινδύνους που συνεπάγονται οι μεγάλες συγκεντρώσεις, χρησιμοποιώντας έννοιες όπως «συστάδες» ("clusters") και «γεγονότα με υπερδιάδοση» ("super-spreader events").

Φτάνοντας στον Ιούλιο, η πανδημία έχει επιφέρει αύξηση στα προβλήματα ψυχικής υγείας. Ο αριθμός των ανέργων συνεχίζει να ανεβαίνει, ενώ οι γονείς αντιμετωπίζουν την πρόκληση της εργασίας στο σπίτι μαζί με τη φροντίδα ή τη διδασκαλία των παιδιών. Οι νέοι ενήλικες, απομακρυνόμενοι από τους φίλους τους, αισθάνονται απογοητευμένοι από την απομόνωση και τις περιορισμένες προοπτικές απασχόλησης. Παράλληλα, οι αξιωματούχοι συζητούν τις καλύτερες προσεγγίσεις για να εξασφαλίσουν την ασφαλή επιστροφή των παιδιών στο σχολείο το επόμενο σχολικό έτος.

Σαν μην έφταναν όλα αυτά, τον Αύγουστο το πρώτο καταγεγραμμένο περιστατικό επαναμόλυνσης σημειώθηκε στο Χονγκ Κονγκ. Σε μια ευρύτερη κλίμακα, ο COVID-19 έχει τώρα καταλάβει τη θέση της τρίτης κύριας αιτίας θανάτου στις ΗΠΑ, μετά τις καρδιακές παθήσεις και τον καρκίνο.

Η νέα σχολική χρονιά ξεκινάει τον Σεπτέμβριο με μια ποικιλία προγραμμάτων για την προστασία των παιδιών και του εκπαιδευτικού προσωπικού, που περιλαμβάνουν διάφορες επιλογές από παραδοσιακά μαθήματα στην τάξη μέχρι απομακρυσμένη εκπαίδευση και υβριδικά μοντέλα. Παράλληλα, ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας συνιστά τη χρήση στεροειδών για τη θεραπεία ασθενών με σοβαρή νόσο, αλλά όχι για όσους αντιμετωπίζουν ελαφριά συμπτώματα. Σύμφωνα με τα Κέντρα Ελέγχου και Πρόληψης Νοσημάτων, οι άνθρωποι που είχαν πρόσφατα θετικό τεστ είχαν διπλάσιες πιθανότητες να δηλώσουν ότι επισκέφθηκαν εστιατόριο σε σχέση με εκείνους με αρνητικά αποτελέσματα.

Ο Οκτώβριος έρχεται για να δείξει με τον πιο έντονο τρόπο πως η πανδημία δεν κάνει διακρίσεις. Ο πρόεδρος την ΗΠΑ, Ντοναλντ Τραμπ βρέθηκε θετικός στον ιό του COVID-19 μετά από μια εκδήλωση στον κήπο των Ρόδων του Λευκού Οίκου, όπου φαινόταν ότι πολλοί άνθρωποι μολύνθηκαν επίσης. Παράλληλα, ο Οργανισμός Τροφίμων και Φαρμάκων (FDA) εξέδωσε πλήρη έγκριση για το φάρμακο remdesivir για τη θεραπεία του COVID-19.

Τους τελευταίους μήνες του 2020, τα κρούσμα άρχισαν να σπάνε νέα ρεκόρ στην ηπειρώτικη. Ο FDA χορήγησε στην Pfizer-BioNTech την πρώτη Άδεια Έκτακτης Χρήσης (Emergency Use Authorization- EUA) για ένα εμβόλιο mRNA, μια νέα μέθοδος εμβολιασμού που αποδείχθηκε ιδιαίτερα αποτελεσματική κατά του COVID-19. Μια εβδομάδα αργότερα, η Moderna έλαβε επίσης μια EUA για ένα εμβόλιο mRNA. Καθώς οι εμβολιασμοί ξεκίνησαν, εμφανίστηκαν σημαντικές παραλλαγές του ιού. Το Ηνωμένο Βασίλειο ανέφερε μια νέα παραλλαγή του ιού, γνωστή ως B.1.1.7, η οποία φαινόταν να είναι πιο μεταδοτική. Έως το τέλος του μήνα, ο B.1.1.7 εντοπίστηκε και στις Ηνωμένες Πολιτείες.

Το νέο έτος ξεκινάει με μία σαφή πτώση στον αριθμό των κρουσμάτων στην Ευρώπη. Παρόλα αυτά περισσότερες παραλλαγές εξαπλώνονται, συμπεριλαμβανομένης μιας που εντοπίστηκε για πρώτη φορά στη Νότια Αφρική με την ονομασία B.1.351, η οποία φτάνει και στις ΗΠΑ μέχρι το τέλος του μήνα. Σε όλο τον κόσμο γίνεται αγώνας δρόμου προκειμένου να εμβολιαστούν όσο το δυνατόν περισσότεροι άνθρωποι και να επιβραδυνθεί η εξάπλωση των παραλλαγών. Οι ερευνητές εργάζονται για να κατανοήσουν πόσο θανατηφόρες ή μεταδοτικές είναι οι παραλλαγές σε σύγκριση με τον αρχικό ιό.

Τον δεύτερο μήνα του Φεβρουαρίου αρχίζουν τα προβλήματα όσον αφορά την παροχή εμβολίων. Η προσφορά εμβολίων δεν επαρκεί για να καλύψει τη ζήτηση. Ωστόσο, η κυβερνήσεις των χωρών αναμένουν ότι η προσθήκη μιας τρίτης επιλογής (από την Johnson & Johnson) θα καταστήσει τα εμβόλια διαθέσιμα σε όλους. Εν τω μεταξύ, οι εταιρείες εργάζονται για να βελτιώσουν τα προϊόντα τους ώστε να διευκολύνουν τη διανομή και να ελέγξουν τις νέες παραλλαγές. Έτσι, ενώ μπορεί να υπάρχει ελπίδα ότι το τέλος της πανδημίας είναι ορατό, ο κόσμος εξακολουθεί να φοράει μάσκες και να τηρεί αποστάσεις ασφαλείας για πολύ καιρό ακόμη[4].

Ο Μάρτιος του 2021 σηματοδότησε μια κρίσιμη φάση στην πανδημία COVID-19 στην Ευρώπη. Μια νέα έξαρση κρουσμάτων, τροφοδοτούμενη από μεταλλάξεις όπως η Alpha και η Beta, οδήγησε σε αυστηρά lockdown σε διάφορες χώρες, ενώ η εκστρατεία εμβολιασμού βρισκόταν ακόμα σε εξέλιξη. Χώρες όπως η Γαλλία, η Γερμανία και η Ιταλία κατέγραψαν ανησυχητικά υψηλούς αριθμούς μολύνσεων, με την εξάπλωση των μεταλλάξεων να δημιουργεί ανησυχία για την αποτελεσματικότητα των εμβολίων. Σε μια προσπάθεια να περιοριστεί η εξάπλωση του ιού, πολλά κράτη επέβαλαν αυστηρά lockdown, κλείνοντας σχολεία, εστιατόρια και μη απαραίτητες επιχειρήσεις. Παράλληλα, η εκστρατεία εμβολιασμού βρισκόταν σε εξέλιξη, με αρκετές χώρες να αντιμετωπίζουν καθυστερήσεις και ελλείψεις εμβολίων.

Η έξαρση του Μαρτίου, σε συνδυασμό με τα lockdown και τις οικονομικές επιπτώσεις, δημιούργησε μια περίοδο μεγάλης πίεσης και αβεβαιότητας για την Ευρώπη. Η άνοδος των κρουσμάτων στην Ευρώπη συνεχίστηκε τον Απρίλιο, με χώρες όπως η Πολωνία και η Τσεχία να βιώνουν ρεκόρ μολύνσεων. Η μεταλλαγή Alpha παρέμεινε η επικρατούσα, ενώ η μεταλλαγή Beta άρχισε να εξαπλώνεται σε ορισμένες περιοχές. Πολλές χώρες άρχισαν σταδιακά να αίρουν τα lockdown, θέτοντας σε εφαρμογή αυστηρά μέτρα πρόληψης και ελέγχου. Συν τοις άλλοις, ο ρυθμός εμβολιασμού επιταχύνθηκε, με περισσότερες χώρες να ανοίγουν εμβολιαστικά κέντρα και να προσφέρουν εμβόλια σε ευρύτερες ηλικιακές ομάδες.

Ο Μάιος σηματοδότησε μια σταθεροποίηση και μείωση των κρουσμάτων στην Ευρώπη, καθώς τα μέτρα πρόληψης και ο εμβολιασμός άρχισαν να αποδίδουν καρπούς. Χώρες όπως η Ισπανία και η Πορτογαλία άνοιξαν ξανά τα σύνορά τους και επέτρεψαν τον τουρισμό, ενώ η Ευρωπαϊκή Ένωση έθεσε σε εφαρμογή το Ψηφιακό Πιστοποιητικό COVID-19, διευκολύνοντας τις μετακινήσεις εντός της Ευρώπης. Παράλληλα, η ανησυχία για τις μεταλλάξεις Delta και Lambda άρχισε να αυξάνεται, καθώς εμφανίζονταν σε διάφορες χώρες.

Η Ευρώπη βίωσε μια περίοδο ύφεσης των κρουσμάτων COVID-19 τον Ιούνιο, με πολλές χώρες να καταγράφουν σημαντική μείωση. Ο εμβολιασμός επιταχύνθηκε ραγδαία, με εκατομμύρια πολίτες να λαμβάνουν την πρώτη ή και τη δεύτερη δόση. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έθεσε στόχο τον εμβολιασμό του 70% του ενήλικα πληθυσμού έως το τέλος του καλοκαιριού. Ωστόσο, η ανησυχία για τις μεταλλάξεις Delta και Lambda παρέμενε, καθώς άρχισαν να κυριαρχούν σε ορισμένες περιοχές.

Τον Ιούλιο, η μετάλλαξη Delta έγινε η κυρίαρχη μετάλλαξη στην Ευρώπη, οδηγώντας σε μια νέα αύξηση των κρουσμάτων σε ορισμένες χώρες, όπως η Ισπανία και η Πορτογαλία. Πολλές χώρες επανέφεραν περιοριστικά μέτρα, όπως την χρήση μάσκας και την τήρηση αποστάσεων, σε μια προσπάθεια να περιορίσουν την εξάπλωση της μετάλλαξης Delta. Την ίδια ώρα, ο ρυθμός εμβολιασμού άρχισε να επιβραδύνει, καθώς ορισμένοι πολίτες απέφυγαν να κάνουν το εμβόλιο.

Ο Αύγουστος σηματοδότησε μια περίοδο σταθεροποίησης των κρουσμάτων στην Ευρώπη, μετά την άνοδο του Ιουλίου. Αυτή η ευχάριστη εξέλιξη συνοδεύτηκε με την απόφαση του FDA να εγκρίνει πλήρως το εμβόλιο COVID-19 της Pfizer-BioNTech για όλα τα άτομα ηλικίας 18 ετών και άνω. Χώρες όπως η Γαλλία και η Γερμανία άρχισαν σταδιακά να αίρουν τα περιοριστικά μέτρα, καθώς ο εμβολιασμός πρόσφερε αυξημένη προστασία. Παρόλο που η κατάσταση άρχισε σταδιακά να αποκλιμακώνεται για τα καλά, η ανησυχία για την εμφάνιση νέων μεταλλάξεων και την πιθανότητα ενός νέου κύματος της πανδημίας το φθινόπωρο παρέμενε.[5]

Η πανδημία COVID-19 έφερε δραματικές οικονομικές επιπτώσεις στην Ευρώπη, βυθίζοντας την περιοχή στην βαθύτερη ύφεση από τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο. Η οικονομία στην Ευρωζώνη συρρικνώθηκε κατά 8,3% το 2020, με χώρες όπως η Ισπανία και η Ελλάδα να βιώνουν ύφεση άνω του 10%. Ο αριθμός των ανέργων στην Ευρώπη αυξήθηκε σημαντικά, με το ποσοστό ανεργίας να φτάνει στο

8,1% το 2020. Η ζήτηση για αγαθά και υπηρεσίες μειώθηκε δραματικά, πλήττοντας επιχειρήσεις σε όλους τους κλάδους. Τα κράτη-μέλη της Ευρωζώνης αναγκάστηκαν να δανειστούν σημαντικά ποσά για να αντιμετωπίσουν τις οικονομικές συνέπειες της πανδημίας, αυξάνοντας το δημόσιο χρέος. Η πανδημία έφερε στην επιφάνεια και επιδείνωσε τις κοινωνικές ανισότητες, με τους φτωχότερους και τους πιο ευάλωτους πληθυσμούς να πλήττονται δυσανάλογα. Εκτός από τις άμεσες επιπτώσεις, η πανδημία δημιούργησε και μακροπρόθεσμες οικονομικές προκλήσεις. Η διακοπή της εκπαίδευσης και η απώλεια δεξιοτήτων απειλούν τη μελλοντική παραγωγικότητα. Η αύξηση του χρέους και οι δημοσιονομικές πιέσεις περιορίζουν τον δημοσιονομικό χώρο για επενδύσεις και ανάπτυξη. Η αβεβαιότητα και η ανασφάλεια πλήττουν την επιχειρηματική δραστηριότητα και τις επενδύσεις. Η αντιμετώπιση των οικονομικών συνεπειών της πανδημίας COVID-19 αποτελεί μια σημαντική πρόκληση για την Ευρώπη. Απαιτούνται στοχευμένες πολιτικές για την υποστήριξη των επιχειρήσεων και των εργαζομένων, την προώθηση της ανάπτυξης και την αντιμετώπιση των ανισοτήτων. Ταυτόχρονα, η Ευρώπη οφείλει να υλοποιήσει μεταρρυθμίσεις για να ενισχύσει την ανθεκτικότητα και την ανταγωνιστικότητα της οικονομίας της στο μέλλον[6].

### 3.2. Εξέλιξη πολέμου στην Ουκρανία

Στις 24 Φεβρουαρίου 2022, η Ρωσία προέβη σε στρατιωτική επέμβαση στην Ουκρανία, με στρατεύματα να εισβάλλουν στη χώρα από τη Λευκορωσία στα βόρεια, τη Ρωσία στα ανατολικά και την Κριμαία στα νότια. Ο Πρόεδρος Πούτιν περιέγραψε την ενέργεια ως "ειδική στρατιωτική επιχείρηση" με στόχο την προστασία του λαού του Ντονμπάς και την "αποστρατιωτικοποίηση και αποναζιστικοποίηση της Ουκρανίας". Παράλληλα, αρνήθηκε κάθε πρόθεση κατάληψης εδαφών ή χρήσης βίας για την επιβολή οποιασδήποτε λύσης. Ωστόσο, τα δύο τελευταία χρόνια, οι ρωσικές δυνάμεις δρουν με επιθετικό τρόπο σε πολλά μέρη της Ουκρανίας.

Αναλυτικά παρατίθενται τα πιο σημαντικά γεγονότα κατά την διάρκεια του πρώτου έτους του πολέμου:

- ❖ 24 Φεβρουαρίου 2022: Κατά τη διάρκεια μιας πρωινής ομιλίας, ο πρόεδρος Πούτιν ανακοινώνει μια "ειδική στρατιωτική επιχείρηση" στην Ουκρανία από ρωσικές δυνάμεις. Σε αντίδραση, ο πρόεδρος της Ουκρανίας, Βολοντιμίρ Ζελένσκι εισάγει στρατιωτικό νόμο και αποκλείει τον εναέριο χώρο της χώρας.
- ❖ 25 Φεβρουαρίου 2022: Ο πρόεδρος Ζελένσκι δίνει διάταγμα για πλήρη στρατιωτική κινητοποίηση και απαγορεύει σε όλους τους άνδρες ηλικίας 18-60 ετών να εγκαταλείψουν την Ουκρανία. Το Συμβούλιο Ασφαλείας του ΟΗΕ απορρίπτει σχέδιο ψηφίσματος που αποσκοπεί να τερματίσει τη στρατιωτική δράση της Ρωσίας, αφού η Ρωσία χρησιμοποιεί το βέτο της.

- ❖ 27 Φεβρουαρίου 2022: Ο πρόεδρος Ζελένσκι ανακοινώνει μια αγωγή κατά της Ρωσίας στο Διεθνές Δικαστήριο της Χάγης. Ο πρόεδρος Πούτιν δίνει εντολή στις δυνάμεις πυρηνικής αποτροπής της Ρωσίας να τεθούν σε κατάσταση ύψιστου συναγερμού.
- ❖ 28 Φεβρουαρίου 2022: Οι ρωσικές δυνάμεις εξαπολύουν επιθέσεις στο Χάρκοβο και στο Κίεβο, σκοτώνοντας αμάχους. Ο πρόεδρος Ζελένσκι ζητά την άμεση ένταξη της Ουκρανίας στην ΕΕ.
- ❖ 1 Μαρτίου 2022: Ο πρόεδρος Ζελένσκι καλεί τα δυτικά έθνη να επιβάλουν μια ζώνη απαγόρευσης πτήσεων πάνω από την Ουκρανία.
- ❖ 2 Μαρτίου 2022: Οι ρωσικές δυνάμεις στην Ουκρανία προχωρούν σε ευρύτερη πολιορκία τους σε πόλεις-κλειδιά, συμπεριλαμβανομένης της πρωτεύουσας, Κίεβο και το νότιο λιμάνι της Μαριούπολης. Στην Γενική Συνέλευση του ΟΗΕ υπερψηφίζεται μια απόφαση που καταδικάζει την εισβολή της Ρωσίας και την καλεί άμεσα να αποσύρει τις δυνάμεις της από τα ουκρανικά εδάφη. Το Ηνωμένο Βασίλειο και άλλες 37 χώρες παγκοσμίως παραδίδουν επίσημες εκθέσεις στο Διεθνές Ποινικό Δικαστήριο, οι οποίες καταγγέλλουν τις θηριωδίες της Ρωσίας στην Ουκρανία.
- ❖ 3 Μαρτίου 2022: Πυρκαγιά ξεσπά σε πυρηνικό σταθμό στην Ζαπορίζια μετά από βομβαρδισμό από τις ρωσικές δυνάμεις. Το υπουργείο Άμυνας του Ηνωμένου Βασιλείου αναφέρει ότι η ρωσική προέλαση στο Κίεβο έχει καθυστερήσει λόγω της σθεναρής ουκρανικής αντίστασης και μηχανικών βλαβών.
- ❖ 4 Μαρτίου 2022: Ο Γενικός Γραμματέας του NATO απορρίπτει την ιδέα μιας ζώνης απαγόρευσης πτήσεων.
- ❖ 7 Μαρτίου 2022: Η Ουκρανία απορρίπτει την προσφορά της Ρωσίας για "ανθρωπιστικούς διαδρόμους", καθώς προκύπτει ότι το μεγαλύτερο μέρος των διαδρομών οδηγούν απευθείας στη Ρωσία ή στη σύμμαχό της, τη Λευκορωσία.
- ❖ 10 Μαρτίου 2022: Το Ηνωμένο Βασίλειο επιβάλλει κυρώσεις κατά ρωσικών επιχειρηματιών.
- ❖ 15 Μαρτίου 2022: Ηγέτες της ΕΕ επισκέπτονται το Κίεβο για να δείξουν την υποστήριξή τους.
- ❖ 16 Μαρτίου 2022: Το Διεθνές Δικαστήριο διατάσσει την Ρωσία να σταματήσει την εισβολή της, λέγοντας ότι δεν έχει αποδεικτικά στοιχεία που να υποστηρίζουν τη δικαιολογία του Κρεμλίνου για την επίθεση στην Ουκρανία.
- ❖ 18 Μαρτίου 2022: Ο πρόεδρος Πούτιν εορτάζει την επέτειο της προσάρτησης της Κριμαίας.
- ❖ 7 Απριλίου 2022: Η Γενική Συνέλευση του ΟΗΕ αναστέλλει τη Ρωσία από το Συμβούλιο Ανθρωπίνων Δικαιωμάτων.
- ❖ 6 Μαΐου 2022: Το Συμβούλιο Ασφαλείας του ΟΗΕ εκδίδει την πρώτη του δήλωσή του σχετικά με τον πόλεμο στην Ουκρανία, αλλά απέχει από τη χρήση των λέξεων «πόλεμος», «σύγκρουση» ή «εισβολή».

- ❖ 12 Μαΐου 2022: Η Φινλανδία υποβάλλει αίτηση για ένταξη στο NATO, ενώ στις 16 του ίδιου μήνα ακολουθεί και η Σουηδία.
- ❖ 7 Ιουνίου 2022: Το ρωσικό κοινοβούλιο εγκρίνει δύο νομοσχέδια που αναιρούν την δικαιοδοσία του Ευρωπαϊκού Δικαστηρίου για τα Ανθρώπινα Δικαιώματα (ΕΔΑΔ) στη χώρα.
- ❖ 16 Ιουνίου 2022: Οι ηγέτες της Γαλλίας, της Γερμανίας, της Ιταλίας και της Ρουμανίας επισκέπτονται το Κίεβο, δεσμευόμενοι να υποστηρίξουν την αίτηση της Ουκρανίας για ένταξη στην Ευρωπαϊκή Ένωση.
- ❖ 17 Ιουνίου 2022: Ο πρωθυπουργός του Ηνωμένου Βασιλείου, Μπόρις Τζόνσον, επισκέπτεται απροσδόκητα το Κίεβο για να συναντηθεί με τον πρόεδρο της Ουκρανίας, Ζελένσκι.
- ❖ 23 Ιουνίου 2022: Η Ευρωπαϊκή Ένωση εγκρίνει την αίτηση της Ουκρανίας να γίνει υποψήφια χώρα της Ένωσης.
- ❖ 5 Ιουλίου 2022: Τα 30 κράτη μέλη του NATO υπογράφουν τα πρωτόκολλα προσχώρησης για τη Φινλανδία και τη Σουηδία, προωθώντας τις προτάσεις ένταξης των δύο σκανδιναβικών χωρών στα συμμαχικά κοινοβούλια για έγκριση.
- ❖ 6 Σεπτεμβρίου 2022: Η Λιζ Τρας αντικαθιστά τον Μπόρις Τζόνσον στη θέση του Πρωθυπουργού του Ηνωμένου Βασιλείου. Ο υπουργός Εξωτερικών της Ρωσίας, Σεργκέι Λαβρόφ, κατακρίνει αυτή την εκλογή, θεωρώντας ότι το Ηνωμένο Βασίλειο δεν θα ενισχύσει τη θέση του στη διεθνή σκηνή υπό την ηγεσία της.
- ❖ 21 Σεπτεμβρίου 2022: Ο πρόεδρος Ζελένσκι μιλάει διαδικτυακά στην Γενική Συνέλευση του ΟΗΕ στη Νέα Υόρκη, τονίζοντας ότι ο κόσμος θέλει την ειρήνη.
- ❖ 30 Σεπτεμβρίου 2022: Ο πρόεδρος Πούτιν υπογράφει την 'Συνθήκη Προσχώρησης' που επισημοποιεί την παράνομη προσάρτηση τεσσάρων κατεχομένων περιοχών από την Ουκρανία. Αργότερα η Ρωσία ασκεί βέτο σε μια Δυτική πρόταση στο Συμβούλιο Ασφαλείας του ΟΗΕ προκειμένου να καταδικαστούν οι προσαρτήσεις ουκρανικών εδαφών.
- ❖ 5 Οκτωβρίου 2022: Ο πρόεδρος Πούτιν υπογράφει τους νόμους για την επίσημη απορρόφηση τεσσάρων ουκρανικών περιοχών από τη Ρωσία.
- ❖ 19 Οκτωβρίου 2022: Ο υπουργός Εξωτερικών της Ρωσίας, Σεργκέι Λαβρόφ, υποστηρίζει ότι η Ρωσία δεν βλέπει πλέον την ανάγκη να διατηρήσει μια διπλωματική παρουσία στη Δύση.
- ❖ 25 Οκτωβρίου 2022: Ο Ρίσι Σουνάκ αντικαθιστά τη Λιζ Τρας στην πρωθυπουργία του Ηνωμένου Βασιλείου. Αμέσως μετά την εκλογή του, ο νυν βρετανός πρωθυπουργός συνομιλεί με τον αμερικανό πρόεδρο Τζο Μπάιντεν και συμφωνούν να συνεργαστούν για να βοηθήσουν την Ουκρανία.
- ❖ 5 Νοεμβρίου 2022: Το Ιράν αναγνωρίζει για πρώτη φορά ότι έχει προμηθεύσει τη Μόσχα με μη επανδρωμένα αεροσκάφη.

- ❖ 10 Νοεμβρίου 2022: Νέα δεδομένα αποκαλύπτουν την πλήρη επίδραση των βρετανικών κυρώσεων στην Ρωσία, με δέσμευση ρωσικών περιουσιακών στοιχείων ύψους 18,39 δισεκατομμυρίων λιρών.
- ❖ 23 Νοεμβρίου 2022: Το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο υπερψηφίζει να χαρακτηρίσει τη Ρωσία ως «καθεστώς που υποθάλλει την τρομοκρατία».
- ❖ 8 Δεκεμβρίου 2022: Ο πρόεδρος Πούτιν παραδέχεται ότι ο πόλεμος της Ρωσίας με την Ουκρανία θα μπορούσε να μετατραπεί σε μια «μακροχρόνια διαδικασία».
- ❖ 19 Δεκεμβρίου 2022: Ο πρόεδρος Πούτιν συζητά στενότερη στρατιωτική συνεργασία με τον Λευκορώσο ομόλογό του, Αλεξάντερ Λουκασένκο, την ώρα που οι φόβοι ότι η Μόσχα θα κινητοποιήσει τον πιο κοντινό της σύμμαχο για να συμμετάσχει σε μια νέα χερσαία επίθεση κατά της Ουκρανίας, αυξάνονται στο Κίεβο.
- ❖ 26 Δεκεμβρίου 2022: Η Ουκρανία ζητά την απομάκρυνση της Ρωσίας από μόνιμο μέλος του Συμβουλίου Ασφαλείας του ΟΗΕ.
- ❖ 14 Ιανουαρίου 2023: Ο πρωθυπουργός Ρίσι Σουνάκ επιβεβαιώνει ότι το Ηνωμένο Βασίλειο σχεδιάζει να παράσχει στην Ουκρανία έναν μικρό αριθμό αρμάτων μάχης, Challenger 2.
- ❖ 30 Ιανουαρίου 2023: Ο πρόεδρος Ρετζέπ Ταγίπ Ερντογάν δηλώνει ότι η Τουρκία θα μπορούσε να δεχτεί τη Φινλανδία στο NATO χωρίς τη σκανδιναβική της γείτονα χώρα, Σουηδία. Ο πρωθυπουργός της Ουκρανίας, Ντένις Σμιχάλ, δηλώνει ότι θέλει η χώρα του να ενταχθεί στην ΕΕ μέσα στα επόμενα δύο έτη.
- ❖ 17 Φεβρουαρίου 2023: Παγκόσμιοι ηγέτες συγκεντρώνονται στη Γερμανία για το Διάσκεψη του Μονάχου περί ασφάλειας, για να συζητήσουν την ασφάλεια της Ευρώπης μετά την εισβολή της Ρωσίας στην Ουκρανία.
- ❖ 20 Φεβρουαρίου 2023: Ο Μπάιντεν επισκέπτεται την ουκρανική πρωτεύουσα, το Κίεβο, για να συναντηθεί με τον πρόεδρο Ζελένσκι και ανακοινώνει ένα νέο πακέτο πρόσθετων αμερικανικών προμηθειών όπλων αξίας 500 εκατ. δολαρίων (415 εκατ. λίρες).
- ❖ 21 Φεβρουαρίου 2023: Ο πρόεδρος Πούτιν ανακοινώνει ότι η Ρωσία θα αναστείλει τη διμερή πυρηνική συνθήκη, New START, με τις ΗΠΑ.
- ❖ 22 Φεβρουαρίου 2023: Ο πρόεδρος Πούτιν ανακαλεί διάταγμα του 2012 που εν μέρει στηρίζει την κυριαρχία της Μολδαβίας όσον αφορά το μέλλον της περιοχής της Υπερδνειστερίας. Ο κορυφαίος διπλωμάτης της Κίνας, Γουάνγκ Γι, συναντάται με τον πρόεδρο Πούτιν στη Μόσχα, και επιβεβαιώνουν τη στενή διμερή σχέση των δύο χωρών.
- ❖ 23 Φεβρουαρίου 2023: Η Γενική Συνέλευση του ΟΗΕ υιοθετεί ψήφισμα με το οποίο ζητείται ο τερματισμός του πολέμου στην Ουκρανία.
- ❖ 24 Φεβρουαρίου 2023: Πρώτη επέτειος της εισβολής της Ρωσίας στην Ουκρανία. Η Κίνα εκδίδει έγγραφο θέσεων 12 σημείων που περιγράφει τη στάση της για τις πολεμικές συρράξεις στην Ουκρανία, παρουσιάζοντας τον εαυτό της ως ουδέτερο κράτος και προτρέπει τις δύο πλευρές να αρχίσουν ειρηνευτικές διαπραγματεύσεις[7].



Οι οικονομικές συνέπειες του πολέμου είναι ολέθριες. Ήδη ο απολογισμός στην Ουκρανία είναι συγκλονιστικός. Οι ρωσικές κυρώσεις έχουν προκαλέσει μια πρωτοφανή οικονομική κρίση, εμποδίζοντας την κινητοποίηση πόρων και εμπορίου. Η υποτίμηση του ρουβλίου έχει οδηγήσει σε αύξηση του πληθωρισμού, μειώνοντας το βιοτικό επίπεδο του πληθυσμού. Με την Ευρωπαϊκή Ένωση να βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στις εισαγωγές ρωσικού φυσικού αερίου στην αρχή του πολέμου, υπήρξε ανάγκη αναζήτησης άλλων παρόχων φυσικού αερίου. Με την αλυσίδα εφοδιασμού να διαταράσσεται συνεχώς, οι τιμές των αγαθών αυξάνονται και η ανάκαμψη της οικονομίας από την πανδημία καθυστερεί περαιτέρω. Αξίζει να αυξηθεί ότι πάνω από 2,5 εκατομμύρια άτομα αναγκάστηκαν να εγκαταλείψουν την Ουκρανία μόλις με το που ξέσπασε ο πόλεμος. Κάτι τέτοιο αυξάνει σημαντικά την ανάγκη χρηματοδότησης των χωρών της ανατολικής Ευρώπης που ανήκουν στην Ένωση. Ακόμη οι ευρωπαϊκές οικονομίες επιβαρύνονται τόσο από την αλλαγή σκηνικού στην ενέργεια όσο και από την, απαραίτητη πλέον, ανάπτυξη στρατιωτικής άμυνας. Ο πόλεμος έχει δημιουργήσει μια ανθρωπιστική καταστροφή ασύλληπτων διαστάσεων. Η ρωσική εισβολή επέφερε σοβαρό πλήγμα στην ουκρανική οικονομία και προκάλεσε εκτεταμένες ζημιές στις υποδομές της χώρας. Η μάχη έχει εντείνει τους φόβους για μια ταχεία παγκόσμια οικονομική ύφεση, την εκτίναξη των τιμών και του χρέους και την αύξηση των επιπέδων φτώχειας. Οι ευρωπαϊκές οικονομίες αισθάνθηκαν κατευθείαν τις επιπτώσεις του πολέμου. Οι υπολειμματικές επιπτώσεις της πανδημίας έθεσαν την ήπειρο αυτή σε μια πορεία προς ύφεση ήδη από το 2022. Οι εκτιμήσεις για παγκόσμια ανάπτυξη έχουν μειωθεί ως αποτέλεσμα των επιπτώσεων του πολέμου, της φτωχότερης ανάπτυξης στην Ευρωζώνη και των διαταραχών στην παραγωγή, το εμπόριο και τη χρηματοδότηση. Σύμφωνα με τις προβλέψεις του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών για τους Πρόσφυγες, αυτή η προσφυγική κρίση θα επισκιάσει κάθε προηγούμενη. Εξαιτίας αυτού, η βοήθεια προς τις χώρες που φιλοξενούν τους πρόσφυγες και προσφυγικούς πληθυσμούς αυτούς καθ' αυτούς κρίνεται απαραίτητη. Με την αύξηση των προσφυγικών πληθυσμών, η Παγκόσμια Τράπεζα εισάγει προγράμματα επιχειρησιακής στήριξης για γειτονικές χώρες της Ουκρανίας προκειμένου να αντιμετωπιστούν οι αυξανόμενες απαιτήσεις. Η αύξηση των παγκόσμιων τιμών του πετρελαίου που προκλήθηκε από τον πόλεμο έρχεται να υπογραμμίσει τον επείγοντα χαρακτήρα της ενίσχυσης του ενεργειακού εφοδιασμού από ανανεώσιμες πηγές και της επιτάχυνσης της ανάπτυξης και κατασκευής ενεργειακά αποδοτικής τεχνολογίας μεγάλης κλίμακας[8].

### 3.3 Εξέλιξη πολέμου στο Ισραήλ

Το διάστημα του πολέμου που μελετάται στην παρούσα εργασία είναι από την πρώτη επίθεση της Χαμάς, στις 7 Οκτωβρίου του 2023, έως το τέλος του ίδιου έτους.

Στις 7 Οκτωβρίου, η Χαμάς εκτοξεύει μια άνευ προηγουμένου επίθεση εναντίον του Ισραήλ, επιλέγοντας να χτυπήσει κατά τη διάρκεια της εβραϊκής εορτής Simchat Torah. Από το 2007, η Χαμάς έχει τον έλεγχο της Λωρίδας της Γάζας, όμως αυτή η επίθεση αποτελεί μια από τις πλέον καταστροφικές στιγμές για τους Εβραίους, παρεμβαίνοντας σε έναν αρχαίο εορτασμό με συντριπτική βία. Η Χαμάς ξεκινά την επίθεσή της εκτοξεύοντας ρουκέτες προς τις πόλεις του Ισραήλ. Στη συνέχεια, οι μαχητές της διασπούν τα σύνορα και εισβάλλουν στο Ισραήλ από ξηρά, αέρα και θάλασσα, χρησιμοποιώντας αλεξιπτωτα πλαγιάς και ταχύπλοα. Εισβάλλουν σε στρατιωτικές βάσεις, καταστήματα και ακόμα και σε ένα μουσικό φεστιβάλ. Οι Ισραηλινοί αξιωματούχοι αναφέρουν ότι περίπου 1.200 άνθρωποι χάνουν τη ζωή τους σε αυτή την επίθεση, ενώ περισσότεροι από 250 απαγάγονται και μεταφέρονται στη Γάζα, συμπεριλαμβανομένων και ανθρώπων που υπέστησαν σεξουαλική επίθεση, σύμφωνα με την Ομάδα του ΟΗΕ. Αυτή η αναίτια βία οδηγεί το Ισραήλ να απαντήσει με πολεμικές ενέργειες την επόμενη ημέρα.

Δύο ημέρες μετά τα γεγονότα, το Ισραήλ ανακοινώνει την έναρξη μιας "πλήρους πολιορκίας" στη Γάζα. Η περιοχή, όπου ζουν πάνω από 2 εκατομμύρια Παλαιστίνιοι, έχει ήδη βρεθεί υπό πολιτικό και οικονομικό αποκλεισμό για περίπου 16 χρόνια. Ο υπουργός Άμυνας του Ισραήλ, Yoav Gallant, δηλώνει ότι "κανένα είδος ηλεκτρικού ρεύματος, τροφίμων ή καυσίμων δεν θα επιτραπεί να εισέλθει στην περιοχή". Στις 11 του μήνα, ο Ισραηλινός πρωθυπουργός Μπέντζαμιν Νετανιάχου-αντιδημοφιλής πριν από τις 7 Οκτωβρίου και τώρα κατηγορούμενος ότι δεν κατάφερε να προστατεύσει τη χώρα- ωθείται στο σχηματισμό μιας κυβέρνησης έκτακτης ανάγκης με τον πολιτικό του αντίπαλο, Μπένι Γκαντζ και μαζί καλούν 360.000 εφέδρους. Την επόμενη ημέρα δίνει ένα εικοσιτετράωρο στους κατοίκους της βόρειας Γάζας την εγκαταλείψουν. Ενώ πολλοί υπακούν, άλλοι αρνούνται να εγκαταλείψουν τα σπίτια τους.

Στις 17 Οκτωβρίου τουλάχιστον 100 άνθρωποι σκοτώνονται από έκρηξη στο νοσοκομείο al-Ahli στην πόλη της Γάζας. Η Χαμάς κατηγορεί μια ισραηλινή αεροπορική επιδρομή, ενώ το Ισραήλ κατηγορεί μια αδέσποτη ρουκέτα που εκτοξεύθηκε από Παλαιστίνιους μαχητές. Ανάλυση της Washington Post από βίντεο από τη σκηνή αποκαλύπτει ότι ρουκέτες εκτοξεύτηκαν από τη Γάζα προς το νοσοκομείο 44 δευτερόλεπτα πριν από την έκρηξη. Λίγες ημέρες μετά, η Αίγυπτος ανοίγει εκ νέου το πέρασμα της Ράφα, τη μόνη δίοδο εισόδου ή εξόδου από τη Γάζα που δεν ελέγχει το Ισραήλ, επιτρέποντας να συνεχιστεί η παροχή βοήθειας-αλλά σε μικρότερο βαθμό σε σύγκριση με πριν τον πόλεμο.

Στις 27 Οκτωβρίου η κατάσταση κλιμακώνεται. Ο ισραηλινός στρατός επεκτείνει τις χερσαίες επιχειρήσεις του παρά τις προειδοποιήσεις της κυβέρνησης Μπάιντεν ότι μια πλήρους κλίμακας επίθεση θα μπορούσε να προκαλέσει σοβαρές απώλειες μεταξύ αμάχων. Τέσσερις ημέρες αργότερα, ο καταυλισμός της Τζαμπάλια στη βόρεια Γάζα πλήττεται από ισραηλινή επίθεση, η οποία σκοτώνει περισσότερους από 110 ανθρώπους και τραυματίζει εκατοντάδες. Ο ισραηλινός στρατός λέει ότι σκότωσε έναν ανώτερο διοικητή της Χαμάς και άλλους μαχητές. Το Γραφείο Ανθρωπίνων Δικαιωμάτων του ΟΗΕ εκφράζει σοβαρές ανησυχίες ότι η τρέχουσα κατάσταση αφορά δυσανάλογες επιθέσεις που θα μπορούσαν να ισοδυναμούν με εγκλήματα πολέμου.

Ο απολογισμός του πρώτου μήνα του πολέμου είναι ολέθριος. Στις 6 Νοεμβρίου οι θάνατοι στην Γάζα αγγίζουν τους 10.000, σύμφωνα με του Υπουργείο Υγείας της Γάζας. Σύμφωνα με τις υπηρεσίες του ΟΗΕ, τα περισσότερα θύματα είναι γυναίκες και παιδιά. Στις 15 του μηνός, οι Ισραηλινές Δυνάμεις Άμυνας εισβάλλουν στο νοσοκομείο al-Shifa, το οποίο στεγάζει εκατοντάδες ασθενείς και χιλιάδες ανήμπορους. Οι έντονες μάχες στην ευρύτερη περιοχή τον τελευταίο μήνα είχαν αποκλείσει το συγκεκριμένο νοσοκομείο. Μετά την εισβολή του Ισραηλινού στρατού, το νοσοκομείο χάνει την πρόσβαση στο ρεύμα, με αποτέλεσμα ασθενείς, συμπεριλαμβανομένων πρόωρων μωρών, να χάσουν την ζωή τους, σύμφωνα με γιατρούς τους νοσοκομείου.

Στις 19 Νοεμβρίου, οι αντάρτες Χούθι, υποστηριζόμενοι από το Ιράν, αποκτούν τον έλεγχο του εμπορικού πλοίου Galaxy Leader στην Υεμένη και κρατούν ομήρους. Η συγκεκριμένη επίθεση, που αποτελεί μόνο ένα από τα πολλά περιστατικά επιθέσεων κατά της ναυτιλίας στην Ερυθρά Θάλασσα, υποστηρίζεται ότι είναι ένδειξη διαμαρτυρίας για τις ισραηλινές ενέργειες. Πέντε ημέρες μετά, το Ισραήλ και η Χαμάς συμφωνούν στην κατάπαυση του πυρός και την ανταλλαγή αιχμαλώτων, από τη Χαμάς, και ομήρων, από την πλευρά του Ισραήλ. Η Χαμάς απελευθερώνει περισσότερους από 100 ισραηλινούς ομήρους. Το Ισραήλ απελευθερώνει 240 Παλαιστίνιους που κρατούνταν ως αιχμάλωτοι. Οι απελευθερωμένοι όμηροι αρχίζουν να μοιράζονται μαρτυρίες, με ορισμένους να υποστηρίζουν ότι έγιναν μάρτυρες σεξουαλικής παρενόχλησης σε άλλους ομήρους. Η παύση των μαχών λήγει μετά από επτά ημέρες. Κάθε πλευρά υποστηρίζει ότι η άλλη παραβίασε την συμφωνία.

Στις αρχές του Δεκέμβρη, οι ισραηλινές δυνάμεις εισβάλλουν στη νότια Γάζα, προχωρώντας προς το Χαν Γιουνίς. Η εν λόγω περιοχή είχε εκκενωθεί από τους αμάχους με προηγούμενη ενθάρρυνση του Ισραήλ για λόγους ασφάλειας. Καταγγέλλεται ότι ο ηγέτης της Χαμάς, Yehiya Sinwar, ο οποίος φέρεται να είναι υπεύθυνος για την επίθεση της 7ης Οκτωβρίου, κρύβεται σε σήραγγες κάτω από το Χαν Γιουνίς. Το Ισραήλ ενθαρρύνει τους πολίτες να μετακινηθούν προς τα νότια, προς τη Ράφα και τα σύνορα με την Αίγυπτο.

Στις 15 Δεκεμβρίου, οι ένοπλες δυνάμεις τους κράτους του Ισραήλ σκοτώνουν κατά λάθος τρεις ισραηλινούς ομήρους στην λωρίδα της Γάζας, προκαλώντας την

οργή του ισραηλινού λαού. Σύμφωνα με ανώτερο αξιωματούχο, οι τρεις άνδρες ήταν χωρίς μπλούζα και κρατούσαν μια αυτοσχέδια λευκή σημαία καθώς πλησίαζαν μια θέση των ενόπλων δυνάμεων. Μια εβδομάδα μετά, ο απολογισμός των νεκρών στην λωρίδα της Γάζας αγγίζει τους 20.000, δηλαδή το 1/100 του πληθυσμού της. Πλησιάζοντας στο τέλος του έτους, τα Ηνωμένα Έθνη κάνουν λόγο για μια "ραγδαία επιδείνωση της κατάστασης των ανθρωπίνων δικαιωμάτων στην κατεχόμενη Δυτική Όχθη, συμπεριλαμβανομένης της Ανατολικής Ιερουσαλήμ" από τις 7 Οκτωβρίου. Μέχρι τις 31 Δεκεμβρίου, περισσότεροι από 500 Παλαιστίνιοι έχουν σκοτωθεί στη Δυτική Όχθη και οι επιθέσεις εξτρεμιστών Ισραηλινών αποίκων εναντίον Παλαιστινίων στη Δυτική Όχθη αυξάνονται. Τουλάχιστον 11 παλαιστινιακές κοινότητες εγκαταλείπονται εντελώς το 2023. Αργότερα, τα Ηνωμένα Έθνη εκφράζουν "ανησυχία για αξιόπιστους ισχυρισμούς για πρωτοφανείς παραβιάσεις των ανθρωπίνων δικαιωμάτων" σε βάρος κοριτσιών και γυναικών στη Γάζα και τη Δυτική Όχθη[9].

Σύμφωνα με την Goldman Sachs, ο πόλεμος Ισραήλ-Χαμάς θα μπορούσε να έχει σημαντικό αντίκτυπο στην οικονομική ανάπτυξη και τον πληθωρισμό στην ευρωζώνη, εκτός εάν οι πιέσεις στις τιμές της ενέργειας παραμείνουν περιορισμένες. Οι συνεχιζόμενες εχθροπραξίες θα μπορούσαν να επηρεάσουν τις ευρωπαϊκές οικονομίες μέσω της μείωσης του περιφερειακού εμπορίου, των αυστηρότερων χρηματοπιστωτικών συνθηκών, των υψηλότερων τιμών της ενέργειας και της χαμηλότερης καταναλωτικής εμπιστοσύνης, τόνισε η Ευρωπαϊκή οικονομική αναλύτρια Katya Vashkinskaya σε ερευνητικό σημείωμα. Με την εξάπλωση της σύγκρουσης, αυξάνονται οι ανησυχίες των οικονομολόγων για το ενδεχόμενο επέκτασής της και στη Μέση Ανατολή. Το Ισραήλ και ο Λίβανος βρίσκονται σε ανταλλαγή πυραύλων, ενώ οι συνεχείς βομβαρδισμοί της Γάζας από το Ισραήλ οδηγούν σε μαζικές απώλειες ανάμεσα στους αμάχους και εμβαθύνουν την ανθρωπιστική κρίση. Αν και οι εντάσεις θα μπορούσαν να επηρεάσουν την ευρωπαϊκή οικονομική δραστηριότητα μέσω της μείωσης του εμπορίου με τη Μέση Ανατολή, η Vashkinskaya τόνισε ότι η έκθεση της ηπείρου είναι περιορισμένη, δεδομένου ότι η ευρωζώνη εξάγει περίπου το 0,4% του ΑΕΠ προς το Ισραήλ και τους γείτονές του, ενώ η εμπορική έκθεση της Βρετανίας είναι μικρότερη από το 0,2% του ΑΕΠ. Αν και οι αυστηρότερες χρηματοπιστωτικές συνθήκες μπορούν να επηρεάσουν την ανάπτυξη και να επιδεινώσουν την ήδη υφιστάμενη οικονομική πίεση από τα υψηλά επιτόκια τόσο στη ζώνη του ευρώ όσο και στο Ηνωμένο Βασίλειο, η Goldman Sachs δεν διακρίνει ένα σαφές πρότυπο μεταξύ των χρηματοπιστωτικών συνθηκών και των προηγούμενων επεισοδίων έντασης στη Μέση Ανατολή. Ωστόσο, σημαντικότερος και πιθανώς πιο επιδραστικός τρόπος με τον οποίο οι εντάσεις θα μπορούσαν να επηρεάσουν την ευρωπαϊκή οικονομία είναι μέσω των αγορών πετρελαίου και φυσικού αερίου, σύμφωνα με την Vashkinskaya[10].

## Κεφάλαιο 4: Ευρωπαϊκή Αγορά Ηλεκτρικής Ενέργειας

### 4.1. Τα θεμελιώδη στοιχεία για την ευρωπαϊκή αγορά ηλεκτρικής ενέργειας

Παραδοσιακά, η ενέργεια διαχειριζόταν μέσω εθνικών μονοπωλίων. Με πρωτοβουλία της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ), ξεκίνησε μια πολιτική με στόχο την ανάπτυξη ενεργειακών ανταλλαγών προκειμένου να ενισχυθεί η ασφάλεια του εφοδιασμού και να διασφαλιστεί η διαφάνεια στον καθορισμό των τιμών. Η εσωτερική ενεργειακή αγορά της εκάστοτε χώρας αποτελείται από τις ευρωπαϊκές αγορές ηλεκτρισμού και φυσικού αερίου. Με τον Ενιαίο Ευρωπαϊκό Νόμο (1986), η ΕΕ ανέλαβε μια πολιτική απελευθέρωσης της αγοράς:

- ❖ 1996: Η Ένωση δίνει οδηγία που στοχεύει την απελευθέρωση της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας και στην ενθάρρυνση του ανταγωνισμού τόσο στην ανώτερη όσο και στην κατώτερη διαδικασία του τομέα.
- ❖ 2003:
  - Ελευθερία σε επαγγελματικό (2004) και σε ιδιωτικό (2007) επίπεδο, όσον αφορά την επιλογή παρόχου ηλεκτρικής ενέργειας.
  - Νομικός διαχωρισμός της παραγωγής, μεταφοράς, διανομής και προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας.
- ❖ 2009:
  - Διευκόλυνση των διασυνοριακών ανταλλαγών ηλεκτρικής ενέργειας.
  - Δημιουργία του Οργανισμού για την Συνεργασία των Ρυθμιστικών Αρχών Ενέργειας (Agency for the Cooperation of Energy Regulators- ACER), επιφορτισμένος με την διασφάλιση της εύρυθμης λειτουργίας της Ευρωπαϊκής Αγοράς Ενέργειας.
- ❖ 2019:
  - Διάταξη που ευνοεί την συμμετοχή των καταναλωτών στην βιώσιμη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.
  - Εισαγωγή κοινών μεθόδων αξιολόγησης και διαχείρισης ρίσκου όσον αφορά την ασφάλεια του εφοδιασμού.

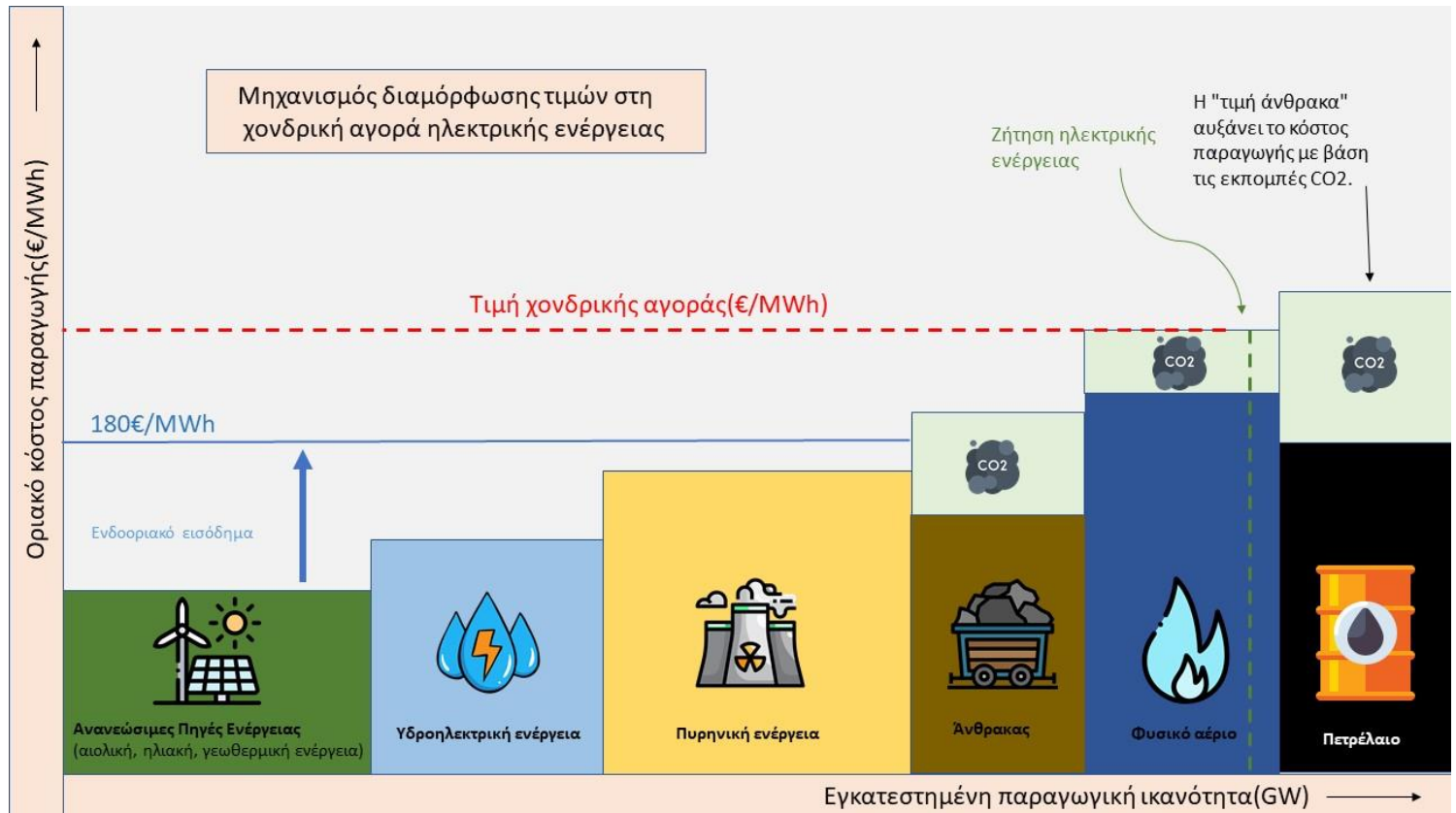
Σχετικά με τον τρόπο λειτουργίας της αγοράς, μεγάλες ποσότητες ηλεκτρισμού δεν μπορούν να αποθηκευτούν. Αυτό σημαίνει ότι πρέπει να επιτευχθεί μια ισορροπία μεταξύ προσφοράς και ζήτησης προκειμένου να αποφευχθούν οι διακοπές ρεύματος. Υπάρχουν αρκετές αγορές χονδρικής στις οποίες ο ηλεκτρισμός αγοράζεται (από προμηθευτές) και πωλείται (από παραγωγούς) για παράδοση την ίδια ημέρα, την επόμενη ημέρα ή ακόμα και αρκετούς μήνες ή χρόνια μετά. Υπό την προϋπόθεση της χωρητικότητας των διασυνδέσεων (υψηλές τάσεις), η αγορά ηλεκτρισμού διευκολύνει τις ανταλλαγές ηλεκτρισμού μεταξύ χωρών και, συνεπώς, τη σύγκλιση των τιμών.

Η χονδρική αγορά διαφέρει από τη λιανική αγορά που αφορά την προμήθεια σε τελικούς πελάτες (επιχειρήσεις και νοικοκυριά). Για παράδειγμα σε ένα χρόνο, συγκεκριμένα από το 2021 στο 2022, η χονδρική τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας αυξήθηκε κατά μέσο όρο κατά 181% στην Ευρώπη, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 6. Η αύξηση αυτή δεν επηρεάζει τη λιανική τιμή με τον ίδιο τρόπο, καθώς οι χονδρικές τιμές αποτελούν μόνο ένα μέρος των λιανικών τιμών. Παίρνοντας ως παράδειγμα την Γαλλία, η τιμή διαμορφώνεται από την προμήθεια ενέργειας (35%), τους φόρους (33%) και τη μεταφορά μέσω των δικτύων (32%). Επιπλέον, τα κράτη μπορούν να θεσπίσουν μέτρα για τον περιορισμό των αυξήσεων των τιμών λιανικής χάρη σε μια διάταξη που παρουσίασε η Ευρωπαϊκή Επιτροπή τον Οκτώβριο του 2021. Αυτό σημαίνει ότι δεν υπήρξε αύξηση των λογαριασμών ηλεκτρικού ρεύματος για τα γαλλικά νοικοκυριά. Αυτό οφείλεται στην εισαγωγή μιας «ασπίδας τιμολόγησης», η οποία περιορίζει τις αυξήσεις των ρυθμιζόμενων τιμών ηλεκτρικής ενέργειας στο 4% μειώνοντας τους φόρους επί της ηλεκτρικής ενέργειας και αυξάνοντας το μερίδιο της ρυθμιζόμενης πυρηνικής ενέργειας.



Εικόνα 6: Αύξηση χονδρικής τιμής ηλεκτρικής ενέργειας στην Ευρώπη μεταξύ 2021 και 2022

Η χονδρική τιμή πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας για την επόμενη ημέρα ή αλλιώς τιμή εκκαθάρισης Αγοράς Επόμενης Ημέρας (Day-Ahead Market -DAM) ,καθορίζεται σύμφωνα με την αρχή της τιμολόγησης του οριακού κόστους, ή το κόστος της τελευταίας μεγαβατώρας (MWh) που παράγεται: οι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας καλούνται να καλύψουν τη ζήτηση σύμφωνα με την «αξιολογική σειρά». Ως εκ τούτου, οι παραγωγοί που χρησιμοποιούν τεχνολογίες με χαμηλότερο λειτουργικό κόστος συνδέονται κατά προτεραιότητα.



Εικόνα 7: Μηχανισμός διαμόρφωσης των τιμών στη χονδρική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας

Το κόστος παραγωγής του τελευταίου σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που κλήθηκε καθορίζει την τιμή της χονδρικής αγοράς. Η σημαντική αύξηση των τιμών του φυσικού αερίου σε διάστημα ενός έτους είχε άμεσο αντίκτυπο στο κόστος που συνδέεται με τη λειτουργία των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής με φυσικό αέριο. Ως αποτέλεσμα, επηρεάστηκε το περιθώριο κέρδους (κερδοφορία ή αποδοτικότητα) των εν λόγω σταθμών ηλεκτροπαραγωγής με φυσικό αέριο, το οποίο, με τη σειρά του, συνέβαλε στη συνολική αύξηση των τιμών ηλεκτρικής ενέργειας. Στην ουσία, το υψηλότερο κόστος του φυσικού αερίου έκανε πιο ακριβή την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με τη χρήση σταθμών ηλεκτροπαραγωγής με φυσικό αέριο, οδηγώντας σε αύξηση των τιμών ηλεκτρικής ενέργειας για τους καταναλωτές[11].

Το ενδοοριακό εισόδημα (inframarginal rent) που εκφράζει το μπλε βέλος στην Εικόνα 7, αναφέρεται στα κέρδη που αποκομίζουν οι παραγωγοί ηλεκτρικής ενέργειας όταν η τιμή αγοράς της ηλεκτρικής ενέργειας είναι υψηλότερη από το κόστος παραγωγής τους. Αυτό συμβαίνει διότι οι τιμές της αγοράς καθορίζονται από τη μονάδα παραγωγής με το υψηλότερο μεταβλητό κόστος που είναι απαραίτητη για την κάλυψη της ζήτησης (οριακή μονάδα).

## **4.2. Σχεδιασμός της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας**

Μια ενοποιημένη αγορά ενέργειας εντός της ΕΕ προσφέρει την πιο αποτελεσματική μέθοδο για την εξασφάλιση αξιοπιστίας, φιλικής προς το περιβάλλον και σε λογικές τιμές ενέργειας για τους κατοίκους της ΕΕ. Με την εφαρμογή κοινών κανονισμών σε ολόκληρη την αγορά ενέργειας και τη δημιουργία διασυνδεδεμένων υποδομών μεταξύ των χωρών, η ενέργεια που παράγεται σε ένα κράτος μέλος της ΕΕ μπορεί να διανεμηθεί αποτελεσματικά στους καταναλωτές σε ένα άλλο κράτος μέλος. Η ενθάρρυνση του ανταγωνισμού, η ενίσχυση της σταθερότητας της αγοράς και η παροχή στους καταναλωτές της δυνατότητας να επιλέγουν τους παρόχους ενέργειας συμβάλλουν στη διατήρηση προσιτών τιμών ενέργειας.

Το ποσοστό της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές, κυρίως ηλιακή και αιολική, προβλέπεται να αυξηθεί από 37% το 2020 σε πάνω από 60% έως το 2030. Ταυτόχρονα, είναι απαραίτητο να διασφαλιστεί η αξιόπιστη παροχή ηλεκτρικής ενέργειας ακόμη και σε περιόδους χαμηλής αιολικής ή ηλιακής ακτινοβολίας. Για να επιτευχθεί αυτό, οι αγορές θα πρέπει να εξελιχθούν ώστε να ενσωματώνουν καλύτερα τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και να ενθαρρύνουν τις επενδύσεις σε ευέλικτες τεχνολογίες που δεν βασίζονται στα ορυκτά καύσιμα. Οι τεχνολογίες αυτές, όπως η απόκριση της ζήτησης και η αποθήκευση ενέργειας, μπορούν να συμπληρώσουν τη μεταβλητή φύση της παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Επιπλέον, υπάρχει ανάγκη να δοθούν κίνητρα στους καταναλωτές να συμμετέχουν ενεργά στη σταθεροποίηση του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτό απαιτεί διαφανείς και αποτελεσματικούς μηχανισμούς της αγοράς που προωθούν τον θεμιτό ανταγωνισμό και προστατεύουν από την κατάχρηση και τη χειραγώγηση της αγοράς.

Το 2022 παρατηρήθηκαν υψηλές και ευμετάβλητες τιμές ενέργειας και σοβαρές ανησυχίες για την ασφάλεια του εφοδιασμού στην ευρωπαϊκή αγορά ενέργειας. Οι αρχηγοί κυβερνήσεων της ΕΕ κάλεσαν την Επιτροπή να εργαστεί γρήγορα για τη διαρθρωτική μεταρρύθμιση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, ώστε να βοηθήσει την Ευρώπη να διασφαλίσει την ενεργειακή της κυριαρχία και να επιτύχει την κλιματική ουδετερότητα. Μετά την πρόταση της Επιτροπής για την αναθεώρηση των κανόνων σχεδιασμού της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας και του Κανονισμού για την Ακεραιότητα και τη Διαφάνεια της Χονδρικής Αγοράς Ενέργειας (Regulation on Wholesale Energy Market Integrity and Transparency-REMIT) στις 14



Μαρτίου 2023, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο κατέληξαν σε προσωρινή συμφωνία για τη μεταρρύθμιση του σχεδιασμού της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας στις 14 Δεκεμβρίου 2023 και για το REMIT στις 16 Νοεμβρίου 2023. Σκοπός της μεταρρύθμισης είναι να καταστήσει την αγορά ενέργειας της ΕΕ πιο ανθεκτική και τους λογαριασμούς ενέργειας των ευρωπαίων καταναλωτών και επιχειρήσεων πιο ανεξάρτητους από τη βραχυπρόθεσμη τιμή της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση πιο μακροπρόθεσμων συμβάσεων, όπως οι συμφωνίες αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας και η διάρθρωση της επενδυτικής στήριξης με αμφίδρομες συμβάσεις επί της διαφοράς. Η μεταρρύθμιση θα συμβάλει επίσης στην επιτάχυνση της ανάπτυξης και της ενσωμάτωσης περισσότερων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο ενεργειακό σύστημα και θα ενισχύσει την προστασία από τη χειραγωγή της αγοράς, προωθώντας τη σταθερότητα και την προβλεψιμότητα των τιμών ενέργειας και συμβάλλοντας έτσι στην ανταγωνιστικότητα της βιομηχανίας της ΕΕ. Οι αλλαγές που γίνονται στο REMIT αποσκοπούν στο να διασφαλίσουν ότι η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) προστατεύεται από αθέμιτες ενέργειες στην αγορά ενέργειας, όπως η χειραγωγή και η κατάχρηση, ακόμη και από εταιρείες εκτός ΕΕ. Για να γίνει αυτό, δημιουργούν ένα νέο σύστημα για την επιβολή των κανόνων, όπου ο Οργανισμός Συνεργασίας των Ρυθμιστικών Αρχών Ενέργειας (ACER) θα έχει μεγαλύτερο ρόλο στη διερεύνηση υποθέσεων που αφορούν πολλές χώρες. Η μεταρρύθμιση αυτή θα βελτιώσει επίσης τον τρόπο με τον οποίο οι εταιρείες αναφέρουν τις δραστηριότητές τους και μοιράζονται πληροφορίες με τις αρχές. Επιπλέον, θα καταστήσει τις τιμές του φυσικού αερίου πιο διαφανείς και δίκαιες και θα απαιτήσει από τις εταιρείες εκτός ΕΕ να έχουν κάποιον στην ΕΕ που θα τις εκπροσωπεί και θα τηρεί τους κανόνες.

Η ΕΕ ενέκρινε το 2019, στο πλαίσιο της δέσμης μέτρων «Καθαρή ενέργεια για όλους τους Ευρωπαίους», 4 νομοθετικές πράξεις για την περαιτέρω προσαρμογή των κανόνων της αγοράς της ΕΕ στα νέα δεδομένα της παγκόσμιας αγοράς:

- ❖ Οδηγία για την ηλεκτρική ενέργεια
- ❖ Κανονισμός για την ηλεκτρική ενέργεια
- ❖ Κανονισμός για την ετοιμότητα αντιμετώπισης κινδύνων
- ❖ Κανονισμός για τον Οργανισμό Συνεργασίας των Ρυθμιστικών Αρχών Ενέργειας (ACER)

Η Οδηγία σχετικά με τους κοινούς κανόνες για την εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας (ΕΕ/2019/944) και ο Κανονισμός για την εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας (ΕΕ/2019/943) θέτουν τον καταναλωτή στο επίκεντρο της μετάβασης στην καθαρή ενέργεια, επιτρέποντας την ενεργό συμμετοχή, με ένα ισχυρό πλαίσιο για την προστασία των καταναλωτών. Επιτρέποντας στην ηλεκτρική ενέργεια να μετακινείται ελεύθερα εκεί όπου χρειάζεται περισσότερο, η κοινωνία θα επωφεληθεί από το διασυνοριακό εμπόριο και τον ανταγωνισμό. Οι κανόνες συμβάλλουν στην επίτευξη της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας, επιτρέποντας μεγαλύτερη ευελιξία για την προσαρμογή του αυξανόμενου μεριδίου των

ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο δίκτυο, συμβάλλοντας επίσης στη δημιουργία πράσινων θέσεων εργασίας και στην ανάπτυξη.

Ο Κανονισμός για την ετοιμότητα αντιμετώπισης κινδύνων στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας (EU/2019/941) αναφέρει ότι οι χώρες της ΕΕ πρέπει να καταρτίζουν σχέδια για πιθανά προβλήματα ηλεκτρικής ενέργειας στο μέλλον. Πρέπει να έχουν έτοιμα τα κατάλληλα εργαλεία για την πρόληψη, την προετοιμασία και τον χειρισμό αυτών των καταστάσεων. Οι κανόνες αυτοί προέκυψαν μετά από μια έκθεση του Μαΐου 2015. Η έκθεση έδειξε ότι όταν οι χώρες της ΕΕ αντιμετώπιζαν κρίσεις, συνήθως σκέφτονταν μόνο τη δική τους χώρα. Δεν εξέταζαν πώς θα μπορούσαν να επηρεαστούν άλλες χώρες. Αυτό μερικές φορές έκανε την κρίση χειρότερη, έβλαπτε την αγορά και έκανε τους λογαριασμούς ενέργειας να αυξάνονται. Ο κανονισμός λέει ότι οι χώρες της ΕΕ πρέπει να συνεργάζονται και να σκέφτονται όλα τα πιθανά προβλήματα με την ηλεκτρική ενέργεια στη χώρα τους και στις κοντινές περιοχές. Πρέπει να καταρτίσουν σχέδια με βάση αυτά τα προβλήματα. Το πιο σημαντικό είναι ότι οι χώρες της ΕΕ πρέπει να συνεργάζονται και να συντονίζονται μεταξύ τους. Ο κανονισμός θεσπίζει επίσης ένα σύστημα για τη στενότερη παρακολούθηση των ζητημάτων παροχής ηλεκτρικής ενέργειας μέσω της Ομάδας Συντονισμού Ηλεκτρικής Ενέργειας.

Ο ACER, που ιδρύθηκε το 2009 και διέπεται από τον κανονισμό 713/2009 και τον κανονισμό (ΕΕ) 2019/942, είναι ένας ανεξάρτητος οργανισμός. Εργάζεται για να βελτιώσει την ευρωπαϊκή εσωτερική αγορά ενέργειας για την ηλεκτρική ενέργεια και το φυσικό αέριο. Ο ACER έχει διάφορες θέσεις εργασίας. Σε αυτές περιλαμβάνεται ο συντονισμός των δράσεων μεταξύ των εθνικών ρυθμιστικών αρχών ενέργειας στην Ευρώπη. Εάν οι εν λόγω ρυθμιστικές αρχές δεν μπορούν να συμφωνήσουν, ο ACER μπορεί να λάβει αποφάσεις τις οποίες πρέπει να ακολουθήσουν. Ο ACER θεσπίζει επίσης κανόνες για τα δίκτυα και τις αγορές, συμμετέχει σε περιφερειακές και διαπεριφερειακές πρωτοβουλίες και παρακολουθεί τις δραστηριότητες της αγοράς. Παρακολουθεί τυχόν εξαπατήσεις ή αθέμιτες πρακτικές που βλάπτουν άλλους συμμετέχοντες της αγοράς ή τους καταναλωτές. Ο ACER παρέχει επίσης συμβουλές στην ΕΕ σχετικά με τις ενεργειακές υποδομές και την ασφάλεια. Οι αποφάσεις, οι συστάσεις και οι γνώμες του ACER λαμβάνονται από τον διευθυντή του. Οι εθνικές ρυθμιστικές αρχές εξακολουθούν να συμμετέχουν στη διαδικασία μέσω των ομάδων εργασίας του ACER. Οι σημαντικές αποφάσεις χρειάζονται έγκριση από τουλάχιστον τα δύο τρίτα των εθνικών ρυθμιστικών αρχών στο συμβούλιο ρυθμιστικών αρχών του ACER.

Ο Κανονισμός για την Ακεραιότητα και τη Διαφάνεια στη Χονδρική αγορά Ενέργειας (REMIT) (EU/1227/2011) διασφαλίζει ότι οι καταναλωτές και οι άλλοι συμμετέχοντες στην αγορά μπορούν να πιστεύουν ότι οι αγορές ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου είναι δίκαιες και ειλικρινείς. Διασφαλίζει ότι οι τιμές καθορίζονται από την προσφορά και τη ζήτηση και ότι κανείς δεν μπορεί να αποκομίσει αθέμιτα κέρδη από τη χειραγώγηση της αγοράς. Σύμφωνα με το REMIT, όλες οι συναλλαγές στη χονδρική αγορά ενέργειας εντός της ΕΕ πρέπει να

αναφέρονται στον ACER. Ο ACER είναι υπεύθυνος για τη συλλογή και την παρακολούθηση αυτών των δεδομένων, ώστε να διασφαλίζεται η διαφάνεια. Εάν διαπιστωθεί παραβίαση των κανόνων REMIT, η αρμόδια ρυθμιστική αρχή αναλαμβάνει δράση. Ο ACER συμβάλλει στη διασφάλιση συνεπών αποφάσεων σε ολόκληρη την Ευρώπη όσον αφορά τις παραβιάσεις του REMIT, συντονίζοντας τις ενέργειές του με άλλες αρχές, όπως η Ευρωπαϊκή Αρχή Κινητών Αξιών και Αγορών (European Securities and Market Authority-ESMA), καθώς και με τις ρυθμιστικές αρχές του χρηματοπιστωτικού τομέα και του ανταγωνισμού.

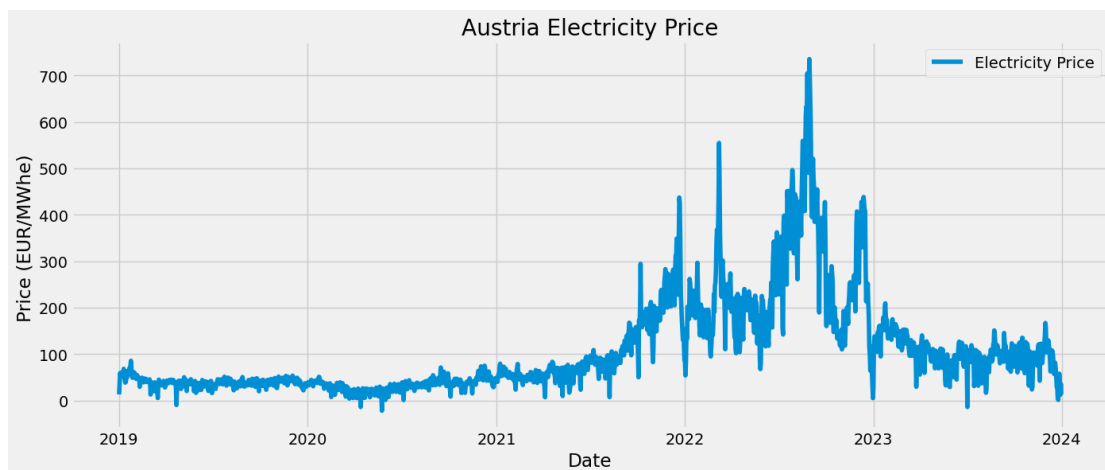
Στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας της ΕΕ συμμετέχουν διάφοροι φορείς, από εκείνους που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια έως εκείνους που τη χρησιμοποιούν, όπως τα νοικοκυριά και οι επιχειρήσεις. Οι τιμές ποικίλλουν από τις τιμές χονδρικής, οι οποίες καθορίζονται από τους παραγωγούς, μέχρι τις τιμές που πληρώνουν οι τελικοί χρήστες. Στη χονδρική αγορά, οι τιμές λειτουργούν σε μια βάση «pay-as-clear». Αυτό σημαίνει ότι όλοι οι παραγωγοί ηλεκτρικής ενέργειας λαμβάνουν την ίδια τιμή για την ενέργεια που πωλούν σε μια δεδομένη στιγμή. Οι παραγωγοί, είτε πρόκειται για μεγάλες εταιρείες είτε για ιδιώτες με εγκαταστάσεις ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, υποβάλλουν προσφορές στην αγορά με βάση το κόστος παραγωγής τους. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, που είναι φθηνές στην παραγωγή, προσφέρουν συνήθως τις χαμηλότερες τιμές. Οι προσφορές ξεκινούν με τη φθηνότερη ενέργεια και προχωρούν προς τις ακριβότερες πηγές. Όλοι πληρώνονται με την τιμή του τελευταίου παραγωγού που χρειάζοταν για να καλύψει την πλήρη ζήτηση, όπως περιγράφεται και στην Εικόνα 7. Αυτό το σύστημα είναι αποτελεσματικό και διαφανές, ενθαρρύνοντας όλους να διατηρούν το κόστος χαμηλά. Οι περισσότερες χώρες της ΕΕ χρησιμοποίησαν αυτό το σύστημα ακόμη και πριν γίνει νόμος της ΕΕ, επειδή θεωρείται το καλύτερο για τις ανταγωνιστικές αγορές ηλεκτρικής ενέργειας. Ένα εναλλακτικό σύστημα δεν θα σήμαινε απαραίτητα φθηνότερες τιμές. Σε ένα άλλο μοντέλο, οι παραγωγοί θα μπορούσαν να υποβάλουν προσφορά στην τιμή που πιστεύουν ότι θα δεχτεί η αγορά και όχι στο πραγματικό τους κόστος. Συνολικά, η ύπαρξη ενός διαφανούς συστήματος βοηθά τους καταναλωτές να κατανοήσουν το πραγματικό κόστος της ενέργειας και ενθαρρύνει τους ανθρώπους να παράγουν τη δική τους ηλεκτρική ενέργεια[12].

## Κεφάλαιο 5: Εξαγωγή και ανάλυση αποτελεσμάτων

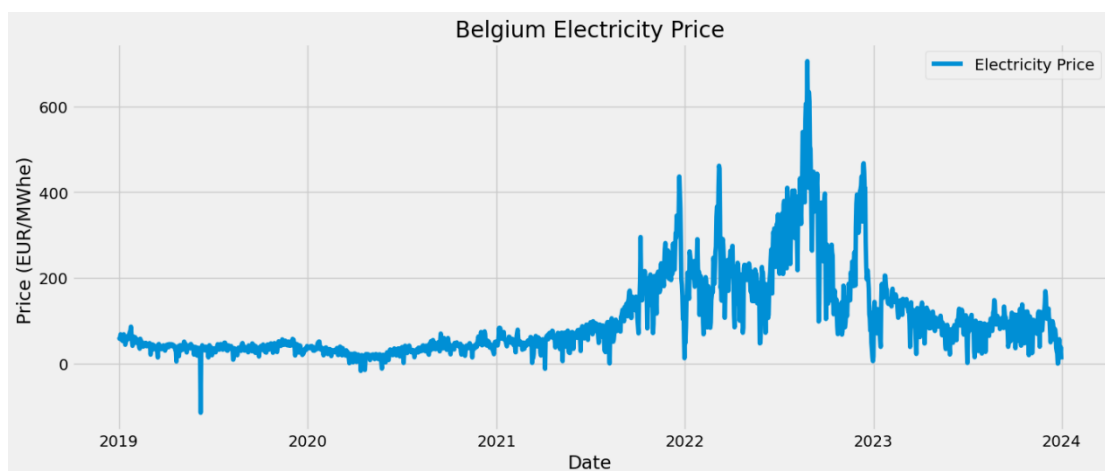
### 5.1. Αναλυτικό κομμάτι

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται τα γραφήματα που εξήχθησαν από την ανάλυση των χρονοσειρών στην ρύθση και παράλληλα αναλύονται, φτάνοντας σε χρήσιμα συμπεράσματα για το κατά πόσο και πως η πανδημία και οι δύο πόλεμοι επηρέασαν τόσο τις τιμές εκκαθάρισης Αγοράς Επόμενης Ημέρας στις ευρωπαϊκές χώρες όσο και των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης επόμενου μήνα των Brent, Dutch TTF και EUAs.

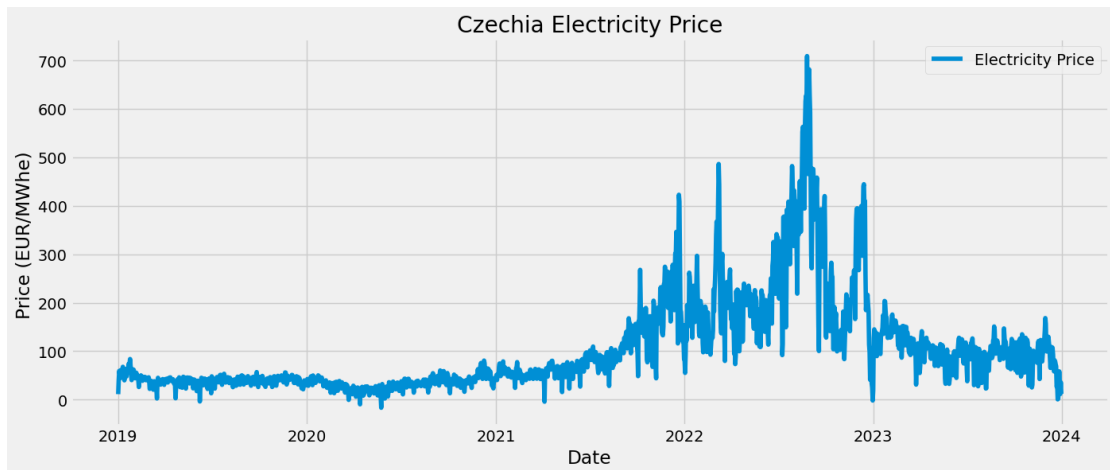
Παρακάτω εμφανίζονται οι γραφικές παραστάσεις των τιμών της ηλεκτρικής ενέργειας στις 20 επιλεγμένες ευρωπαϊκές χώρες για την πενταετία 2019-2024.



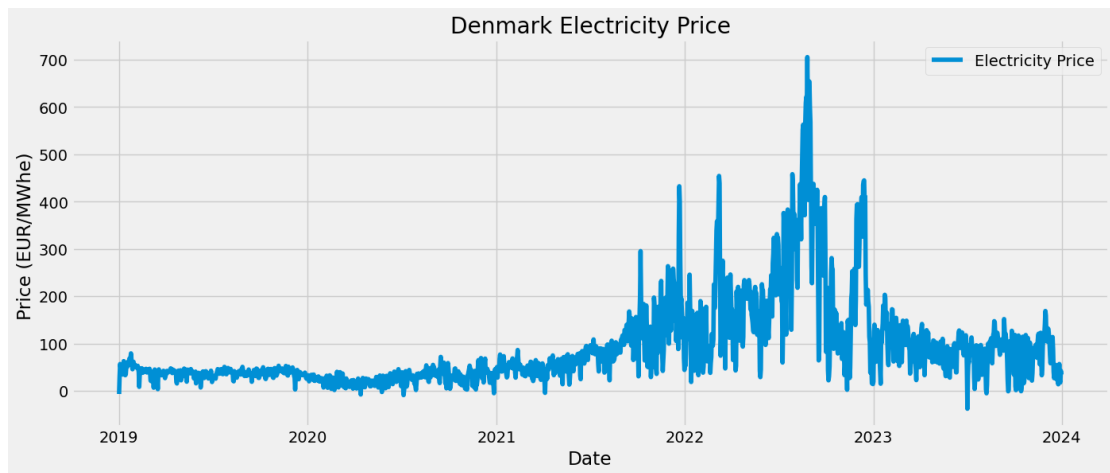
Εικόνα 8: Τιμή ηλεκτρικής ενέργειας στην Αυστρία



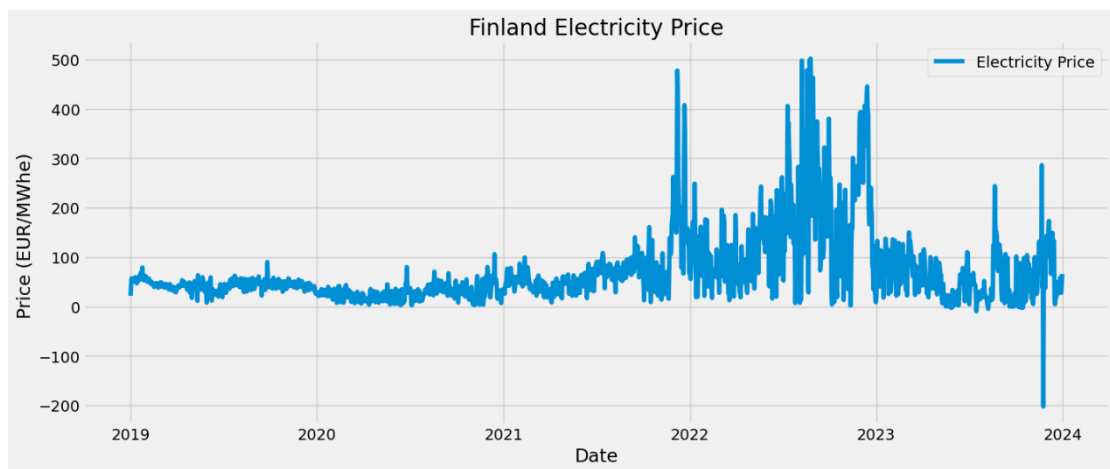
Εικόνα 9: Τιμή ηλεκτρικής ενέργειας στο Βέλγιο



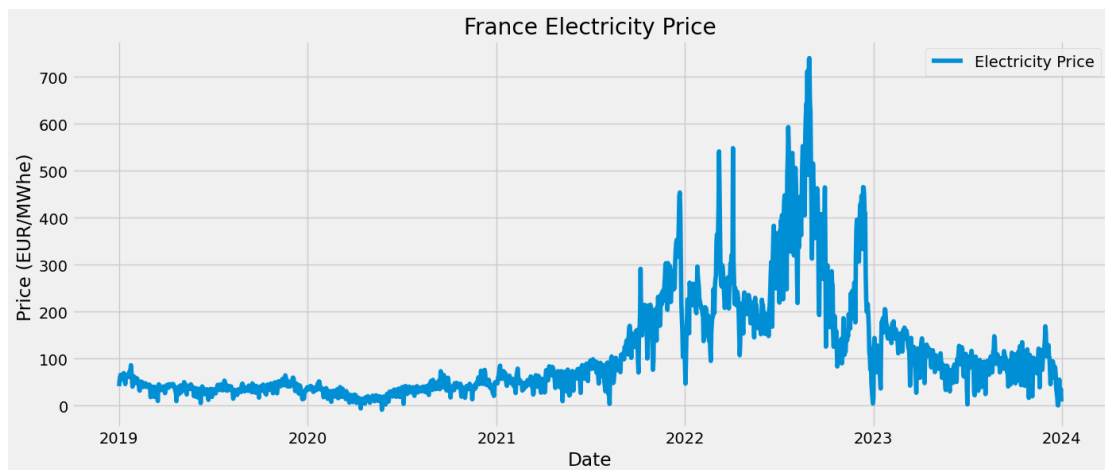
**Εικόνα 10: Τιμή ηλεκτρικής ενέργειας στην Τσεχία**



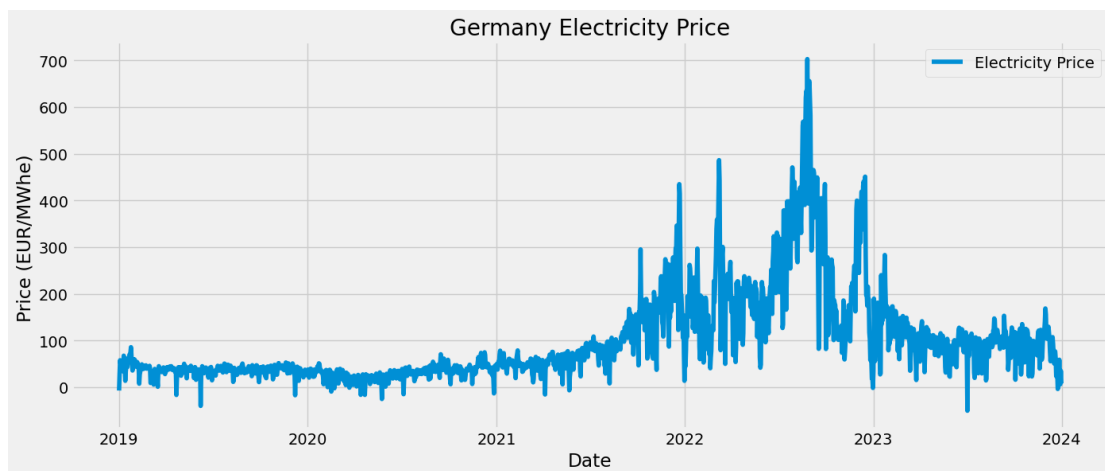
**Εικόνα 11: Τιμή ηλεκτρικής ενέργειας στην Δανία**



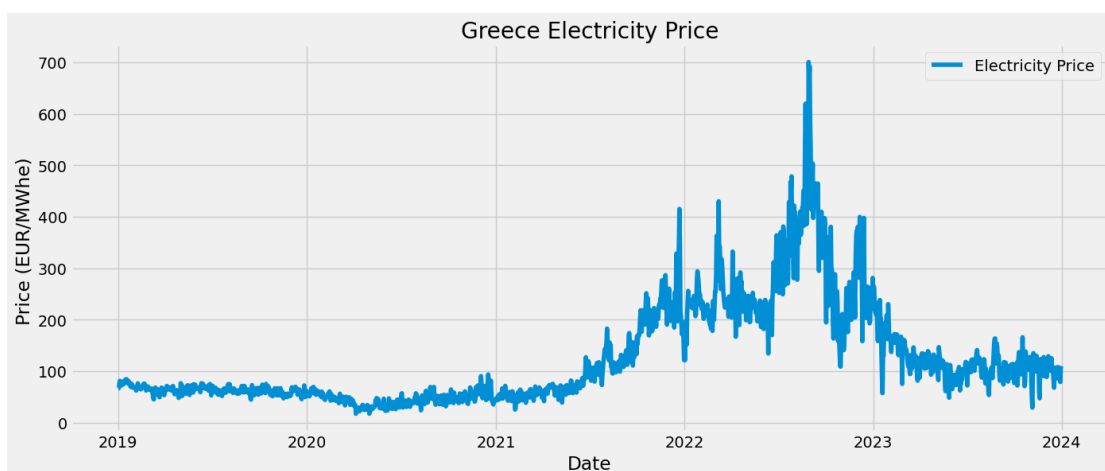
**Εικόνα 12: : Τιμή ηλεκτρικής ενέργειας στην Φινλανδία**



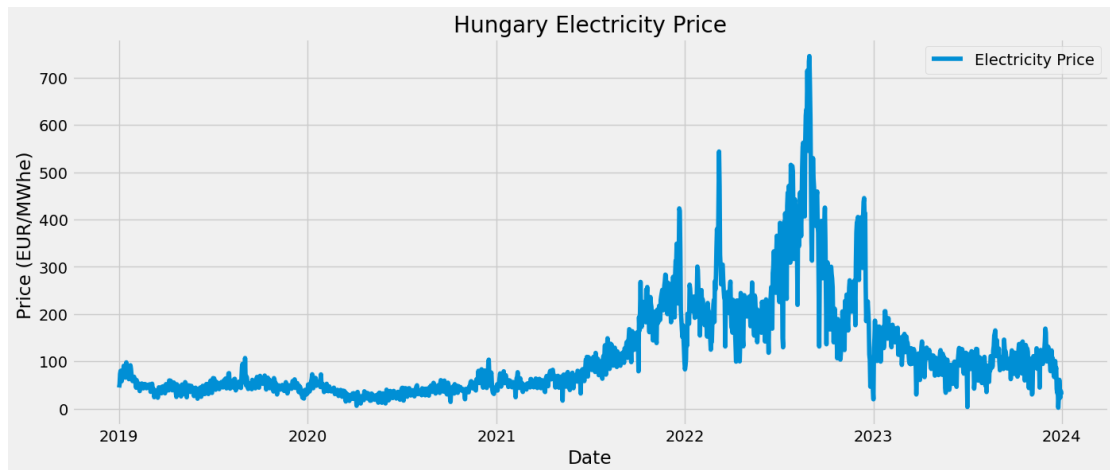
**Εικόνα 14: Τιμή ηλεκτρικής ενέργειας στην Γαλλία**



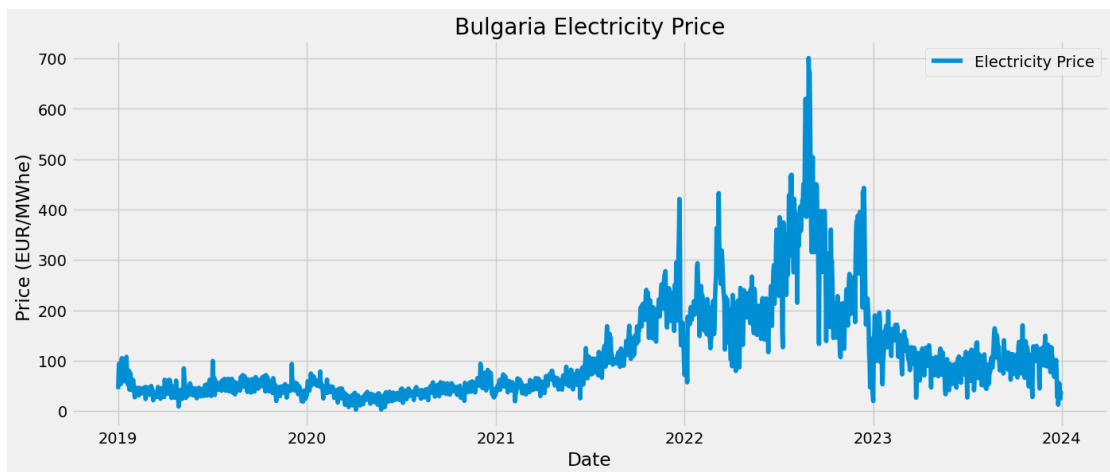
**Εικόνα 13: Τιμή ηλεκτρικής ενέργειας στην Γερμανία**



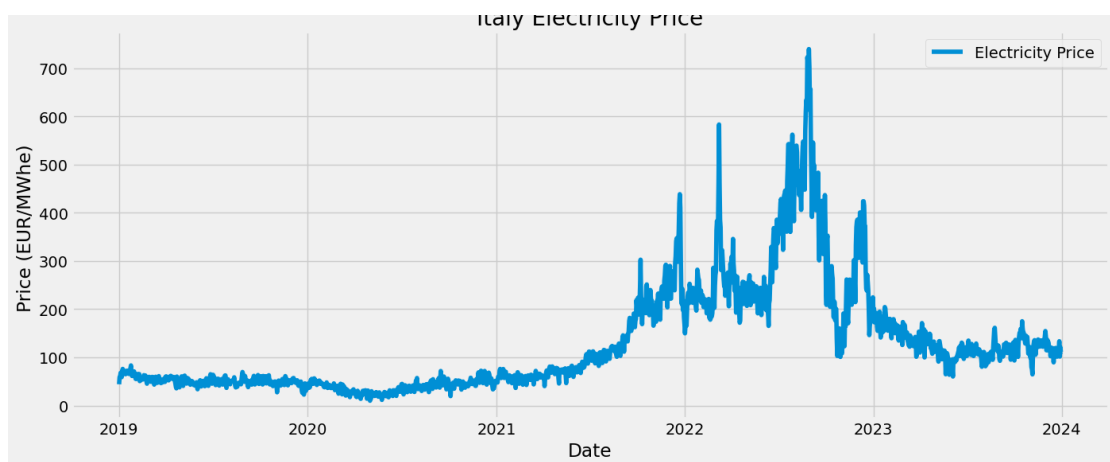
**Εικόνα 15: Τιμή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα**



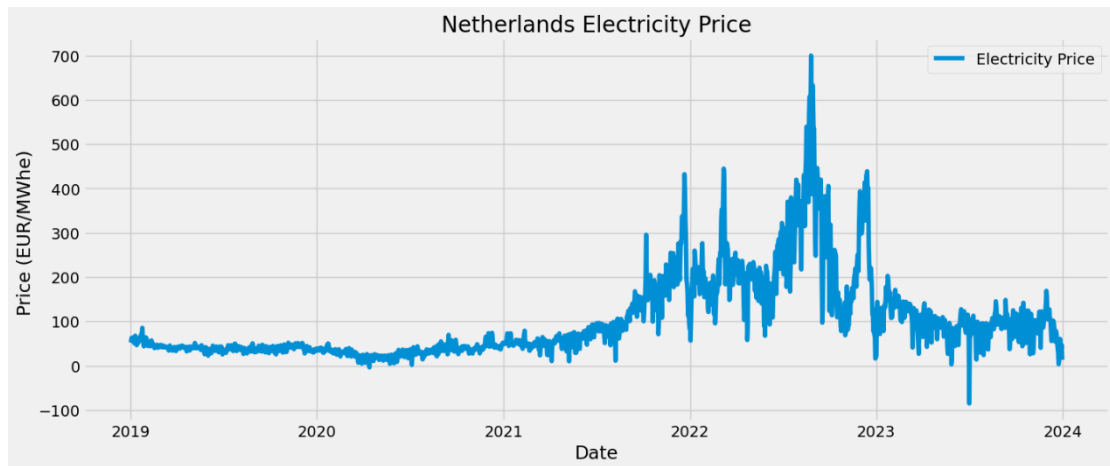
**Εικόνα 18: Τιμή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ουγγαρία**



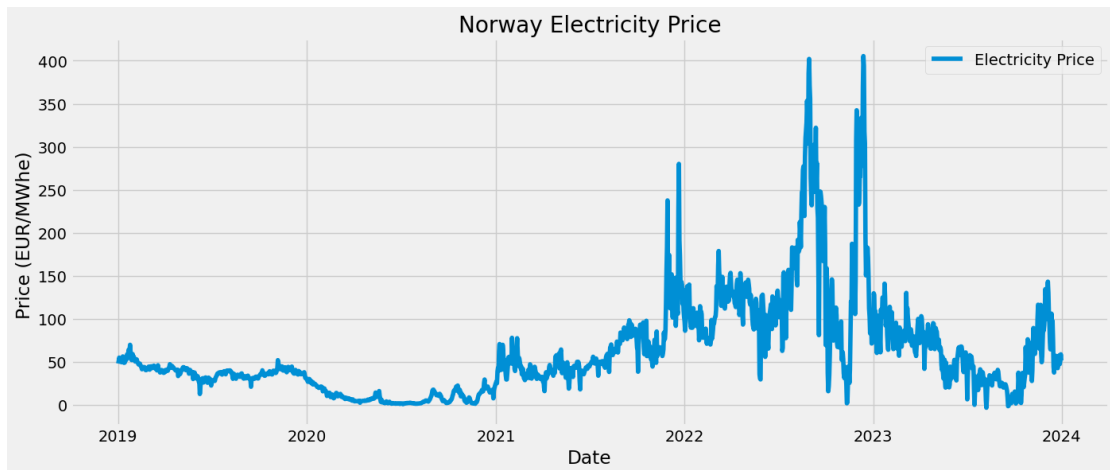
**Εικόνα 17: Τιμή ηλεκτρικής ενέργειας στην Βουλγαρία**



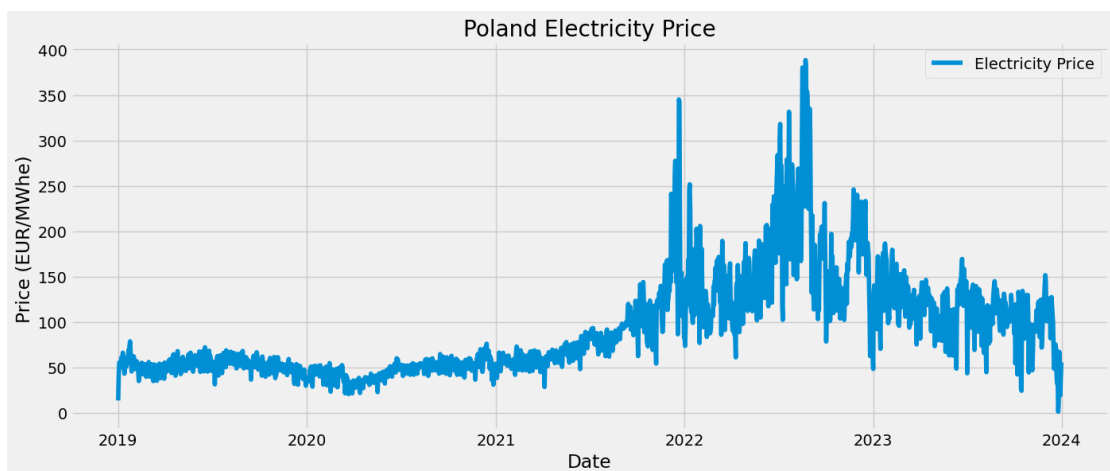
**Εικόνα 16: Τιμή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ιταλία**



**Εικόνα 20: Τιμή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ολλανδία**

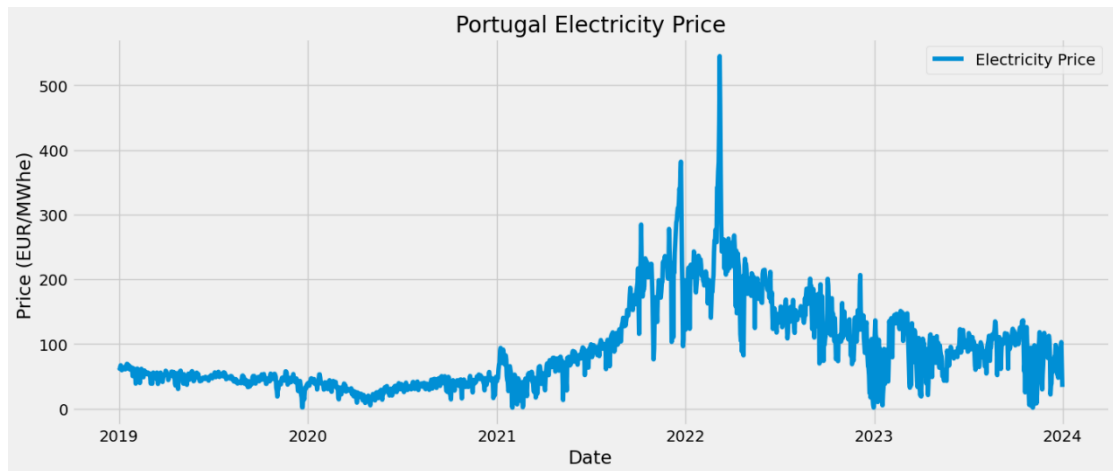


**Εικόνα 19: Τιμή ηλεκτρικής ενέργειας στην Νορβηγία**

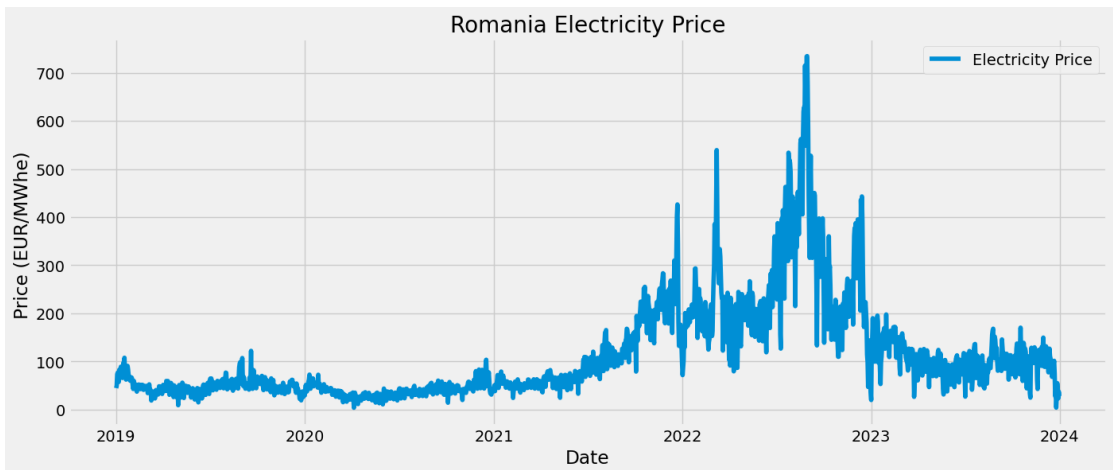


**Εικόνα 21: Τιμή ηλεκτρικής ενέργειας στην Πολωνία**

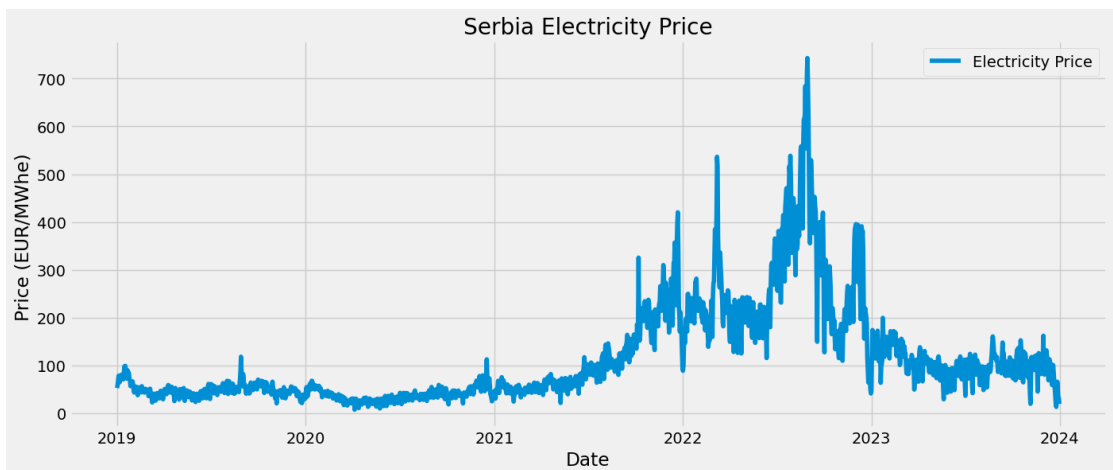




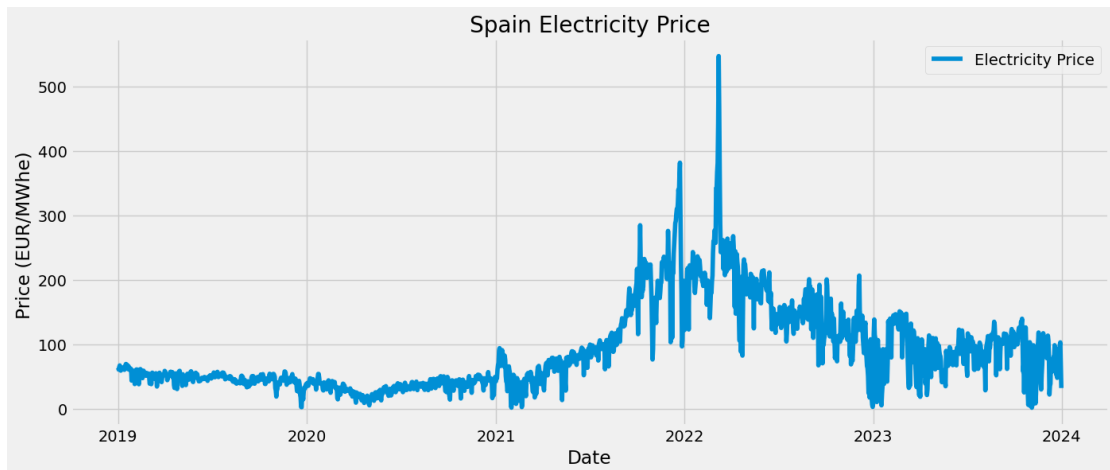
**Εικόνα 24: Τιμή ηλεκτρικής ενέργειας στην Πορτογαλία**



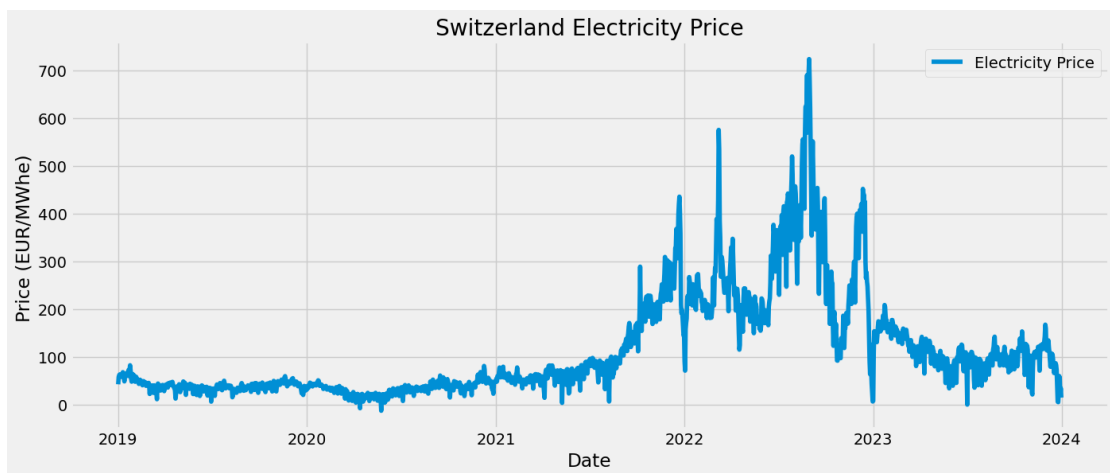
**Εικόνα 23: Τιμή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ρουμανία**



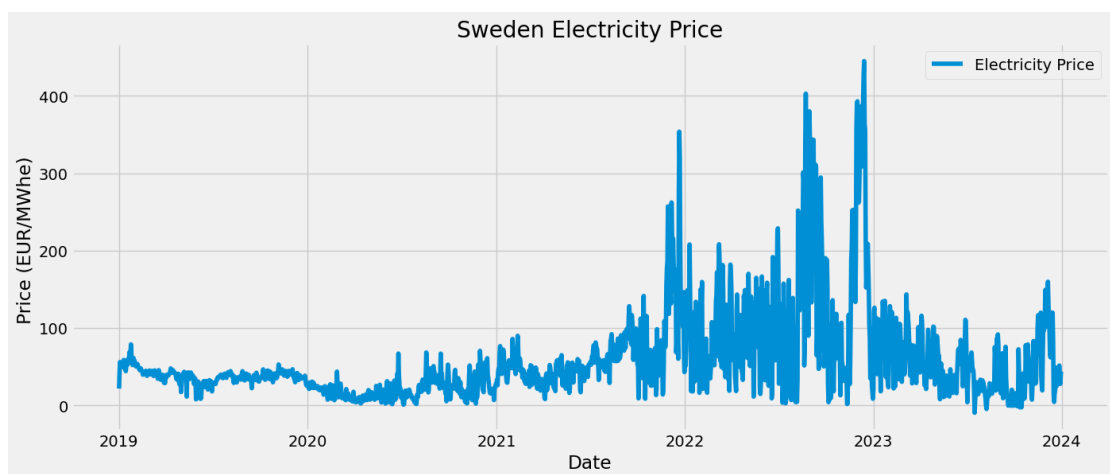
**Εικόνα 22: Τιμή ηλεκτρικής ενέργειας στην Σερβία**



**Εικόνα 26: Τιμή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ισπανία**

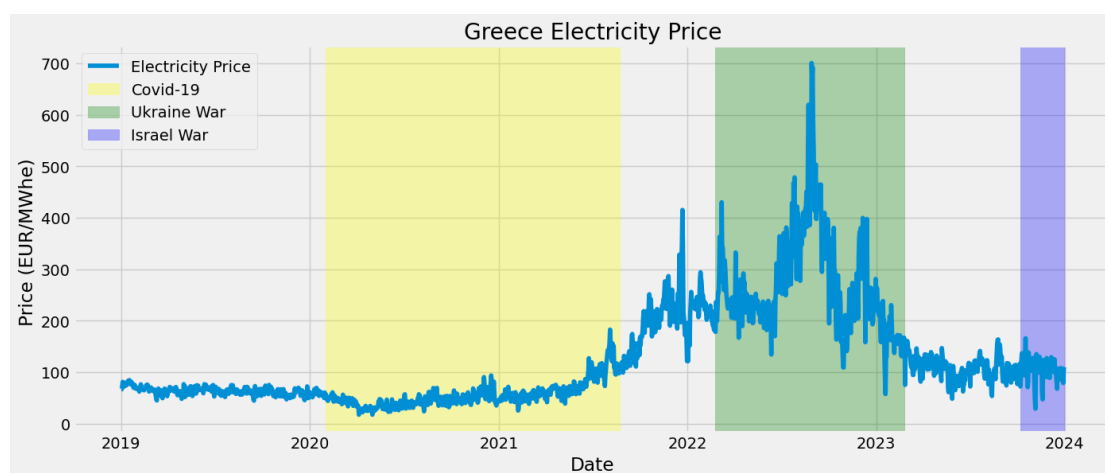


**Εικόνα 25: Τιμή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελβετία**



**Εικόνα 27: Τιμή ηλεκτρικής ενέργειας στην Σουηδία**

Ενδεικτικά παρατίθεται και το διάγραμμα που περιγράφει την τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα, αλλά αυτή τη φορά τονίζονται οι περίοδοι Covid-19, Ukraine War και Israel War, που έχουν οριστεί νωρίτερα, με κίτρινο, πράσινο και μωβ χρώμα αντίστοιχα.



Εικόνα 28: Διαχωρισμός των τριών περιόδων

Όπως φαίνεται και από τις εικόνες 8-27, η τάση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας είναι πανομοιότυπη και στις 20 χώρες. Συγκεκριμένα, στην περίοδο COVID-19 η τιμή της ενέργειας κυμάνθηκε σε αρκετά χαμηλά επίπεδα, ενώ άρχισε να ανεβαίνει απότομα στο δεύτερο μισό του 2021. Την περίοδο δηλαδή που άρχισε να επανέρχεται η κανονικότητα και άρχισαν να αίρονται οι περισσότεροι περιορισμοί στην ευρωπαϊκή ήπειρο. Φαίνεται ότι η ένταση των μεταβολών των τιμών ήταν υψηλότερη τον Δεκέμβριο του 2020 και τον Ιανουάριο και Φεβρουάριο του 2021, δεδομένου ότι είναι εμφανής ο εποχικός χαρακτήρας, δηλαδή ότι κατά τους χειμερινούς μήνες υπάρχει αυξημένη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας από τη βιομηχανία και τα νοικοκυριά.

Περαιτέρω έρευνα περιλαμβάνει περιγραφικά στατιστικά στοιχεία των ημερήσιων τιμών ηλεκτρικής ενέργειας στα χρηματιστήρια, όπως δίνεται στον πίνακα 1. Με βάση την ανάλυση αυτή, διαπιστώνεται ότι η μέγιστη τιμή της μέσης ημερήσιας τιμής της ηλεκτρικής ενέργειας κατά την περίοδο COVID-19, 11 Μαρτίου του 2020 με 23 Αυγούστου του 2021, ήταν εισηγμένη στο χρηματιστήριο ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα (τιμή 182,71 €/MWh). Από την άλλη πλευρά, η ελάχιστη τιμή των μέσων ημερήσιων τιμών κατά την παρατηρούμενη περίοδο καταγράφηκε στο γερμανικό χρηματιστήριο ηλεκτρικής ενέργειας (τιμή -24.99 €/MWh). Εδώ πρέπει να γίνει σαφές ότι μια αρνητική τιμή ενέργειας σημαίνει ότι οι παραγωγοί ηλεκτρικής ενέργειας πληρώνουν τους καταναλωτές για να χρησιμοποιούν την ηλεκτρική ενέργεια, αντί οι καταναλωτές να πληρώνουν τους παραγωγούς. Αυτό προέκυψε λόγω της μεγάλης περίσσειας ηλεκτρικής ενέργειας που ήρθε ως αποτέλεσμα των lockdown των επιχειρήσεων κατά την περίοδο του COVID-19. Η μεγαλύτερη διαφορά μεταξύ της μέγιστης και της ελάχιστης τιμής της ηλεκτρικής ενέργειας κατά την εξεταζόμενη περίοδο καταγράφηκε στη Βουλγαρία (τιμή 165.81 €/MWh). Από την

άλλη πλευρά, η μικρότερη διαφορά μεταξύ της μέγιστης και της ελάχιστης τιμής σημειώθηκε στο χρηματιστήριο ηλεκτρικής ενέργειας στην Πολωνία, όπου η τιμή ήταν μόλις 72.74 €/MWh. Τέλος, την περίοδο COVID-19 ο μέσος όρων των τιμών στην Ευρώπη κυμαινόταν από 23.86 €/MWh στην Νορβηγία έως 56.60 €/MWh στην Ελλάδα.

## COVID-19 period statistics

Country	N	Range (EUR/MWhe)	Minimum (EUR/MWhe)	Maximum (EUR/MWhe)	Mean (EUR/MWhe)	Std. Deviation (EUR/MWhe)	Variance (EUR/MWhe)^2
Austria	531	130.81	-21.62	109.19	46.54	22.41	502.03
Belgium	531	122.96	-17.3	105.66	44.73	22.67	513.9
Czechia	531	126.37	-16.79	109.58	47.16	22.38	501.01
Denmark	531	117.6	-8.82	108.78	41.6	24.1	580.62
Finland	531	106.13	2.51	108.64	39.58	21.58	465.63
France	531	113.47	-8.87	104.6	45.67	22.5	506.18
Germany	531	133.77	-24.99	108.78	44.12	23.09	533.34
Greece	531	165.31	17.4	182.71	56.61	25.09	629.43
Hungary	531	142.69	5.99	148.68	51.92	24.52	601.24
Bulgaria	531	165.81	2.57	168.38	51.39	25.01	625.57
Italy	531	113.73	10.0	123.73	54.85	25.12	630.88
Netherlands	531	110.07	-3.85	106.22	45.52	21.85	477.51
Norway	531	77.09	0.91	78.0	23.87	20.53	421.42
Poland	531	72.74	20.58	93.32	56.06	14.87	221.19
Portugal	531	116.47	1.42	117.89	48.4	25.67	659.09
Romania	531	161.46	3.73	165.19	52.01	24.77	613.45
Serbia	531	138.63	7.88	146.51	51.57	24.52	601.46
Spain	531	116.47	1.42	117.89	48.36	25.66	658.45
Switzerland	531	113.26	-12.25	101.01	47.35	22.04	485.57
Sweden	531	91.13	0.95	92.08	32.36	19.85	393.91

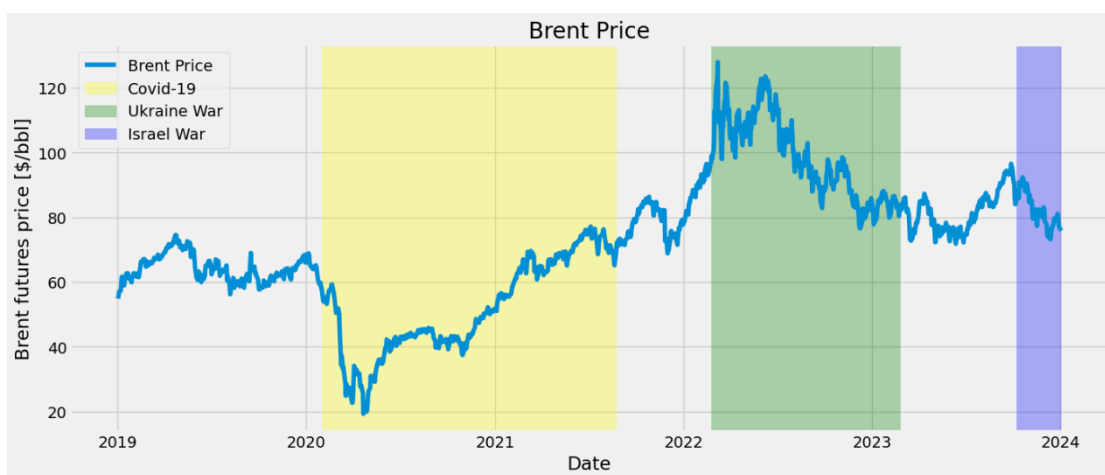
**Πίνακας 1: Στατιστικά χωρών για την περίοδο COVID-19**

Η πανδημία COVID-19 προκάλεσε μια εξαιρετικά μεγάλη συλλογική αντίδραση από διάφορες κεντρικές τράπεζες μέσα σε σύντομο χρονικό διάστημα. Από τον Μάρτιο του 2020, η Ομοσπονδιακή Τράπεζα των ΗΠΑ, μαζί με άλλες 20 κεντρικές τράπεζες, εφάρμοσε μη συμβατικές νομισματικές πολιτικές για να αντιμετωπίσει τη σοβαρή οικονομική ύφεση που προκάλεσε η πανδημία. Ως αποτέλεσμα, αυτές οι συντονισμένες νομισματικές στρατηγικές επηρέασαν τις αντιλήψεις για τον κίνδυνο «ουράς» και η μεταβλητότητα των τιμών της ενέργειας ήταν σημαντικά υψηλότερη τον Μάρτιο του 2020 (μια περίοδος σημαντικής αναταραχής στις αγορές) σε σύγκριση με την περίοδο από τον Απρίλιο του 2020 έως την έγκριση των εμβολίων COVID-19. Συνοπτικά, αυτές οι μη συμβατικές νομισματικές πολιτικές άλλαξαν αποτελεσματικά το τοπίο των κινδύνων, με πιο έντονες δευτερογενείς επιδράσεις. Εάν υπάρχει δίαυλος για τη διασυννοριακή μετάδοση του κινδύνου, είναι πιθανότατα μέσω των εγχώριων επιπτώσεων αυτών των μη συμβατικών νομισματικών πολιτικών[13].

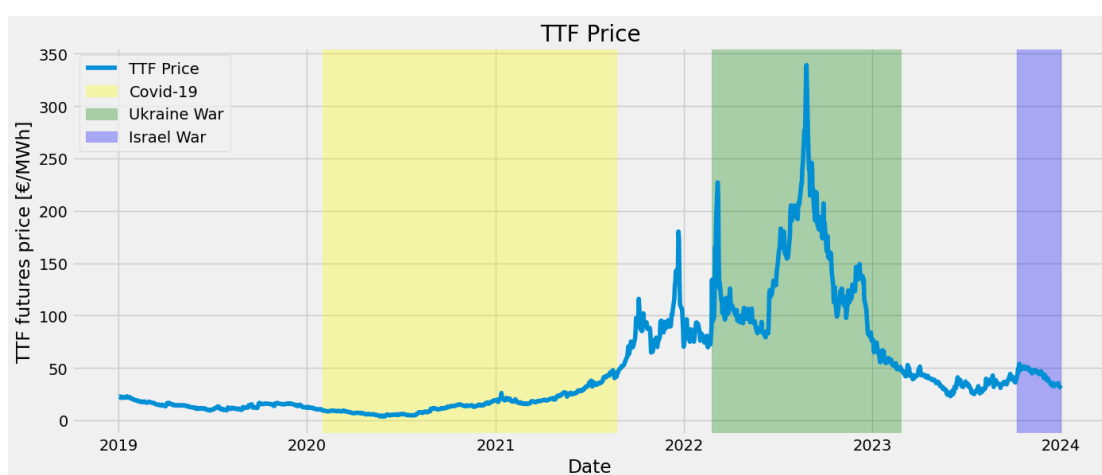
Οι αυξήσεις των τιμών ενέργειας σε επίπεδα ρεκόρ στα τέλη του 2021 και στις αρχές του 2022 επιβάρυναν σημαντικά την αγοραστική δύναμη των καταναλωτών. Αρχικά, οι τιμές της ενέργειας είχαν πέσει κατακόρυφα κατά την έναρξη της πανδημίας COVID-19, αλλά αυξήθηκαν κατακόρυφα καθώς η ζήτηση ενέργειας ανέκαμψε με την άρση των μέτρων αποκλεισμού. Η κλιμάκωση των τιμών κατά τη διάρκεια του 2021 οφείλεται περαιτέρω στις προκλήσεις από την πλευρά της προσφοράς, οι οποίες επιδεινώθηκαν στις αρχές του 2022 από τη ρωσική εισβολή στην Ουκρανία. Οι ευρωπαϊκές τιμές φυσικού αερίου σημείωσαν ιδιαίτερα απότομη αύξηση από το καλοκαίρι του 2021, επηρεασμένες από ένα μείγμα παραγόντων προσφοράς και ζήτησης που είχε ως αποτέλεσμα ιστορικά χαμηλά αποθέματα φυσικού αερίου πριν από τη χειμερινή περίοδο. Η κατάσταση αυτή κατέστησε την αγορά φυσικού αερίου ιδιαίτερα ευάλωτη στις αβεβαιότητες της προσφοράς και της ζήτησης, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που προκύπτουν από την κλιμάκωση των γεωπολιτικών εντάσεων.

Οι τιμές των ενεργειακών πρώτων υλών σημείωσαν σημαντική πτώση στην αρχή της πανδημίας, ακολουθούμενη από μια περίοδο ανάκαμψης και μια επακόλουθη εκτίναξη, ιδίως στις τιμές του φυσικού αερίου. Η πτώση των τιμών του πετρελαίου ήταν ιδιαίτερα απότομη, με το αργό πετρέλαιο Brent να σημειώνει πτώση 75% μεταξύ Φεβρουαρίου και Απριλίου 2020 και την τιμή του ολλανδικού προϊόντος φυσικού αερίου Dutch TTF να μειώνεται κατά 44%. Η μεγάλη πτώση των τιμών των ενεργειακών πρώτων υλών στις αρχές του 2020 προήλθε κυρίως από τις αρνητικές επιπτώσεις της πανδημίας στη ζήτηση για ενέργεια. Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις των αναλυτών, το μεγαλύτερο μέρος της πτώσης των τιμών του πετρελαίου και του φυσικού αερίου κατά την έναρξη της πανδημίας θα μπορούσε να εξηγηθεί από τις αλλαγές στη ζήτηση, καθώς η οικονομική δραστηριότητα επιβραδύνθηκε ως αποτέλεσμα των περιορισμών που σχετίζονται με τον COVID-19. Έκτοτε, οι τιμές του πετρελαίου και του φυσικού αερίου αυξήθηκαν κατακόρυφα, με τις τιμές του φυσικού αερίου να φτάνουν στα προ της πανδημίας επίπεδα τον Σεπτέμβριο του 2020 και τις τιμές του πετρελαίου περίπου τον Φεβρουάριο του 2021.

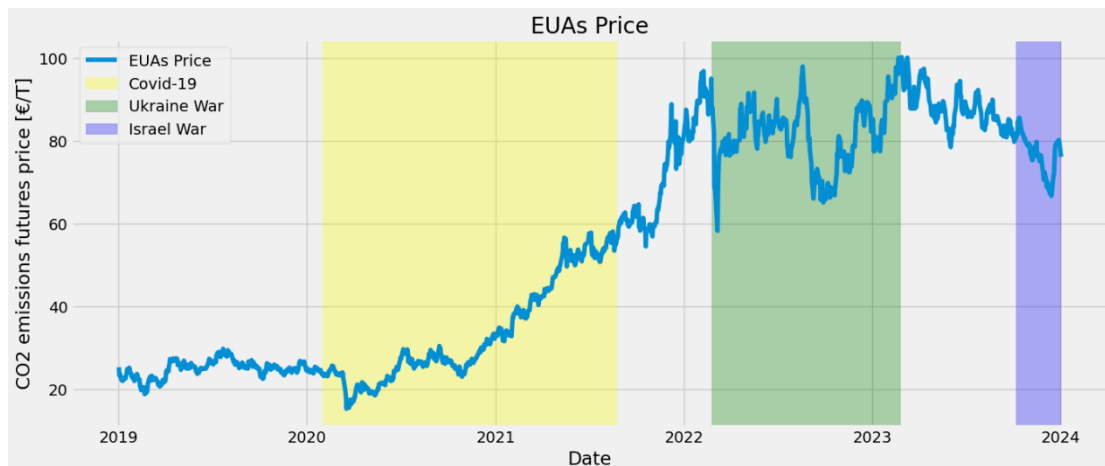
Αναπόφευκτα την ίδια αυξητική τάση ακολούθησαν και τα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης των προϊόντων Brent και TTF. Η τάση αυτή έρχεται σε αντίθεση με την προηγούμενη περίοδο ταχείας αύξησης των τιμών των ενεργειακών προϊόντων κατά τη διάρκεια της ανάκαμψης από τη χρηματοπιστωτική κρίση του 2008, όταν οι τιμές του πετρελαίου και του φυσικού αερίου παρέμειναν κάτω από τα προ της κρίσης επίπεδα. Οι τιμές του φυσικού αερίου σημείωσαν ιδιαίτερα απότομη αύξηση στο δεύτερο εξάμηνο του 2021 και κλιμακώθηκαν περαιτέρω στο πρώτο εξάμηνο του 2022, με τις ευρωπαϊκές τιμές του φυσικού αερίου να αυξάνονται κατά 145% από τον Ιούλιο του 2021, ενώ οι τιμές του πετρελαίου σκαρφάλωσαν κατά 46% την ίδια περίοδο. Τόσο οι τιμές του πετρελαίου όσο και του φυσικού αερίου είχαν εκτιναχθεί πολύ πάνω από τα προ της πανδημίας επίπεδα, με τις ευρωπαϊκές τιμές του φυσικού αερίου να φτάνουν σε ιστορικά υψηλά επίπεδα κατά την περίοδο Ukraine War, συμβάλλοντας σε ρεκόρ υψηλών τιμών χονδρικής πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας.



Εικόνα 29: Τιμή συμβολαίων brent



Εικόνα 30: Τιμή Συμβολαίων TTF



Εικόνα 31: Τιμή Συμβολαίων EUAs

Οι εικόνες 29 και 30 δείχνουν ότι το έτος 2020 παρουσίασε τις χαμηλότερες τιμές ενέργειας τόσο για το πετρέλαιο(Brent futures) όσο και για το φυσικό αέριο(TTF futures) λόγω της μείωσης της ζήτησης ενέργειας που προκλήθηκε από το σοκ της πανδημίας COVID-19. Συγκεκριμένα τα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης για το Brent και το TTF, κυμαίνοντουσαν στα 60 \$/bbl και στα 12€/MWh στις αρχές του 2020, έπειτα έπεσαν και παρέμειναν χαμηλά για το υπόλοιπο έτος, μέχρι που άρχισαν σταδιακά να ορθοποδίζουν με την άφιξη του 2021 και την μερική επαναλειτουργία των ευρωπαϊκών χωρών. Κατά την διάρκεια της περιόδου COVID-19 η τιμή των συμβολαίων Brent ήταν κατά μέσο όρο 51.72 \$/bbl ενώ εκείνη των TTF, 16.67 €/MWh (Πίνακας 2). Επιπλέον, ανάλογα χαμηλά κυμάνθηκαν και τα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης των EUAs, τα οποία εκφράζουν τη μελλοντική τιμή των δικαιωμάτων εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα στο πλαίσιο του συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΣΕΔΕ της ΕΕ). Με την ζήτηση για τα ορυκτά καύσιμα να είναι μειωμένη, το ίδιο συνέβη και για τα δικαιώματα εκπομπής CO<sub>2</sub>(μέσος όρος=34.41 €/T).

COVID-19 period statistics

Future	N	Range	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	Variance
Brent (\$/bbl)	375	57.83	19.33	77.16	51.72	15.15	229.57
TTF (€/MWh)	373	44.48	3.51	47.99	16.67	10.41	108.4
EUAs (€/T)	374	42.86	15.3	58.16	34.41	12.24	149.8

Πίνακας 2: Στατιστικά των futures για την περίοδο COVID-19

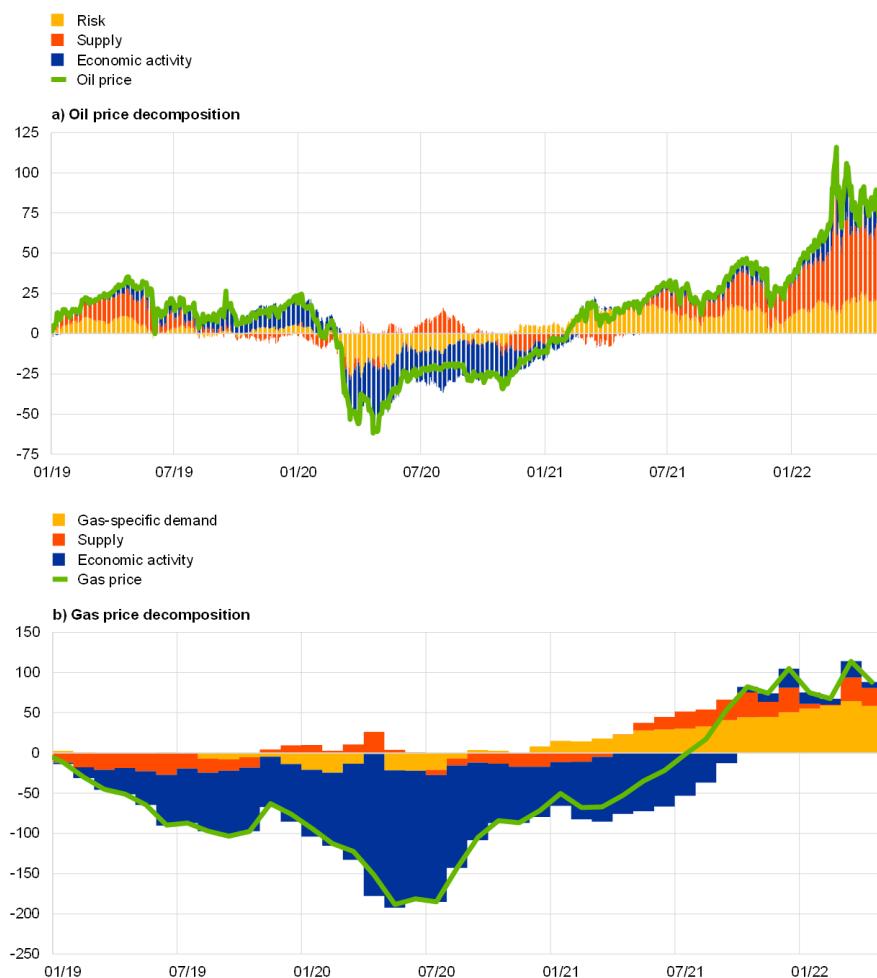


Η σημαντική πτώση των τιμών των ενεργειακών προϊόντων στις αρχές του 2020 οφειλόταν κυρίως στις αρνητικές επιπτώσεις της πανδημίας στη ζήτηση ενέργειας. Οι εκτιμήσεις των μοντέλων από την Ευρωπαϊκή Κεντρική Τράπεζα (Εικόνα 32) δείχνουν ότι το μεγαλύτερο μέρος της μείωσης των τιμών του πετρελαίου και του φυσικού αερίου στην αρχή της πανδημίας μπορεί να αποδοθεί στη μειωμένη ζήτηση, καθώς οι οικονομικές δραστηριότητες μειώθηκαν λόγω των περιορισμών που σχετίζονται με τον COVID-19[14].

Συγκεκριμένα τα διαγράμματα της Ευρωπαϊκής Κεντρικής Τράπεζας αποτελούνται από δύο μέρη:

- ❖ Το επάνω γράφημα εκφράζει την ανάλυση των διαταραχών στη ζήτηση και την προσφορά του πετρελαίου. Αναλυτικά:
  - Δείκτης Risk (Πορτοκαλί): Αντιπροσωπεύει τις διαταραχές που σχετίζονται με τον κίνδυνο της μελλοντικής ζήτησης πετρελαίου.
  - Δείκτης Economic Activity (Μπλε): Αντιπροσωπεύει τις διαταραχές που σχετίζονται με την τρέχουσα ζήτηση πετρελαίου λόγω αλλαγών στην οικονομική δραστηριότητα.
  - Δείκτης Supply (Κόκκινο): Αντιπροσωπεύει τις διαταραχές που σχετίζονται με την προσφορά πετρελαίου.
  - Δείκτης Oil Price (Πράσινο): Δείχνει τις διακυμάνσεις στην τιμή του πετρελαίου με την πάροδο του χρόνου.
  - Άξονας Υ: Μετρά τις διαταραχές στη ζήτηση και την προσφορά πετρελαίου σε ποσοστιαίες μονάδες (%).
- ❖ Το κάτω γράφημα εκφράζει την ανάλυση των διαταραχών στη ζήτηση και την προσφορά του φυσικού αερίου. Αναλυτικά:
  - Δείκτης Economic Activity (Μπλε): Αντιπροσωπεύει τις διαταραχές που σχετίζονται με την οικονομική δραστηριότητα.
  - Δείκτης Gas-Specific Demand (Πορτοκαλί): Αντιπροσωπεύει τις διαταραχές στη ζήτηση φυσικού αερίου που δεν επηρεάζονται από την οικονομική δραστηριότητα, όπως αλλαγές στη ζήτηση για θέρμανση λόγω καιρικών συνθηκών.
  - Δείκτης Supply (Κόκκινο): Αντιπροσωπεύει τις διαταραχές που σχετίζονται με την προσφορά φυσικού αερίου.
  - Δείκτης Gas Price (Πράσινο): Δείχνει τις διακυμάνσεις στην τιμή του φυσικού αερίου με την πάροδο του χρόνου.
  - Άξονας Υ: Μετρά τις διαταραχές στη ζήτηση και την προσφορά του φυσικού αερίου σε ποσοστιαίες μονάδες (%).

Συνοπτικά, τα διαγράμματα δείχνουν πώς οι διάφορες παράμετροι επηρεάζουν την αγορά πετρελαίου και φυσικού αερίου.



**Εικόνα 32: Μοντέλο Ευρωπαϊκή Κεντρική Τράπεζας**

Η επακόλουθη αύξηση των παγκόσμιων τιμών των ενεργειακών προϊόντων οφειλόταν εν μέρει στην αναζωπύρωση της ενεργειακής ζήτησης. Η σταδιακή επαναλειτουργία των οικονομικών δραστηριοτήτων και των ταξιδιών συνοδεύτηκε από συνεχή ανάκαμψη της ζήτησης πετρελαίου. Σύμφωνα με εκτιμήσεις, το ένα τρίτο της αύξησης της τιμής του πετρελαίου από το χαμηλό σημείο στα τέλη Απριλίου 2020 μπορεί να αποδοθεί στην ανάκαμψη της ζήτησης πετρελαίου. Ενώ η παγκόσμια ζήτηση φυσικού αερίου ενισχύθηκε επίσης από την οικονομική ανάκαμψη, ιδίως στην Κίνα. Η ζήτηση φυσικού αερίου στην Ευρώπη ήταν υψηλή λόγω μιας ασυνήθιστα ψυχρής περιόδου στα τέλη του 2020 και το πρώτο εξάμηνο του 2021. Επιπλέον, τα χαμηλά επίπεδα αιολικής ενέργειας κατά τους καλοκαιρινούς μήνες οδήγησαν στην αντικατάσταση της αιολικής ενέργειας με φυσικό αέριο.

Παράγοντες από την πλευρά της προσφοράς είχαν επίσης οδηγήσει τις τιμές του πετρελαίου σε υψηλότερα επίπεδα, ιδίως από το καλοκαίρι του 2021. Η κοινοπραξία ΟΠΕΚ+ αποφάσισε να μειώσει την παραγωγή πετρελαίου κατά 9,7 εκατ. βαρέλια ημερησίως ως απάντηση στη σημαντική πτώση της ζήτησης τον Μάρτιο και τον Απρίλιο του 2020. Μέχρι τον Ιούλιο του 2021, ο ΟΠΕΚ+ συμφώνησε να αυξήσει

σταδιακά την παραγωγή προσθέτοντας 400.000 βαρέλια ημερησίως κάθε μήνα. Ωστόσο, ορισμένες χώρες του ΟΠΕΚ+ απέτυχαν σταθερά να επιτύχουν τους στόχους παραγωγής τους, περιορίζοντας την παγκόσμια προσφορά. Ταυτόχρονα, η παραγωγή σχιστολιθικού πετρελαίου στις ΗΠΑ ανταποκρίθηκε βραδύτερα στην άνοδο των τιμών του πετρελαίου σε σύγκριση με τις προηγούμενες τάσεις, λόγω των συνεχιζόμενων επιπτώσεων της πανδημίας στον κλάδο και των οικονομικών περιορισμών των παραγωγών. Οι εκτιμήσεις της Ευρωπαϊκής Κεντρικής Τράπεζας υποδηλώνουν ότι περίπου το 40% της αύξησης των τιμών του πετρελαίου από τον Απρίλιο του 2020 μπορεί να αποδοθεί σε παράγοντες προσφοράς.

Οι περιορισμοί στον εφοδιασμό έπαιξαν καθοριστικό ρόλο στην εκτίναξη των ευρωπαϊκών τιμών του φυσικού αερίου, και επομένως των συμβολαίων Dutch TTF. Κατά το πρώτο εξάμηνο του 2021, η προμήθεια φυσικού αερίου από τη Νορβηγία μειώθηκε λόγω εργασιών συντήρησης σε αγωγούς. Από το καλοκαίρι του 2021, οι παραδόσεις φυσικού αερίου από τη Ρωσία προς την ΕΕ έχουν επίσης μειωθεί σημαντικά, γεγονός που επιβράδυνε την αναπλήρωση των αποθεμάτων φυσικού αερίου στην Ευρώπη ενόψει της χειμερινής περιόδου. Μέχρι το τέλος του 2021, οι ευρωπαϊκές τιμές φυσικού αερίου άρχισαν να υποχωρούν κάπως λόγω των αυξημένων εισαγωγών υγροποιημένου φυσικού αερίου (LNG). Αυτό οφείλεται στην ευνοϊκή διαφορά των τιμών φυσικού αερίου μεταξύ Ευρώπης και Ασίας, υπογραμμίζοντας την αυξανόμενη εξάρτηση της ευρωπαϊκής αγοράς φυσικού αερίου από την παγκόσμια προσφορά και ζήτηση φυσικού αερίου, αντί να ακολουθεί απλώς την αγορά πετρελαίου, όπως συνέβαινε προηγουμένως. Η μετατόπιση αυτή προέκυψε από την ανάπτυξη μιας παγκόσμιας αγοράς LNG και τις αλλαγές στην αναπροσαρμογή των ευρωπαϊκών συμβάσεων φυσικού αερίου.

Η μεγάλη αύξηση των τιμών του EUAs που σημειώθηκε στις αρχές του 2021, προκλήθηκε από διάφορους λόγους. Η έρευνα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής και τα σχόλια ατόμων που δραστηριοποιούνται στην αγορά EUAs υποδηλώνουν γιατί οι τιμές είχαν αυξηθεί τόσο πολύ. Πρώτον, ο πολύ κρύος καιρός στην Ευρώπη στις αρχές του 2021 έκανε τη ζήτηση ενέργειας να αυξηθεί. Βραχυπρόθεσμα, επειδή είναι δύσκολο να αλλάξει γρήγορα η παραγωγή ενέργειας, η υψηλότερη ζήτηση ενέργειας σημαίνει υψηλότερη ζήτηση για πιστοποιητικά EUAs, γεγονός που οδηγεί σε υψηλότερες τιμές. Δεύτερον, η ανακοίνωση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για το σχέδιο «Fit for 55» έχρισε το Σύστημα Εμπορίας Δικαιωμάτων Εκπομπών (ΣΕΔΕ) της ΕΕ ως το κύριο εργαλείο της ΕΕ για τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Τρίτον, η φάση 4 του ΣΕΔΕ ξεκίνησε το 2021, πράγμα που σήμαινε ότι με την πάροδο του χρόνου θα ήταν διαθέσιμα λιγότερα EUAs και οι νέοι κανόνες για το αποθεματικό σταθερότητας της αγοράς θα μείωναν περαιτέρω τον αριθμό των EUAs στην αγορά. Τέταρτον, ο κύριος λόγος για τις αυξήσεις των τιμών είναι οι υψηλότερες τιμές του φυσικού αερίου, οι οποίες αναγκάζουν τους παραγωγούς ηλεκτρικής ενέργειας να στραφούν από το φυσικό αέριο προς την πιο έντονη σε CO<sub>2</sub> πηγή ενέργειας (πετρέλαιο, άνθρακας)[15].

Η ρωσική εισβολή στην Ουκρανία τον Φεβρουάριο του 2022 προκάλεσε σημαντική μεταβλητότητα στις τιμές των ενεργειακών προϊόντων, ιδίως του πετρελαίου και του φυσικού αερίου. Η αστάθεια αυτή επιδεινώθηκε από τα ήδη χαμηλά επίπεδα αποθεμάτων, καθιστώντας τις αγορές πιο ευαίσθητες στις διακυμάνσεις των προσδοκιών προσφοράς και ζήτησης. Η εισβολή και οι επακόλουθες γεωπολιτικές εντάσεις οδήγησαν σε απότομη αύξηση της μεταβλητότητας των τιμών, λόγω της αυξημένης αβεβαιότητας σχετικά με τον ενεργειακό εφοδιασμό και τον αντίκτυπο των διαφόρων πολιτικών αντιδράσεων. Ο συνδυασμός αυτών των παραγόντων δημιούργησε ένα ιδιαίτερα αντιδραστικό περιβάλλον της αγοράς, όπου ακόμη και μικρές αλλαγές στις προοπτικές για τη διαθεσιμότητα της ενέργειας θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε σημαντικές διακυμάνσεις των τιμών.

Οι τιμές χονδρικής πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας στη ζώνη του ευρώ παρουσίασαν σημαντικές διακυμάνσεις από το 2020 έως τις αρχές του 2022, ακολουθώντας στενά τις τάσεις των τιμών του φυσικού αερίου και του πετρελαίου.

- ❖ 2020: Οι μέσες τιμές ηλεκτρικής ενέργειας ήταν χαμηλές, περίπου 35 €/MWh, αντανakλώντας τις ευρύτερες μειώσεις των τιμών ενέργειας λόγω της μειωμένης ζήτησης κατά το πρώτο εξάμηνο του έτους.
- ❖ 2021: Υπήρξε σημαντική άνοδος των τιμών ηλεκτρικής ενέργειας, που αντιστοιχούσε στην άνοδο των τιμών του φυσικού αερίου. Μέχρι τον Δεκέμβριο του 2021, οι μηνιαίες μέσες τιμές χονδρικής πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας είχαν κορυφωθεί σε περίπου 250 €/MWh, σημειώνοντας αύξηση άνω του 400% σε σύγκριση με τον Δεκέμβριο του 2020.
- ❖ Αρχές 2022: Οι τιμές κλιμακώθηκαν περαιτέρω ως απάντηση στις γεωπολιτικές εντάσεις, ιδίως στη ρωσική εισβολή στην Ουκρανία. Τον Μάρτιο του 2022, η μέση μηνιαία χονδρική τιμή ηλεκτρικής ενέργειας έφτασε σχεδόν τα 300 €/MWh, με τις ημερήσιες μέσες τιμές να ξεπερνούν τα 500 €/MWh στις αρχές Μαρτίου. Ωστόσο, οι τιμές υποχώρησαν τον Απρίλιο του 2022, φτάνοντας σε μέσο όρο περίπου 215 €/MWh.

Αυτές οι κινήσεις των τιμών υπογραμμίζουν την ισχυρή επιρροή των τιμών του φυσικού αερίου και των γεωπολιτικών γεγονότων στη χονδρική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας της ζώνης του ευρώ.

Κατά την αρχική φάση της πανδημίας, οι ανάγκες σε ηλεκτρική ενέργεια καλύπτονταν συχνά αποκλειστικά από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, γεγονός που οδήγησε σε μείωση των τιμών της ηλεκτρικής ενέργειας. Μόλις εγκατασταθούν, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έχουν ελάχιστο λειτουργικό κόστος, οπότε συμβάλλουν στην παροχή ηλεκτρικής ενέργειας όποτε είναι διαθέσιμες. Η υψηλή παραγωγή από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, η οποία εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες, σε συνδυασμό με την ιδιαίτερα χαμηλή ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας, σήμαινε ότι η υπάρχουσα δυναμικότητα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μπορούσε μερικές φορές να καλύψει πλήρως τη ζήτηση. Αυτό το σενάριο ήταν σύνηθες κατά τους πρώτους μήνες της πανδημίας, που χαρακτηρίστηκε από

lockdowns. Συνολικά, οι ευνοϊκές καιρικές συνθήκες και η μειωμένη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας οδήγησαν σε σημαντικό μερίδιο της ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Μαζί με τις χαμηλές τιμές του φυσικού αερίου, αυτό συνέβαλε στη μείωση των τιμών ηλεκτρικής ενέργειας το 2020.

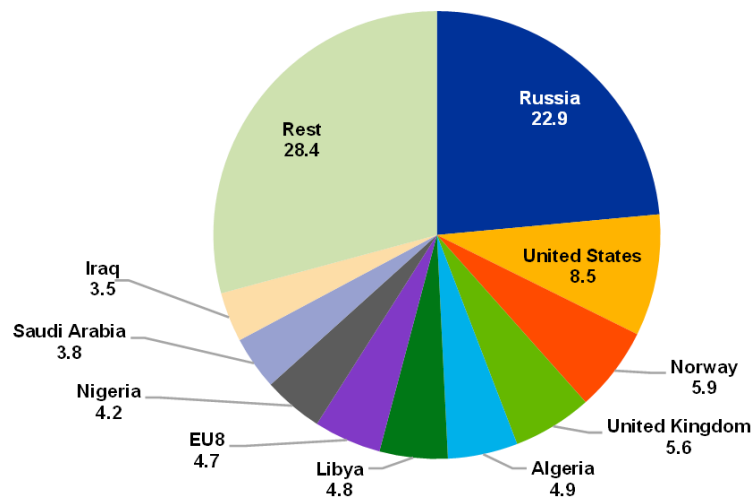
Κατά τους πρώτους μήνες του 2021, η εκτίναξη των τιμών του φυσικού αερίου και, σε μικρότερο βαθμό, των τιμών δικαιωμάτων εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα, οδήγησε σε αύξηση των τιμών χονδρικής πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας. Καθώς αυξανόταν η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας, απαιτήθηκε περισσότερη ενέργεια από φυσικό αέριο για την κάλυψη των αιχμών της ζήτησης. Δεδομένου ότι το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) απελευθερώνεται κατά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με καύση φυσικού αερίου, οι τιμές χονδρικής πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας επηρεάστηκαν όχι μόνο από τις τιμές του φυσικού αερίου αλλά και από το κόστος των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στο πλαίσιο του ΣΕΔΕ (Σύστημα Εμπορίας Δικαιωμάτων Εκπομπών) της ΕΕ. Κατά την αρχική φάση της ανάκαμψης, τόσο οι τιμές του φυσικού αερίου όσο και του άνθρακα άρχισαν να ανεβαίνουν. Εξού και η άνοδος των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης των EUAs (Εικόνα 31). Κατά μέσο όρο, εκτιμάται ότι οι ετήσιες αυξήσεις των μέσων μηνιαίων τιμών του ΣΕΔΕ συνέβαλαν στην αύξηση του κόστους της ηλεκτρικής ενέργειας από φυσικό αέριο κατά περίπου 16% έως 35% κατά το πρώτο εξάμηνο του 2021.

Κατά το δεύτερο εξάμηνο του 2021, η άνοδος των τιμών του φυσικού αερίου έγινε ο κύριος μοχλός αύξησης του κόστους της ηλεκτρικής ενέργειας, μειώνοντας τα κίνητρα αλλαγής καυσίμου που παρέχει η τιμολόγηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Παρόλο που οι τιμές άνθρακα στο πλαίσιο του ΣΕΔΕ της ΕΕ σημείωσαν σταθερή αύξηση, όμοια και τιμές των EUAs, οι απότομες ετήσιες αυξήσεις των τιμών του φυσικού αερίου κατά τους τελευταίους έξι μήνες του 2021 και τους πρώτους μήνες του 2022 επηρέασαν κυρίως τις ετήσιες μεταβολές των τιμών χονδρικής πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας. Εκτιμάται ότι από τον Ιούλιο του 2021 έως τον Απρίλιο του 2022, ο μέσος μηνιαίος αντίκτυπος των αυξήσεων των τιμών του φυσικού αερίου στο κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας με φυσικό αέριο ήταν τουλάχιστον 85%. Η σημαντική αύξηση των τιμών του φυσικού αερίου οδήγησε επίσης σε ένα σενάριο όπου η ηλεκτρική ενέργεια με καύση άνθρακα, παρά τις σημαντικά υψηλότερες εκπομπές και το σχετικό κόστος της, άρχισε να υποκαθιστά συχνότερα την ηλεκτρική ενέργεια με καύση φυσικού αερίου κατά τη διάρκεια του 2021. Η κατάσταση αυτή έρχεται σε έντονη αντίθεση με την τυπική δυναμική των αγορών όπου η αύξηση των τιμών άνθρακα στο πλαίσιο του ΣΕΔΕ της ΕΕ θα ενθάρρυνε συνήθως τη στροφή από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με καύση άνθρακα σε καθαρότερες πηγές ενέργειας.

Η σύγκρουση στην Ουκρανία οδήγησε σε σημαντική αύξηση των τιμών της ενέργειας και σε σημαντική μεταβλητότητα στις αγορές. Οι ανησυχίες για πιθανές διαταραχές στον ενεργειακό εφοδιασμό και η επιβολή ολοένα και αυστηρότερων κυρώσεων στον ενεργειακό τομέα της Ρωσίας προκάλεσαν διακυμάνσεις στις τιμές, ιδίως καθώς οι αγορές προσπαθούσαν να εκτιμήσουν τις πιθανές επιπτώσεις στην

παγκόσμια διαθεσιμότητα ενέργειας. Η ζώνη του ευρώ, η οποία εξαρτιόταν σε μεγάλο βαθμό από τις ρωσικές ενεργειακές προμήθειες πριν από την εισβολή, έχει επηρεαστεί ιδιαίτερα. Οι τιμές του πετρελαίου και του φυσικού αερίου εκτινάχθηκαν αμέσως μετά την εισβολή της Ρωσίας στην Ουκρανία και έκτοτε παραμένουν ασταθείς. Αυτή η αστάθεια στις τιμές των ενεργειακών προϊόντων άρχισε να αυξάνεται τον Δεκέμβριο του 2021, όταν υπήρξαν αναφορές για πιθανή ρωσική εισβολή. Κατά τη διάρκεια των δύο πρώτων εβδομάδων μετά την εισβολή, οι τιμές του πετρελαίου και του φυσικού αερίου αυξήθηκαν κατά περίπου 40% και 180% αντίστοιχα. Φυσικά άμεσα επηρεάστηκαν και τα προϊόντα τους, Brent και Dutch TTF αντίστοιχα, με ανάλογη εκτίναξη να έρχεται και στα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης αυτών. Η εκτίναξη των τιμών του φυσικού αερίου οδήγησε επίσης σε υψηλότερες τιμές χονδρικής πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας στη ζώνη του ευρώ. Δύο μήνες μετά την εισβολή της Ρωσίας, οι τιμές του πετρελαίου άρχισαν να ανεβαίνουν και πάλι, λόγω της απόφασης της ΕΕ να απαγορεύσει τις περισσότερες εισαγωγές ρωσικού πετρελαίου και της αυξανόμενης παγκόσμιας ζήτησης για πετρέλαιο λόγω της χαλάρωσης των περιορισμών COVID-19 από την Κίνα. Οι τιμές χονδρικής πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας δύο μήνες μετά ήταν 8% υψηλότερες από ό,τι ήταν πριν από την εισβολή, αλλά εξακολουθούσαν να είναι πολύ ευμετάβλητες, επηρεαζόμενες από τα μέτρα πολιτικής που εφαρμόζονταν ως απάντηση στις αυξήσεις των τιμών.

Μια ακόμη ανάλυση της Ευρωπαϊκής Κεντρικής Τράπεζα είχε προβλέψει ότι οι πιέσεις στον ενεργειακό εφοδιασμό από τη Ρωσία θα μπορούσαν να επηρεάσουν τη ζώνη του ευρώ τόσο μέσω των τιμών στην παγκόσμια αγορά όσο και μέσω των άμεσων παραδόσεων ενέργειας. Το 2019, η ενεργειακή παραγωγή της Ρωσίας αποτελούσε το 12% της παγκόσμιας προσφοράς πετρελαίου, το 5% του άνθρακα και το 16% του φυσικού αερίου. Μέχρι το 2021, η Ρωσία ήταν ο μεγαλύτερος ενεργειακός προμηθευτής της ζώνης του ευρώ, αντιπροσωπεύοντας το 23% των συνολικών ενεργειακών εισαγωγών της (Εικόνα 34). Το 2020, η Ρωσία προμήθευε το 23% του αργού πετρελαίου της ζώνης του ευρώ και το 43% των εισαγωγών άνθρακα, οι οποίες αποτελούσαν το 9% και το 2% της πρωτογενούς κατανάλωσης ενέργειας των χωρών της ζώνης του ευρώ, αντίστοιχα. Η Ευρωπαϊκή Ένωση εξαρτάται ιδιαίτερα από τις εισαγωγές φυσικού αερίου από τη Ρωσία, οι οποίες αποτελούσαν το 2020 το 35% των εισαγωγών φυσικού αερίου και το 11% της πρωτογενούς κατανάλωσης ενέργειας. Μεταξύ των μεγάλων χωρών της Ευρωζώνης, η Γερμανία και η Ιταλία έχουν τη μεγαλύτερη εξάρτηση από το ρωσικό φυσικό αέριο. Ο βαθμός στον οποίο αυτές οι πηγές ενέργειας μπορούν να υποκατασταθούν είναι κρίσιμος για την ανάλυση των οικονομικών συνεπειών της σύγκρουσης στις τιμές της ενέργειας και στον ενεργειακό εφοδιασμό της Ευρωπαϊκής Ένωσης.



**Εικόνα 33: Εισαγωγές ενέργειας ανά χώρα προέλευσης το 2021**

## Ukraine War period statistics

Country	N	Range (EUR/MWhe)	Minimum (EUR/MWhe)	Maximum (EUR/MWhe)	Mean (EUR/MWhe)	Std. Deviation (EUR/MWhe)	Variance (EUR/MWhe)^2
Austria	366	729.81	5.44	735.25	258.51	129.64	16805.54
Belgium	366	700.82	5.51	706.33	238.67	122.03	14891.9
Czechia	366	711.04	-1.86	709.18	242.86	125.83	15832.33
Denmark	366	702.89	2.47	705.36	215.55	131.98	17418.71
Finland	366	499.81	2.4	502.21	151.42	108.7	11816.56
France	366	735.79	4.33	740.12	267.09	136.44	18615.58
Germany	366	704.18	-1.27	702.91	235.6	130.17	16944.0
Greece	366	642.96	57.52	700.48	273.3	97.92	9587.9
Hungary	366	725.82	19.71	745.53	264.05	128.83	16597.92
Bulgaria	366	680.66	19.82	700.48	245.65	111.15	12354.33
Italy	366	638.9	100.97	739.87	296.62	128.92	16621.59
Netherlands	366	683.71	16.04	699.75	234.8	118.05	13936.04
Norway	366	403.48	1.89	405.37	138.53	75.96	5770.29
Poland	366	340.12	48.3	388.42	167.04	59.2	3504.95
Portugal	366	543.73	1.52	545.25	153.14	66.43	4413.33
Romania	366	714.83	19.81	734.64	257.59	127.43	16239.65
Serbia	366	700.86	41.86	742.72	264.03	126.93	16111.02
Spain	366	544.85	2.61	547.46	152.85	66.5	4421.83
Switzerland	366	716.25	7.04	723.29	273.09	126.95	16117.01
Sweden	366	443.04	1.87	444.91	119.57	92.68	8590.15

*Πίνακας 3: Στατιστικά χωρών για την περίοδο Ukraine War*



Αναλυτικά παρατίθενται τα περιγραφικά στατιστικά στοιχεία των ημερήσιων τιμών ηλεκτρικής ενέργειας στα χρηματιστήρια, αυτή την φορά για την περίοδο Ukraine War, όπως δίνονται στον Πίνακα 3. Με βάση την ανάλυση αυτή, διαπιστώνεται ότι η μέγιστη τιμή της μέσης ημερήσιας τιμής της ηλεκτρικής ενέργειας κατά την περίοδο Ukraine War, 24 Φεβρουαρίου του 2022 με 24 Φεβρουαρίου του 2022, ήταν εισηγμένη στο χρηματιστήριο ηλεκτρικής ενέργειας στην Ουγγαρία (τιμή 745,33 €/MWh). Από την άλλη πλευρά, η ελάχιστη τιμή των μέσων ημερήσιων τιμών κατά την παρατηρούμενη περίοδο καταγράφηκε στο τσέχικο χρηματιστήριο ηλεκτρικής ενέργειας (τιμή -1.86 €/MWh). Η μεγαλύτερη διαφορά μεταξύ της μέγιστης και της ελάχιστης τιμής της ηλεκτρικής ενέργειας κατά την εξεταζόμενη περίοδο καταγράφηκε στη Γαλλία (τιμή 735.79 €/MWh). Από την άλλη πλευρά, η μικρότερη διαφορά μεταξύ της μέγιστης και της ελάχιστης τιμής σημειώθηκε στο χρηματιστήριο ηλεκτρικής ενέργειας πάλι στην Πολωνία, όπως και στην περίοδο COVID-19, όπου η τιμή ήταν μόλις 340.12 €/MWh. Τέλος, την περίοδο Ukraine War ο μέσος όρος των τιμών στην Ευρώπη κυμαινόταν από 119.56 €/MWh στην Σουηδία έως 296.61 €/MWh στην Ιταλία.

Ukraine War period statistics

Future	N	Range	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	Variance
Brent (\$/bbl)	259	51.39	76.59	127.98	98.12	12.52	156.79
TTF (€/MWh)	259	290.65	48.54	339.2	129.45	55.89	3123.42
EUAs (€/T)	259	41.82	58.3	100.12	81.33	7.89	62.29

Πίνακας 4: Στατιστικά των futures για την περίοδο Ukraine War

Όσον αφορά τα futures, τα Brent και TTF futures κόστιζαν 99.08 \$/bbl και 134.316 €/MWh αντίστοιχα την ημέρα της ρωσικής εισβολής στην Ουκρανία (24 Φεβρουαρίου του 2022). Ο μέσος όρος των τιμών τους στο επόμενο έτος, δηλαδή έως τις 24 Φεβρουαρίου του 2023, κυμάνθηκε στα ίδια υψηλά επίπεδα. Όπως φαίνεται και στον Πίνακα 4, τα Brent futures κόστιζαν κατά μέσο όρο 98.11 \$/bbl ενώ τα TTF futures, 129.45 €/MWh. Ιδιαίτερα η τιμή του Dutch TTF, έδειξε με πολύ έντονο τρόπο την μεγάλη ανισορροπία προσφοράς και ζήτησης που προκάλεσε το εμπάργκο στα ρωσικά ορυκτά καύσιμα. Με την ζήτηση για πετρέλαιο και φυσικό αέριο να είναι υψηλή, το ίδιο υψηλή ήταν και η ζήτηση για τα δικαιώματα εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Συγκεκριμένα τα EUAs futures κόστιζαν κατά μέσο όρο 81.33 €/T για την περίοδο Ukraine War. Τέλος, πρέπει να γίνει σαφές πως οι τιμές των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης Brent και Dutch TTF ήταν ήδη υψηλές πριν την ρωσική εισβολή καθώς ήταν αρκετά γνωστό στην παγκόσμια κοινότητα ότι ο Ρώσος πρόεδρος, Βλάντιμιρ Πούτιν, σχεδίαζε να εισβάλει στην Ουκρανία.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση επέβαλε οικονομικές κυρώσεις στην ενεργειακή βιομηχανία της Ρωσίας, με στόχο ιδίως τους τομείς του άνθρακα και του πετρελαίου. Οι κυρώσεις αυτές περιλαμβάνουν επίσης την απαγόρευση των εξαγωγών, από την ΕΕ, αγαθών και υπηρεσιών προηγμένης τεχνολογίας που είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη της ρωσικής βιομηχανίας πετρελαίου και φυσικού αερίου. Επιπλέον, η ΕΕ απαγόρευσε την εισαγωγή ρωσικού άνθρακα από τον Αύγουστο του 2022. Κατά τη διάρκεια ειδικής συνεδρίασης του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου στα τέλη Μαΐου 2022, αποφασίστηκε η διακοπή της πλειονότητας των εισαγωγών ρωσικού πετρελαίου. Οι συμφωνίες προέβλεπαν την απαγόρευση όλων των θαλάσσιων μεταφορών πετρελαίου από τη Ρωσία έως το τέλος του έτους, με προσωρινή εξαίρεση για το αργό πετρέλαιο που μεταφέρεται μέσω αγωγών. Αν και οι θαλάσσιες μεταφορές πετρελαίου αποτελούσαν περίπου τα δύο τρίτα των συνολικών εξαγωγών πετρελαίου της Ρωσίας προς την ΕΕ, το εμπάργκο της ΕΕ κάλυψε περίπου το 90% των ρωσικών εισαγωγών πετρελαίου, καθώς η Γερμανία και η Πολωνία φέρονται να είχαν δεσμευτεί να σταματήσουν τις εισαγωγές πετρελαίου από την Ρωσία ακόμη και μέσω αγωγών.

Η ΕΕ με το που ξέσπασε ο πόλεμος δρομολόγησε μέτρα για τη μείωση της εξάρτησής της από το ρωσικό φυσικό αέριο. Μετά από λίγους μήνες, αν και οι κυρώσεις της ΕΕ στις ρωσικές εξαγωγές φυσικού αερίου είχαν περιοριστεί κάπως, η έναρξη λειτουργίας αγωγού φυσικού αερίου Nord Stream 2 μεταξύ Ρωσίας και Γερμανίας έχει αναβληθεί. Ολοκληρώθηκε τον Σεπτέμβριο του 2021, αλλά δεν έχει ακόμη τεθεί σε λειτουργία. Ο σχεδιασμός και η κατασκευή του αγωγού βυθίστηκαν σε πολιτικές αντιπαραθέσεις λόγω φόβων ότι η Ρωσία θα χρησιμοποιούσε, 1 από τους 23 αγωγούς μεταξύ Ευρώπης και Ρωσίας, για γεωπολιτικό πλεονέκτημα έναντι της Ευρώπης και της Ουκρανίας. Ο Γερμανός καγκελάριος Όλαφ Σολτς ανέστειλε την πιστοποίησή του αγωγού στις 22 Φεβρουαρίου 2022, μετά την επίσημη αναγνώριση της Λαϊκής Δημοκρατίας του Ντονέτσκ και της Λαϊκής Δημοκρατίας του Λουχάνσκ από τη ρωσική Κρατική Δούμα και τον πρόεδρο Πούτιν κατά τη διάρκεια του προοιμίου της ρωσικής εισβολής στην Ουκρανία το 2022. Στις 26 Σεπτεμβρίου 2022, οι αρχές της Δανίας και της Σουηδίας ανέφεραν μια σειρά εκρήξεων στους αγωγούς Α και Β του αγωγού Nord Stream 1 και στον αγωγό Α του αγωγού Nord Stream 2, με τις ζημιές που προέκυψαν να προκαλούν σημαντικές διαρροές αερίου. Η Ευρωπαϊκή Ένωση θεώρησε το περιστατικό ως δολιοφθορά έναντι βασικών ευρωπαϊκών ενεργειακών υποδομών. Οι εκρήξεις του Nord Stream είχαν επίσης ως αποτέλεσμα τη χειρότερη απελευθέρωση αερίου μεθανίου στην ιστορία της ανθρωπότητας, με εκτιμήσεις που κυμαίνονται από 100.000 έως 400.000 τόνους (220 έως 880 εκατομμύρια λίβρες) μεθανίου που απελευθερώθηκαν στην ατμόσφαιρα. Τον Οκτώβριο του 2022, η Ρωσία επιβεβαίωσε ότι ο σωλήνας Β του αγωγού Nord Stream 2 γλίτωσε την καταστροφή και προσφέρθηκε να συνεχίσει την προμήθεια φυσικού αερίου στην Ευρώπη (κάτι που απορρίφθηκε αμέσως από το Βερολίνο). Ο Nord Stream 2 δεν παρέδωσε ποτέ φυσικό αέριο, ενώ η Ρωσία ανέστειλε τις παραδόσεις φυσικού αερίου μέσω του Nord Stream 1 από τις 31 Αυγούστου 2021, επικαλούμενη "ανάγκες συντήρησης". Η κατάσταση αυτή έγινε μόνιμη μετά την καταστροφή τριών

από τους αγωγούς τον Σεπτέμβριο του 2022 και τις κυρώσεις που συνδέονται με τη ρωσική εισβολή στην Ουκρανία. Από τον Φεβρουάριο του 2023, δεν υπάρχουν πειστικά στοιχεία για το ποιος πραγματοποίησε το σαμποτάζ της 26<sup>ης</sup> Οκτωβρίου, παρά τις τρεις ξεχωριστές έρευνες από τη Δανία, τη Γερμανία και τη Σουηδία.

Στις αρχές του 2022, η σύγκρουση στην Ουκρανία είχε μέχρι στιγμής σχετικά μικρό αντίκτυπο στη ροή ρωσικού φυσικού αερίου προς τη ζώνη του ευρώ, αλλά υπήρχαν ενδείξεις για αυξημένους κινδύνους στον εφοδιασμό της Ένωσης με φυσικό αέριο. Κατά συνέπεια, η ΕΕ στόχευε από νωρίς να μειώσει την εξάρτησή της από το ρωσικό φυσικό αέριο κατά σχεδόν δύο τρίτα έως το τέλος του 2022, στο πλαίσιο του σχεδίου «REPowerEU». Για να επιτευχθεί αυτό, η ΕΕ σχεδίασε να αντικαταστήσει περίπου το ένα τρίτο του ρωσικού φυσικού αερίου με αυξημένες εισαγωγές υγροποιημένου φυσικού αερίου (LNG) από άλλους προμηθευτές, όπως οι Ηνωμένες Πολιτείες και το Κατάρ. Ένα επιπλέον 6% του φυσικού αερίου προήλθε μέσω αγωγών από χώρες όπως η Νορβηγία. Το φυσικό αέριο είναι πιο δύσκολο να υποκατασταθεί σε σύγκριση με το πετρέλαιο και τον άνθρακα για ορισμένες χώρες της ζώνης του ευρώ, λόγω της έλλειψης των απαραίτητων υποδομών. Ως αποτέλεσμα, χώρες όπως η Γερμανία και η Ιταλία εργάζονταν για τη δημιουργία της απαιτούμενης υποδομής με την επέκταση της ικανότητας επαναεριοποίησης και την εξασφάλιση συμφωνιών φυσικού αερίου με εναλλακτικούς προμηθευτές. Οι προσπάθειες αυτές, σε συνδυασμό με τη χαμηλή ζήτηση λόγω του ήπιου καιρού, οδήγησαν σε σημαντική αύξηση των ευρωπαϊκών αποθεμάτων φυσικού αερίου στο δεύτερο μισό του 2022, γεγονός που συνέβαλε στη μείωση των τιμών των συμβολαίων Dutch TTF. Σε αντίποινα, η Ρωσία σταμάτησε τις παραδόσεις φυσικού αερίου στην Πολωνία, τη Βουλγαρία, τη Φινλανδία, τη Δανία και την Ολλανδία τον Απρίλιο και τον Μάιο του 2022, καθώς αρνήθηκαν να συμμορφωθούν με την απαίτηση της Ρωσίας για πληρωμές σε ρούβλια. Επιπλέον, τον Μάιο του 2022, η Ρωσία επέβαλε κυρώσεις στο πολωνικό τμήμα του αγωγού Yamal-Europe, ο οποίος προμηθεύει φυσικό αέριο στη Γερμανία, και σε μια γερμανική μονάδα της Gazprom, η οποία είχε αναλάβει τον Απρίλιο τη ρυθμιστική αρχή του ενεργειακού δικτύου της χώρας.

Διάφοροι παράγοντες συνέβαλαν στην άμβλυνση των τιμών των ενεργειακών πρώτων υλών έως κάποιο βαθμό. Σε απάντηση στους σημαντικούς κινδύνους που εγκυμονεί ο πόλεμος στην Ουκρανία για τον παγκόσμιο ενεργειακό εφοδιασμό, ο Διεθνής Οργανισμός Ενέργειας (ΔΟΕ) ανακοίνωσε τη μεγαλύτερη αποδέσμευση στρατηγικών αποθεμάτων πετρελαίου που έχει γίνει ποτέ. Επιπλέον, η επαναφορά από την Κίνα του lockdown στις αρχές του 2022 μείωσε αρχικά τη ζήτηση ενέργειας. Ωστόσο, οι άμεσες σημαντικές μειώσεις στα ποσοστά μόλυνσης από COVID-19 στην Κίνα οδήγησαν σε ενδείξεις οικονομικής ανάκαμψης τον Μάιο 2022, με την παγκόσμια ζήτηση πετρελαίου να αυξάνεται και πάλι[16].

Από την έναρξη της σύγκρουσης στην Ουκρανία, εφαρμόστηκε στην Ευρώπη μια ισχυρή πολιτική αντίδραση για την αντιμετώπιση της ενεργειακής κρίσης. Οι πολιτικές αυτές μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε δύο κύριες ομάδες: (α) διαρθρωτικά μέτρα που επικεντρώνονται στην κατανάλωση, τον εφοδιασμό και την

αποθήκευση φυσικού αερίου και (β) μέτρα δημοσιονομικής ελάφρυνσης με στόχο τη στήριξη των επιχειρήσεων και των νοικοκυριών που πλήττονται από την αύξηση των τιμών του φυσικού αερίου και της ενέργειας.

Όσον αφορά τα διαρθρωτικά μέτρα, οι αρχηγοί κρατών της ΕΕ εξέδωσαν τον Μάρτιο του 2022 τη Διακήρυξη των Βερσαλλιών, στην οποία περιγράφονται τα βασικά στοιχεία της αντιμετώπισης της ενεργειακής κρίσης από την ΕΕ. Τα στοιχεία αυτά συμπεριλήφθηκαν αργότερα στο σχέδιο REPowerEU της Επιτροπής της ΕΕ (Μάιος 2022), το οποίο χρησιμεύει ως το βασικό πλαίσιο για την ενεργειακή στρατηγική της ΕΕ. Στους στόχους του σχεδίου περιλαμβάνονταν η ταχεία μείωση της εξάρτησης από τα ρωσικά ορυκτά καύσιμα και η διασφάλιση της μακροπρόθεσμης βιωσιμότητας και σταθερότητας του ενεργειακού συστήματος της ΕΕ. Η στρατηγική αυτή εκτελέστηκε μέσω ρυθμιστικών μέτρων που έθεσαν στόχους για την αποθηκευτική ικανότητα, εισήγαγαν περικοπές στην κατανάλωση φυσικού αερίου και καθιέρωσαν μια κοινή διευκόλυνση αγοράς φυσικού αερίου και έναν μηχανισμό διόρθωσης των τιμών. Επιπλέον, οι χώρες της ΕΕ αύξησαν τις χωρητικότητές τους σε υγροποιημένο φυσικό αέριο και επέκτειναν τους τερματικούς σταθμούς εισαγωγής, με στόχο τη διαφοροποίηση των προμηθευτών φυσικού αερίου και τη σύναψη συμπράξεων με μη ρωσικές πηγές για την ενίσχυση των εισαγωγών υγροποιημένου φυσικού αερίου και αερίου από αγωγούς.

Για να αμβλύνουν τις επιπτώσεις των υψηλών τιμών ενέργειας στα νοικοκυριά και τις επιχειρήσεις, οι κυβερνήσεις της ΕΕ εισήγαγαν διάφορα μέτρα δημοσιονομικής στήριξης, όπως μειώσεις των ενεργειακών φόρων, ανώτατα όρια τιμών ενέργειας και άμεσες δημοσιονομικές μεταβιβάσεις σε ευάλωτους πληθυσμούς. Τα μέτρα αυτά επιβάρυναν σημαντικά τα δημόσια οικονομικά: μεταξύ Σεπτεμβρίου 2021 και Ιανουαρίου 2023, οι ευρωπαϊκές χώρες διέθεσαν πάνω από 650 δισ. ευρώ για την αντιμετώπιση της ενεργειακής κρίσης. Η Γερμανία συνεισέφερε το μεγαλύτερο μερίδιο, με περίπου 158 δισ. ευρώ, ενώ η Ιταλία και η Γαλλία διέθεσαν από περίπου 90 δισ. ευρώ. Σε ολόκληρη τη ζώνη του ευρώ, οι δημοσιονομικές παρεμβάσεις το 2022 ανήλθαν σε περίπου 2% του ΑΕΠ της Ένωσης. Ωστόσο, η εφαρμογή πολυάριθμων εθνικών μέτρων χωρίς συντονισμένη ενεργειακή πολιτική της ΕΕ δημιούργησε ανησυχίες σχετικά με πιθανές ανταγωνιστικές ανισορροπίες εντός της ΕΕ και τον κίνδυνο υπονόμησης της ενιαίας αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας της ΕΕ[17]. Σε κάθε περίπτωση οι δράσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης φάνηκαν αποτελεσματικές και η Ευρώπη προσαρμόστηκε έως έναν βαθμό στην ενεργειακή κρίση, με τις τιμές της ενέργειας να μειώνονται στο τέλος του 2022 και έκτοτε παραμένουν σχετικά χαμηλά σε σχέση με εκείνες στο πρώτο μισό του 2022(Εικόνες 8-27).

Όσον αφορά τα EUAs futures, όταν ξέσπασε ο πόλεμος, οι τιμές του αυξήθηκαν αρχικά. Αιτία ήταν οι ανησυχίες για διαταραχές στον ενεργειακό εφοδιασμό, ιδίως λόγω της μεγάλης εξάρτησης της Ευρώπης από το ρωσικό φυσικό αέριο. Ο φόβος ήταν ότι οι μειωμένες προμήθειες φυσικού αερίου θα ανάγκαζαν τη στροφή σε πιο εντατικές σε άνθρακα πηγές ενέργειας, όπως ο άνθρακας, αυξάνοντας

τη ζήτηση για δικαιώματα εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Οι κυρώσεις κατά της Ρωσίας και οι προσπάθειες της ΕΕ να μειώσει την εξάρτηση από τις ρωσικές πηγές ενέργειας έπαιξαν καθοριστικό ρόλο. Καθώς η Ευρώπη αναζητούσε εναλλακτικές λύσεις για το ρωσικό φυσικό αέριο, υπήρξε προσωρινή αύξηση της χρήσης άνθρακα, η οποία με τη σειρά της αύξησε τη ζήτηση για EUAs και ώθησε τις τιμές προς τα πάνω. Ωστόσο, καθώς εφαρμόστηκαν πρωτοβουλίες για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας, οι εν λόγω αυξήσεις των τιμών μετριάστηκαν. Η δέσμευση της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την Πράσινη Συμφωνία (Green Deal) και τους στόχους ουδετερότητας του άνθρακα σήμαινε ότι, παρά τον πόλεμο, υπήρχε συνεχής υποστήριξη για απεξάρτηση από τον άνθρακα. Τα μέτρα πολιτικής για τη σταθεροποίηση της αγοράς, όπως το αποθεματικό σταθερότητας της αγοράς (Market Stability Reserve - MSR), βοήθησαν στη διαχείριση μέρους της αστάθειας των τιμών ελέγχοντας την προσφορά δικαιωμάτων εκπομπών CO<sub>2</sub>. Ο πόλεμος επηρέασε επίσης τη βιομηχανική παραγωγή και τα πρότυπα κατανάλωσης ενέργειας, οδηγώντας σε αλλαγές στη ζήτηση για EUAs. Η μειωμένη βιομηχανική δραστηριότητα σε ορισμένους τομείς λόγω των διαταραχών της αλυσίδας εφοδιασμού μείωσε προσωρινά τη ζήτηση δικαιωμάτων εκπομπών CO<sub>2</sub>, προκαλώντας διακυμάνσεις στις τιμές. Οι διακυμάνσεις αυτές είναι πολύ έντονες στην Εικόνα 31 για την περίοδο Ukraine War. Μακροπρόθεσμα, ο πόλεμος επιτάχυνε τη μετάβαση της Ευρώπης στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ως στρατηγική κίνηση για τη διασφάλιση της ενεργειακής ασφάλειας. Η μετάβαση αυτή αναμένεται να μειώσει την εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα και να σταθεροποιήσει τις τιμές των EUAs (η κάθοδος τους είναι ήδη ευδιάκριτη καθ' όλη την διάρκεια του 2023), ευθυγραμμίζοντας την προσφορά με τη μειωμένη ζήτηση δικαιωμάτων καθώς μειώνονται οι εκπομπές.

Η επίθεση της παλαιστινιακής παραστρατιωτικής οργάνωσης Χαμάς στο Ισραήλ στις 7 Οκτωβρίου ήρθε να προσθέσει άλλον έναν παράγοντα αστάθειας στη ευρωπαϊκή αγορά ηλεκτρικής ενέργειας. Οι ανησυχίες εξαρχής αφορούσαν το αν θα υπάρχει αρκετή προσφορά καθώς μετά την Ρωσία άλλη μια χώρα-παραγωγός ορυκτών καυσίμων βρισκόταν σε κρίση. Η τιμή του ευρωπαϊκού δείκτη αναφοράς φυσικού αερίου Dutch TTF εκτινάχθηκε κατά 41% σε υψηλό οκτώ μηνών, στα 56 €/MWh, την εβδομάδα της εισβολής [18]. Η τιμή είχε αυξηθεί περισσότερο από 50% μέσα σε ένα μήνα, ωστόσο εξακολουθούσε να είναι λιγότερο από το μισό της τιμής που ίσχυε πριν από ένα χρόνο κατά το πρώτο εξάμηνο του ρωσικο-ουκρανικού πολέμου. Η αβεβαιότητα στις ευρωπαϊκές αγορές άρχισε να κλιμακώνεται περαιτέρω μετά την απόφαση τους αμερικανικού κολοσσού Chevron Corp να σταματήσει την παραγωγή στο υπεράκτιο κοιτάσμα φυσικού αερίου Tamar κοντά στις βόρειες ακτές του Ισραήλ, καθώς εντεινόταν η σύγκρουση Ισραήλ-Χαμάς.

Το κοιτάσμα Tamar εκτιμάται ότι περιέχει πάνω από 300 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα φυσικού αερίου, ποσότητα συγκρίσιμη με τις ετήσιες εισαγωγές φυσικού αερίου της Ευρώπης. Ακόμη, η Chevron δήλωσε ότι το κοιτάσμα τροφοδοτούσε το 70% των αναγκών του Ισραήλ σε ηλεκτρική ενέργεια. Μια παρατεταμένη διακοπή λειτουργίας θα μείωνε τις ισραηλινές εξαγωγές φυσικού αερίου προς γειτονικές χώρες, όπως η Αίγυπτος, η οποία εξάγει επίσης φυσικό αέριο

στην ευρωπαϊκή αγορά. Οι προβλέψεις του 2023 έκαναν λόγο ότι η Αίγυπτος εξήγαγε 7,5 εκατομμύρια τόνους φυσικού αερίου, κυρίως προς την Ευρώπη και την Τουρκία. Άμεσα η χώρα σχεδίασε να επανεκκινήσει τις εξαγωγές υγροποιημένου φυσικού αερίου (LNG) τον μήνα της εισβολής.

Εκείνο που καθυσήχασε την Ευρωπαϊκή Ένωση είναι πως τον μήνα της εισβολής οι αποθήκες φυσικού αερίου είχαν χωρητικότητα άνω του 90%, συμπεριλαμβανομένης μιας ποσότητας που είχε περισσέψει λόγω του ήπιου χειμώνα 2022/23. Ακόμη, υπήρχε επιπλέον απόθεμα στις ουκρανικές εγκαταστάσεις αποθήκευσης, το οποίο φυσικά ήταν και είναι αβέβαιο λόγω του πολέμου στην Ουκρανία. Η Υπηρεσία Κλιματικής Αλλαγής Copernicus υποστήριζε ότι η Ευρώπη θα είχε έναν πολύ ήπιο χειμώνα την περίοδο 2023/24, μειώνοντας ενδεχομένως τη ζήτηση για καύσιμα θέρμανσης.

Παρόλα αυτά, υπήρχαν υποψίες ότι η διαρροή στον αγωγό Balticconnector προκλήθηκε από σαμποτάζ. Ο Balticconnector είναι ένας αμφίδρομος αγωγός φυσικού αερίου μεταξύ της Ingå, Φινλανδία και του Paldiski, Εσθονία, τον οποίο διαχειρίζονται η Gasgrid Finland και η Elering. Ο αγωγός που συνδέει τη Βαλτική έκλεισε μετά από ξαφνική πτώση της πίεσης τον Οκτώβριο του 2023. Ένα καλώδιο τηλεπικοινωνιών υπέστη επίσης ζημιά. Φινλανδικές πηγές δήλωσαν στο BBC ότι οι υποψίες πέφτουν σε ρωσικό σαμποτάζ ως "αντίποινα" για την ένταξη της Φινλανδίας στο NATO τον Απρίλιο του ίδιου έτους. Οι φινλανδικές αρχές ανέφεραν ότι η βλάβη του καλωδίου και του αγωγού σημειώθηκε σε δύο διαφορετικές τοποθεσίες εντός της Αποκλειστικής Οικονομικής Ζώνης της Φινλανδίας. Αυτή η βλάβη δεν θα μπορούσε να είχε προέλθει από την τακτική χρήση του αγωγού ή από αλλαγές στην πίεση. Αυτό οδήγησε σε αυξημένες ανησυχίες σχετικά με την ασφάλεια και την ευπάθεια των υποδομών αγωγών της Ευρώπης και η υποψία ότι η ζημιά μπορεί να είναι σκόπιμη είχε ανεβάσει τις ευρωπαϊκές τιμές του φυσικού αερίου. Η ζημιά στον αγωγό Balticconnector διατάραξε την αλυσίδα ενεργειακού εφοδιασμού στη Φινλανδία, οδηγώντας σε υπερπροσφορά ενέργειας και καθοδική τάση στις τιμές, συμπεριλαμβανομένων αρνητικών τιμών ενέργειας τον Οκτώβριο του 2023(Εικόνα 12). Παρόλα αυτά πρέπει να διευκρινιστεί ότι η τρομακτικά αρνητική τιμή(-202.29 €/MWh) που προέκυψε στο φινλανδικό χρηματιστήριο ενέργειας στις 24 Νοεμβρίου του 2023, οφειλόταν σε εσφαλμένη προσφορά πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας στο πανευρωπαϊκό χρηματιστήριο ενέργειας Nord Pool για ολόκληρη εκείνη την ημέρα για τη φινλανδική ζώνη προσφορών[19]. Η βλάβη στον αγωγό σύνδεσης με τη Βαλτική αναζωπύρωσε τις ανησυχίες για την ενεργειακή ασφάλεια μετά τις εκρήξεις στον αγωγό Nord Stream 2 το προηγούμενο έτος[20]. Γενικά, εάν οι αγωγοί είναι επιρρεπείς σε σαμποτάζ ή επιθέσεις, αυτό μπορεί να διαταράξει τον εφοδιασμό με φυσικό αέριο, προκαλώντας σημαντικά προβλήματα στην ενεργειακή ασφάλεια.

Όπως αναμενόταν, παρόλο που η ΕΕ δεν ήταν πιθανό να αντιμετωπίσει ουσιαστικές δυσκολίες εφοδιασμού τον χειμώνα, οι γεωπολιτικές αναταραχές που είχαν προκαλέσει οι δύο εν ενεργεία πόλεμοι, διατήρησαν τις τιμές των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης επόμενου μήνα(futures month+1) για το Brent και το TTF

σε σχετικά υψηλά επίπεδα μέχρι το τέλος του έτους. Συγκεκριμένα όπως φαίνεται στις Εικόνες 29-30, τα συμβόλαια και των δύο προϊόντων φάνηκαν να αυξάνονται αμέσως μετά την επίθεση της Χαμάς, αλλά στην συνέχεια, λόγω των λόγων που προαναφέρθηκαν, κυμάνθηκαν σε λογικά επίπεδα. Η Ευρώπη είχε μάθει πλέον να διαχειρίζεται τις κρίσεις, καθώς έναν χρόνο πριν καλέστηκε να διαχειριστεί πολύ μεγαλύτερο πλήγμα στην προσφορά και ζήτηση πετρελαίου και φυσικού αερίου, εκείνο του ρωσικο-ουκρανικού πολέμου. Έτσι τα Brent και TTF futures κόστιζαν 84.58 \$/bbl και 38.231 €/MWh αντίστοιχα μία μέρα πριν την επίθεση και για την περίοδο Israel War οι τιμές τους ήταν κατά μέσο όρο 82.48 \$/bbl και 43.76 €/MWh. Όσον αφορά τα EUAs futures, η τιμή τους βρισκόταν στα 80.62 €/T μια μέρα πριν την επίθεση. Έπειτα, μετά την άνοδο τους ως φυσικό αποτέλεσμα της ανόδου των τιμών των ορυκτών καυσίμων τις πρώτες μέρες του πολέμου στην Γάζα, έπεσαν απότομα στα τέλη του 2023. Όπως και σε κάθε άλλη αγορά εμπορευμάτων, οι τιμές στις αγορές άνθρακα αυξομειώνονται με βάση τη δυναμική της προσφοράς και της ζήτησης. Στο πλαίσιο των αγορών άνθρακα, η ζήτηση καθορίζεται κυρίως από τα επίπεδα εκπομπών, τα οποία έχουν μειωθεί σημαντικά στους τομείς που ρυθμίζονται από το σύστημα εμπορίας εκπομπών της ΕΕ (EU EMISSIONS TRADING SYSTEM-ETS). Οι εκπομπές στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας μειώθηκαν κατά 20% πέρυσι και αυτή η πτωτική τάση συνεχίζεται μέχρι το 2024. Η μείωση αυτή των τιμών των EUAs futures στα τέλη του περασμένου έτους μπορεί να αποδοθεί σε δύο σημαντικούς παράγοντες: (α) στις μειωμένες τιμές του φυσικού αερίου και (β) στη μειωμένη ζήτηση ενέργειας από τον βιομηχανικό τομέα. Συνολικά, τα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης επόμενου μήνα των EUAs κόστιζαν κατά μέσο όρο 76.53 €/MWh κατά την περίοδο Israel War. Η ενεργειακή κρίση φάνηκε να εκτονώνεται γρήγορα χωρίς σοβαρές συνέπειες για την Ευρώπη καθώς η ήπειρος διαθέτει άφθονο φυσικό αέριο, ο χειμώνας που ξεκίνησε στα τέλη του 2023 ήταν ήπιος, τα αποθέματα είναι σε καλή κατάσταση και οι τιμές είναι μόνο ένα κλάσμα από αυτές μετά τη ρωσική εισβολή στην Ουκρανία. Κατά συνέπεια, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας εκπέμπει λιγότερα αέρια του θερμοκηπίου και εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα σε σύγκριση με την εποχή που οι σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής με καύση άνθρακα λειτουργούσαν στο μέγιστο δυναμικό τους σε όλη την Ευρώπη. Επιπλέον, το φυσικό αέριο παρέμενε και παραμένει μια οικονομικά αποδοτική επιλογή για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στο ορατό μέλλον. Οι ευρωπαϊκές επιχειρήσεις αντιμετώπιζαν συνεχείς προκλήσεις, καθώς οι ανησυχίες για την υγεία της ευρωπαϊκής οικονομίας εξακολουθούν να υπάρχουν ακόμη και σήμερα. Με τη μειωμένη οικονομική δραστηριότητα, οι εκπομπές ήταν χαμηλότερες, γεγονός που οδήγησε σε υποτονική ζήτηση για δικαιώματα εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα (EUAs). Δεδομένου του περιβάλλοντος υψηλών επιτοκίων, οι συμμετέχοντες στην αγορά άνθρακα δεν είχαν την οικονομική δυνατότητα να επωφεληθούν από τις μειωμένες τιμές άνθρακα, με αποτέλεσμα να υπήρχε περιορισμένο ενδιαφέρον για την αγορά δικαιωμάτων εκπομπών CO<sub>2</sub>[21].

Future	N	Range	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	Variance
Brent (\$/bbl)	59	19.14	73.24	92.38	82.48	5.15	26.53
TTF (€/MWh)	58	21.63	32.35	53.98	43.76	6.19	38.27
EUAs (€/T)	58	18.93	66.73	85.66	76.53	5.03	25.33

**Πίνακας 5: Στατιστικά των futures για την περίοδο Israel War**

Πολλοί αναλυτές φοβήθηκαν στα τέλη του 2023 ότι το Ιράν θα μπορούσε να έχει μεγαλύτερο αντίκτυπο στην αγορά. Μέχρι εκείνη την στιγμή, Αμερικανοί και Ισραηλινοί αξιωματούχοι δεν είχαν κατηγορήσει άμεσα το Ιράν για τις πρόσφατες επιθέσεις της Χαμάς εναντίον Ισραηλινών πολιτών και στρατιωτικών εγκαταστάσεων. Ωστόσο, το Ιράν υποστηρίζει εδώ και χρόνια τόσο τη Χαμάς όσο και τη Χεζμπολάχ (επίσης ισλαμική παραστρατιωτική οργάνωση) για να πιέζουν το Ισραήλ από διαφορετικές πλευρές ως μέρος του «άξονα αντίστασης». Εάν αποδειχθεί ότι το Ιράν παρείχε υλική ή οικονομική υποστήριξη για τις επιθέσεις της Χαμάς, μια σαφής απάντηση θα ήταν η αύξηση της επιβολής κυρώσεων στις εξαγωγές πετρελαίου του Ιράν. Μεταξύ Μαΐου και Σεπτεμβρίου του προηγούμενου έτους, οι εξαγωγές αργού πετρελαίου και συμπυκνωμάτων του Ιράν ανήλθαν κατά μέσο όρο σε περίπου 1,4 εκατομμύρια βαρέλια ημερησίως, επίπεδο που δεν είχε παρατηρηθεί εδώ και τουλάχιστον τέσσερα χρόνια. Πολλοί στην αγορά πετρελαίου πιστεύουν ότι οι Ηνωμένες Πολιτείες έχουν χαλαρώσει την επιβολή κυρώσεων στο Ιράν, ενώ διαπραγματεύτηκαν, μεταξύ πολλών θεμάτων, την απελευθέρωση αρκετών πολιτικών κρατουμένων τον Σεπτέμβριο του 2023. Η αύξηση των εξαγωγών πετρελαίου του Ιράν από τον Μάιο του 2023 έχει συμβάλει στην εξισορρόπηση των μεγάλων περικοπών της παραγωγής από τη Σαουδική Αραβία και άλλους παραγωγούς. Πολλοί ήταν εκείνοι που φοβήθηκαν ότι εάν επιβάλλονταν αυστηρότερες κυρώσεις και μειώνονταν οι εξαγωγές πετρελαίου του Ιράν με την έλευση του 2024, οι αναμενόμενες ελλείψεις εφοδιασμού θα μπορούσαν να γίνουν ακόμη μεγαλύτερες και να εκτοξεύσουν τις τιμές του πετρελαίου[22]. Αυτός ο φόβος ενδεχομένως να εξηγεί και την μικρή αύξηση των Brent futures τον Δεκέμβριο του 2023(Εικόνα 29). Ακόμη, δεδομένου ότι το πετρέλαιο παράγει μεγάλες εκπομπές CO<sub>2</sub> κατά την καύση του, εύλογη θα μπορούσε να θεωρηθεί και η αύξηση των τιμών των EUAs futures τον Δεκέμβριο του 2023(Εικόνα 31)

Η ομάδα εμπορευμάτων της Goldman Sachs εξέτασε ορισμένα αρνητικά σενάρια, σύμφωνα με τα οποία οι τιμές του πετρελαίου θα μπορούσαν να αυξηθούν κατά 5% έως 20% πάνω από το κανονικό, ανάλογα με το πόσο σοβαρή είναι η διαταραχή της προσφοράς πετρελαίου. Όπως επισήμανε η Vashkinskaya[10], σε ένα χειρότερο σενάριο, οι ευρωπαϊκές τιμές φυσικού αερίου θα μπορούσαν να αυξηθούν



σημαντικά και να κυμανθούν μεταξύ 102-200 €/MWh. Κάτι τέτοιο ευτυχώς για την Ευρωπαϊκή Ένωση δεν συνέβη μέχρι τα τέλη του 2023, όπου τα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης του ευρωπαϊκού προϊόντος φυσικού αερίου Dutch TTF κυμάνθηκαν σε πολύ χαμηλότερα επίπεδα (Πίνακας 5).

Ο πόλεμος Ισραήλ-Γάζας έχει επηρεάσει σε μεγάλο βαθμό την αγορά πετρελαίου, αυξάνοντας τις γεωπολιτικές ανησυχίες και οδηγώντας σε άνοδο τις τιμές του πετρελαίου. Εν μέσω της πολύπλοκης περιφερειακής κατάστασης, τα κράτη του Περσικού Κόλπου εξισορροπούν προσεκτικά τα πολιτικά, οικονομικά και ασφαλιστικά τους συμφέροντα για να επιτύχουν τα καλύτερα αποτελέσματα προς όφελός τους. Η Σαουδική Αραβία έχει σταματήσει τις συνομιλίες εξομάλυνσης με το Ισραήλ, ενώ τα ΗΑΕ (Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα) διατηρούν τις εμπορικές συναλλαγές με το Ισραήλ, αλλά διαχωρίζουν την πολιτική από τις επιχειρήσεις. Με τις τιμές του πετρελαίου να αυξάνονται σημαντικά κατά τη διάρκεια της κρίσης, οι οικονομολόγοι σε όλο τον κόσμο παρακολουθούν στενά τις πιθανές παγκόσμιες επιπτώσεις. Καθώς η κρίση συνεχίζεται και το Ισραήλ πλησιάζει σε μια πλήρους κλίμακας χερσαία εισβολή και κατοχή της Γάζας, οι προκλήσεις αυτές θα αυξηθούν και θα ασκήσουν μεγαλύτερη πίεση στην αγορά ενέργειας [23]. Όπως απεικονίζεται και στις Εικόνες 8-27, η κατάσταση στην Μέση Ανατολή προκάλεσε σύγχυση στην Ευρώπη με αποτέλεσμα να παρατηρείται μεγάλη μεταβλητότητα στις ευρωπαϊκές τιμές ηλεκτρικής ενέργειας κατά την διάρκεια της περιόδου Israel War. Παρόλα αυτά οι τιμές δεν επηρεάστηκαν δραματικά και παρέμειναν σε λογικά επίπεδα σε σχέση με εκείνες του 2022. Η ανάλυση των στατιστικών στοιχείων των ημερήσιων τιμών ηλεκτρικής ενέργειας στα χρηματιστήρια, όπως δίνεται στον Πίνακα 6, έδειξε τα εξής: Διαπιστώνεται ότι η μέγιστη τιμή της μέσης ημερήσιας τιμής της ηλεκτρικής ενέργειας κατά την περίοδο Israel War, 7 Οκτωβρίου του 2023 με 31 Δεκεμβρίου του 2023, ήταν εισηγμένη στο χρηματιστήριο ηλεκτρικής ενέργειας στην Φινλανδία (τιμή 286,42 €/MWh). Η τιμή αυτή ήταν μακράν μεγαλύτερη από τις μέγιστες τιμές των άλλων χωρών εκείνη την περίοδο. Κάτι τέτοιο είναι προϊόν τόσο της μεταβλητότητας της αγοράς όσο και της ενεργειακής κρίσης που έφερε η βλάβη στον αγωγό Balticconnector. Παράλληλα, η ελάχιστη τιμή των μέσων ημερήσιων τιμών κατά την παρατηρούμενη περίοδο καταγράφηκε και πάλι στο φινλανδικό χρηματιστήριο ηλεκτρικής ενέργειας (τιμή -202.29 €/MWh), η οποία όπως αναφέρθηκε προηγουμένως προέκυψε από σφάλμα. Η μεγαλύτερη διαφορά μεταξύ της μέγιστης και της ελάχιστης τιμής της ηλεκτρικής ενέργειας κατά την εξεταζόμενη περίοδο, όπως είναι φυσικό, καταγράφηκε και πάλι στην Φινλανδία (τιμή 488.71 €/MWh). Από την άλλη πλευρά, η μικρότερη διαφορά μεταξύ της μέγιστης και της ελάχιστης τιμής σημειώθηκε στο χρηματιστήριο ηλεκτρικής ενέργειας στην Ιταλία, όπου η τιμή ήταν μόλις 110.27 €/MWh. Τέλος, την περίοδο Israel War ο μέσος όρος των τιμών στην Ευρώπη κυμαινόταν από 57.74 €/MWh στην Σουηδία έως 124.15 €/MWh στην Ιταλία.

Israel War period statistics

Country	N	Range (EUR/MWhe)	Minimum (EUR/MWhe)	Maximum (EUR/MWhe)	Mean (EUR/MWhe)	Std. Deviation (EUR/MWhe)	Variance (EUR/MWhe)^2
Austria	86	165.73	1.61	167.34	88.34	35.77	1279.47
Belgium	86	169.07	-0.16	168.91	82.57	36.45	1328.33
Czechia	86	167.79	0.49	168.28	86.66	36.1	1303.05
Denmark	86	169.48	-0.58	168.9	73.22	39.17	1534.32
Finland	86	488.71	-202.29	286.42	63.15	58.49	3420.97
France	86	168.49	0.39	168.88	80.49	36.6	1339.55
Germany	86	172.39	-3.54	168.85	82.7	38.12	1453.08
Greece	86	136.65	29.28	165.93	106.76	21.84	476.81
Hungary	86	167.35	1.82	169.17	95.18	34.33	1178.56
Bulgaria	86	157.61	12.53	170.14	97.14	32.73	1071.44
Italy	86	110.27	64.72	174.99	124.15	18.77	352.45
Netherlands	86	165.67	3.25	168.92	85.92	34.31	1177.21
Norway	86	141.01	2.24	143.25	64.01	32.77	1073.74
Poland	86	150.4	1.18	151.58	91.69	34.16	1166.61
Portugal	86	135.23	1.34	136.57	73.05	35.22	1240.79
Romania	86	166.17	3.97	170.14	96.39	33.99	1155.25
Serbia	86	148.7	13.73	162.43	93.16	32.41	1050.61
Spain	86	138.22	1.34	139.56	73.25	35.39	1252.55
Switzerland	86	162.1	5.63	167.73	96.6	35.4	1253.51
Sweden	86	162.35	-2.49	159.86	57.74	41.46	1718.87

Πίνακας 6: Στατιστικά χωρών για την περίοδο Israel War

Από τους πίνακες 1,3 και 6 προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- ❖ Τα εύρη των τιμών ηλεκτρικής ενέργειας (3<sup>η</sup> στήλη πινάκων) στα ευρωπαϊκά χρηματιστήρια είναι πιο μικρά κατά την περίοδο COVID-19 (72-165 €/MWh), λίγο πιο μεγάλα κατά την περίοδο Israel War (110-172 €/MWh), χωρίς να προσμετράται η Φινλανδία λόγω του σφάλματος) και σαφώς μεγαλύτερα κατά την περίοδο Ukraine War (403-735€/MWh). Αυτή η σειρά δείχνει το κατά πόσο ευμετάβλητες ήταν οι τιμές στην εκάστοτε περίοδο. Αυτό ακόμη φαίνεται και από τις δύο τελευταίες στήλες των πινάκων, οι οποίες δείχνουν την διασπορά και την τυπική απόκλιση των χρονοσειρών. Χαμηλές τιμές (COVID-19 και Israel War) υποδεικνύουν χαμηλή απόκλιση από την μέση τιμή και άρα μικρότερη μεταβλητότητα, ενώ υψηλές (Ukraine War) υποδεικνύουν σαφώς μεγαλύτερη μεταβλητότητα.
- ❖ Οι μέγιστες τιμές χονδρικής πώλησης ηλεκτρικής παρατηρήθηκαν κατά την περίοδο Ukraine War. Την περίοδο αυτή το ένα ρεκόρ διαδεχόταν το άλλο ως προς το ύψος των τιμών. Επιπλέον, κατά την περίοδο αυτή, υπήρξαν ελάχιστες έως μηδενικές αρνητικές τιμές ηλεκτρικής ενέργειας, λόγω ότι η ζήτηση ήταν συντριπτικά μεγαλύτερη από την προφορά.
- ❖ Από την άλλη, οι περισσότερες αρνητικές τιμές παρατηρούνται σαφώς στην περίοδο COVID-19, όπου εκεί συνέβη το αντίθετο από ότι στην περίοδο Ukraine War. Δηλαδή η προσφορά ήταν μεγαλύτερη της ζήτησης.
- ❖ Παρατηρείται ότι και στις τρεις περιόδους που μελετώνται κάποιες χώρες ήταν σταθερά πιο «ακριβές» ενεργειακά, ενώ κάποιες άλλες πιο «φθηνές». Συγκεκριμένα στην Σκανδιναβία, και ειδικά στην Νορβηγία και στην Σουηδία οι τιμές χονδρικής πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας υπήρξαν σαφώς πιο φθηνές. Αυτό οφείλεται στα εξής:
  - Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας: Η Σκανδιναβία, ιδίως η Νορβηγία και η Σουηδία, διαθέτει σημαντικούς υδροηλεκτρικούς πόρους. Τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια, μόλις εγκατασταθούν, έχουν πολύ χαμηλό λειτουργικό κόστος, γεγονός που συμβάλλει στη διατήρηση των τιμών της ηλεκτρικής ενέργειας σε χαμηλά επίπεδα.
  - Πυρηνική ενέργεια: Η Σουηδία και η Φινλανδία διαθέτουν σημαντικό δυναμικό πυρηνικής ενέργειας, το οποίο παρέχει σταθερή και σχετικά χαμηλού κόστους παροχή ηλεκτρικής ενέργειας.
  - Ενσωμάτωση της αγοράς ενέργειας: Οι σκανδιναβικές χώρες αποτελούν μέρος της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας Nord Pool, η οποία είναι μία από τις πιο αποτελεσματικές και καλά ενοποιημένες αγορές ηλεκτρικής ενέργειας στον κόσμο. Αυτή η ποιότητα της αγοράς επιτρέπει το αποτελεσματικό

διασυνοριακό εμπόριο ηλεκτρικής ενέργειας, βελτιστοποιώντας τη χρήση των πόρων και μειώνοντας τις τιμές.

- Ισχυρή υποδομή δικτύου: Οι σκανδιναβικές χώρες διαθέτουν ανεπτυγμένη και αποτελεσματική υποδομή δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία μειώνει τις απώλειες μεταφοράς και ενισχύει την αποτελεσματικότητα της προσφοράς.
  - Ενεργειακές πολιτικές: Η Σκανδιναβία διαθέτει προοδευτικές ενεργειακές πολιτικές που υποστηρίζουν την ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, την ενεργειακή απόδοση και τις βιώσιμες ενεργειακές πρακτικές. Οι επιδοτήσεις και τα κίνητρα για έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μειώνουν το κόστος μακροπρόθεσμα.
  - Χαμηλή εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα: Λόγω της μεγάλης εξάρτησής τους από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, οι σκανδιναβικές χώρες επηρεάζονται λιγότερο από τις διακυμάνσεις στις παγκόσμιες τιμές των ορυκτών καυσίμων, οι οποίες μπορούν να αυξήσουν το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας σε χώρες που εξαρτώνται περισσότερο από τον άνθρακα, το πετρέλαιο ή το φυσικό αέριο.
- ❖ Από την άλλη, η Ελλάδα και Ιταλία παρουσίαζαν σαφώς υψηλότερες ενεργειακές τιμές από τον ευρωπαϊκό μέσο όρο. Οι λόγοι που συνέβαλλαν σε αυτό είναι:
- Ενεργειακό μείγμα:
    - Ελλάδα: Βασίζεται σημαντικά στα ορυκτά καύσιμα, ιδίως στο φυσικό αέριο και στον λιγνίτη (είδος άνθρακα). Το κόστος που σχετίζεται με αυτά τα καύσιμα, ιδίως το φυσικό αέριο, είναι ευμετάβλητο και γενικά υψηλό.
    - Ιταλία: Βασίζεται επίσης σε μεγάλο βαθμό στο φυσικό αέριο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Επιπλέον, η Ιταλία εισάγει σημαντικό μέρος της ηλεκτρικής της ενέργειας, η οποία μπορεί να είναι ακριβή.
  - Γεωγραφικοί περιορισμοί και περιορισμοί υποδομής:
    - Ελλάδα: Η νησιωτική γεωγραφία της καθιστά τη διανομή ενέργειας πιο περίπλοκη και δαπανηρή. Τα νησιά συχνά βασίζονται σε γεννήτριες ντίζελ, η λειτουργία των οποίων είναι δαπανηρή.
    - Ιταλία: Έχει περιορισμένες διασυνδέσεις με άλλες ευρωπαϊκές χώρες, μειώνοντας τη δυνατότητά της να εισάγει φθηνότερη ηλεκτρική ενέργεια από τους

γείτονές της. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε υψηλότερες τιμές όταν η εγχώρια προσφορά είναι περιορισμένη.

- Ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας: Τόσο η Ελλάδα όσο και η Ιταλία έχουν επεκταθεί στους τομείς των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Ωστόσο, η ενσωμάτωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο δίκτυο απαιτεί σημαντικές επενδύσεις σε υποδομές και λύσεις αποθήκευσης, οι οποίες μπορεί αρχικά να αυξήσουν το κόστος.
- Δυναμική της αγοράς: Οι αγορές ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα και την Ιταλία μπορεί να παρουσιάσουν μεγαλύτερη αστάθεια τιμών λόγω του μικρότερου ανταγωνισμού και της μικρότερης ρευστότητας της αγοράς σε σύγκριση με τις μεγαλύτερες, περισσότερο διασυνδεδεμένες αγορές της Βόρειας και Δυτικής Ευρώπης.
- Ρυθμιστικοί και πολιτικοί παράγοντες: Οι διαφορές στις εθνικές ενεργειακές πολιτικές, τους φόρους και τις επιδοτήσεις μπορούν να επηρεάσουν τις τιμές της ηλεκτρικής ενέργειας. Για παράδειγμα, η Ιταλία έχει υψηλότερους φόρους και εισφορές στην ενέργεια σε σύγκριση με ορισμένες άλλες ευρωπαϊκές χώρες.
- Εισαγωγές και εξαγωγές ενέργειας: Και οι δύο χώρες εισάγουν σημαντικό μέρος των ενεργειακών τους αναγκών, γεγονός που τις εκθέτει στις παγκόσμιες διακυμάνσεις των τιμών της ενέργειας. Η Ιταλία, ειδικότερα, εισάγει ηλεκτρική ενέργεια από γειτονικές χώρες και οι εισαγωγές αυτές μπορεί να είναι δαπανηρές σε περιόδους υψηλής ζήτησης ή χαμηλής προσφοράς στην ευρύτερη ευρωπαϊκή αγορά.
- Δυναμική της προσφοράς και της ζήτησης: Οι εποχιακές αιχμές της ζήτησης, ιδίως το καλοκαίρι για κλιματισμό στην Ιταλία και την Ελλάδα, μπορούν να ανεβάσουν τις τιμές. Εάν η προσφορά δεν είναι επαρκώς ευέλικτη για να καλύψει αυτές τις αιχμές, οι τιμές μπορεί να αυξηθούν απότομα.

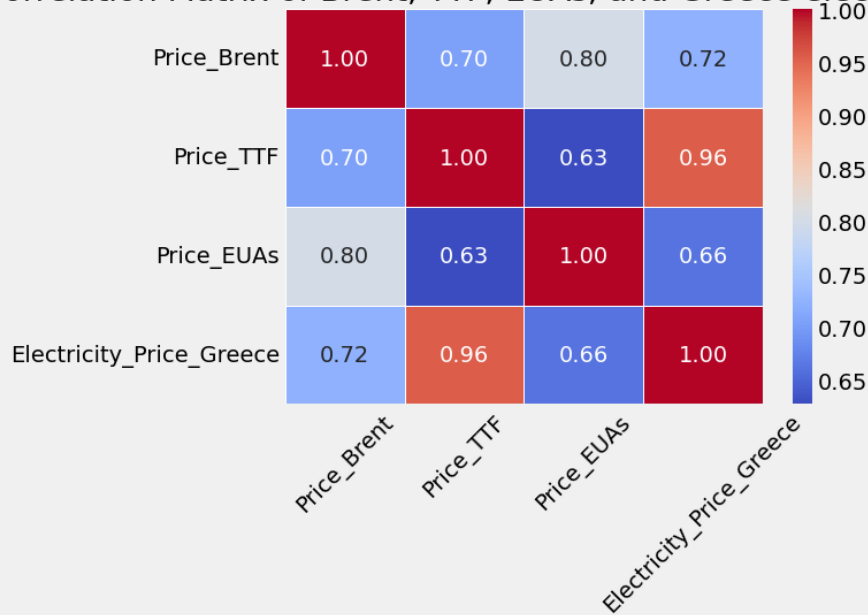
Από τους πίνακες 2,4 και 5 προκύπτουν τα εξής:

- ❖ Μακράν οι πιο υψηλές τιμές των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης των προϊόντων Brent, Dutch TTF και EUAs βρίσκονται στην περίοδο Ukraine War, όπου οι μέσες τιμές του είναι σαφώς πιο υψηλές. Έπειτα ακολουθεί η περίοδος Israel War και μετά η περίοδος COVID-19.
- ❖ Η περίοδος Ukraine War ήταν η πιο ευμετάβλητη για τα Dutch TTF futures, ενώ για τα Brent και EUAs futures ήταν η περίοδος COVID-19. Τα συμπεράσματα αυτά προκύπτουν αξιολογώντας τις τιμές της διασποράς και της τυπικής απόκλισης των futures στους Πίνακες.

- ❖ Η μεταβλητότητα των προϊόντων δεν ήταν ιδιαίτερα σημαντική κατά την περίοδο Israel War. Παρόλα αυτά, το συμπέρασμα αυτό δεν είναι 100% ασφαλές, δεδομένου ότι το χρονικό παράθυρο μελέτης αυτής της περιόδου είναι σαφώς πιο μικρό σχέση με τα χρονικά παράθυρα των άλλων δύο.

Οι τάσεις στις τιμές του φυσικού αερίου καθ' όλη την διάρκεια της πενταετίας που μελετάται υπογράμμισαν τους συνεχιζόμενους διαρθρωτικούς μετασχηματισμούς στην αγορά φυσικού αερίου τα τελευταία χρόνια και ιδίως τη σταδιακή αποσύνδεση των τιμών του φυσικού αερίου και του πετρελαίου. Πριν από το 2015, τα περισσότερα συμβόλαια φυσικού αερίου στην Ευρώπη ήταν συνδεδεμένα με τις τιμές του πετρελαίου, καθιστώντας τις τιμές του πετρελαίου αξιόπιστο δείκτη για τις τάσεις των τιμών της ενέργειας. Από το 2015, ωστόσο, η πλειονότητα των ευρωπαϊκών συμβολαίων φυσικού αερίου έχει συνδεθεί με τις τιμές spot (τρέχουσα τιμή πώλησης ή αγοράς φυσικού αερίου) και τις προθεσμιακές τιμές στους ευρωπαϊκούς κόμβους διαπραγμάτευσης φυσικού αερίου, με το Dutch TTF να αποτελεί το κύριο σημείο αναφοράς. Η μετατόπιση αυτή οφείλεται εν μέρει στην αύξηση της παγκόσμιας προσφοράς υδροποιημένου φυσικού αερίου, η οποία προώθησε μια παγκόσμια αγορά φυσικού αερίου, και στην αντίστοιχη ανάπτυξη και εξειδίκευση των κόμβων φυσικού αερίου και των spot αγορών. Αν και η άμεση σύνδεση μεταξύ των τιμών του πετρελαίου και του φυσικού αερίου έχει μειωθεί, οι ευρωπαϊκές τιμές του φυσικού αερίου και του πετρελαίου παραμένουν αλληλένδετες λόγω των κοινών επιπτώσεων από την παγκόσμια οικονομική δραστηριότητα και του ρόλου τους ως μερικών υποκατάστατων. Παρ' όλα αυτά, η ευαισθησία των ευρωπαϊκών τιμών φυσικού αερίου στις διακυμάνσεις των τιμών του πετρελαίου έχει μειωθεί σταθερά την τελευταία δεκαετία. Όπως φαίνεται και στον Πίνακα 7, η ευρωπαϊκή αγορά ηλεκτρικής ενέργειας έχει σχεδόν απόλυτη συσχέτιση με εκείνη των Dutch TTF futures. Για λόγους απλότητας επιλέχθηκε μόνον μία χώρα (η Ελλάδα) καθώς όλες οι ευρωπαϊκές αγορές είχαν παρόμοια τάση, όπως φαίνεται και στις Εικόνες 8-27. Το 0.96 υποδεικνύει μια πολύ ισχυρή θετική σχέση μεταξύ τους. Αυτό σημαίνει ότι οι δύο χρονοσειρές κινούνται κατά κύριο λόγο «μαζί», δηλαδή όταν μια από αυτές αυξάνεται ή μειώνεται, η άλλη συνήθως κάνει το ίδιο σε μεγάλο βαθμό (το 1 θα σηματοδοτούσε απόλυτη ταύτιση). Από την άλλη, επιβεβαιώνεται η μειωμένη εξάρτηση των ευρωπαϊκών προϊόντων φυσικού αερίου (Dutch TTF) από τα αντίστοιχα πετρελαϊκά προϊόντα (Brent), όπου η συσχέτισή τους βρίσκεται στο 0.70. Ανάλογα αποδυναμωμένη (0.72) είναι και η συσχέτιση της επιλεγμένης ευρωπαϊκής αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας (Ελλάδα) με τα συμβόλαια Brent. Τέλος, η συσχέτιση των τιμών συμβολαίων Brent με εκείνα των EUAs είναι 0.80, εκείνη των TTF και EUAs είναι μόλις 0.63. Κάτι τέτοιο είναι εξαιρετικά λογικό, καθώς τα προϊόντα πετρελαίου κατά την καύση τους εκλύουν περισσότερους ρύπους διοξειδίου του άνθρακα σε σχέση με εκείνα του φυσικού αερίου. Όμοια χαμηλή είναι και η συσχέτιση της τιμής ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα με τα EUAs futures (0.66), καθώς ως ευρωπαϊκή χώρα, το βασικό καύσιμο για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι το φυσικό αέριο.

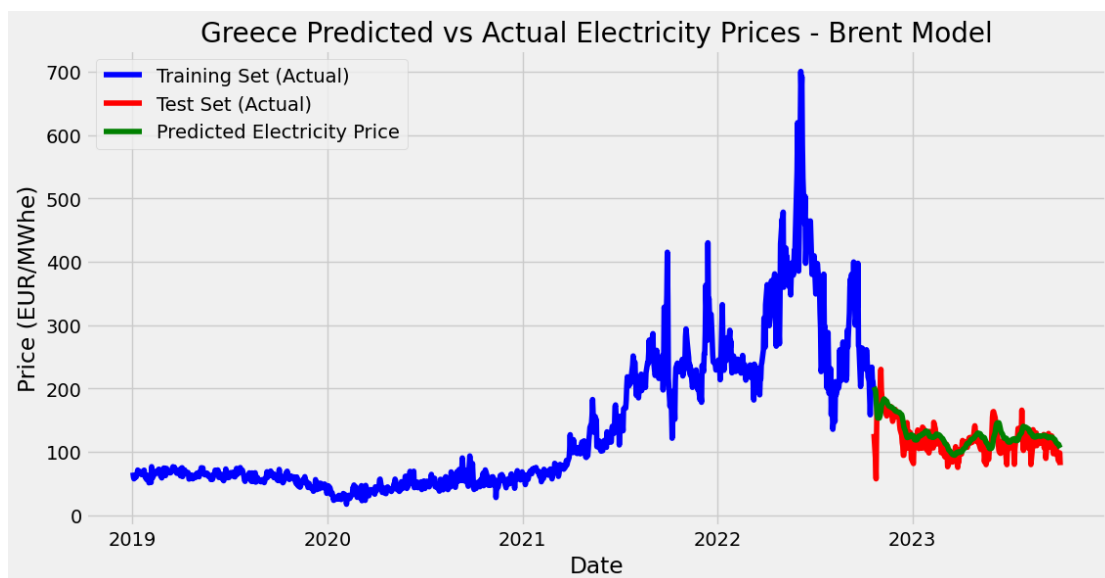
Correlation Matrix of Brent, TTF, EUAs, and Greece electricity Prices



Πίνακας 7: Πίνακας Συσχετίσεων futures και τιμές ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα

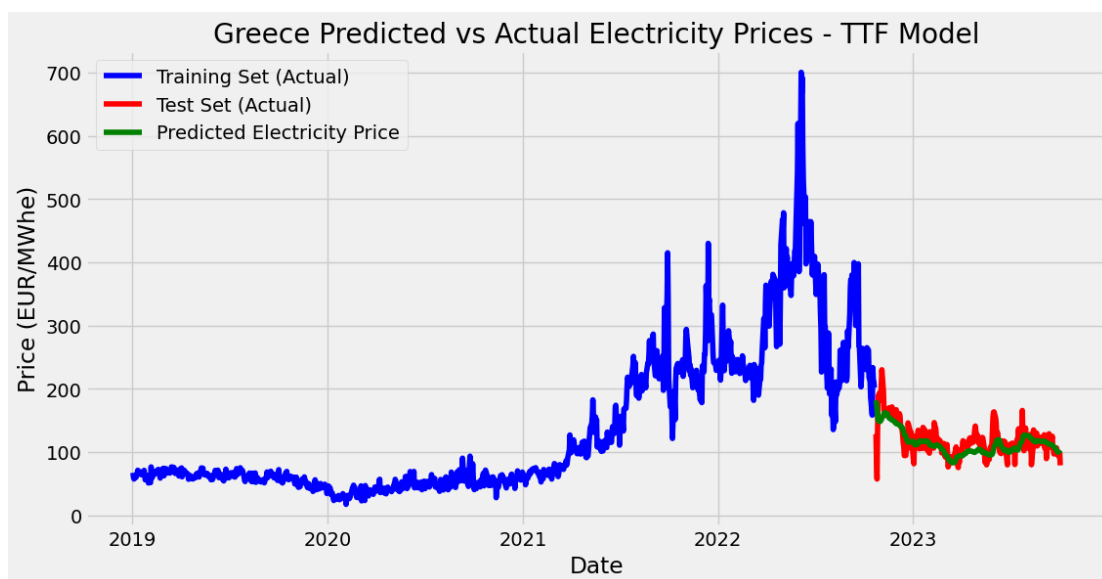
## 5.2. Πειραματικό κομμάτι

Όπως αναλύθηκε ενδελεχώς στο κεφάλαιο 2, χρησιμοποιήθηκε το RNN (Recurrent Neural Network) LSTM (Long Short Term-Memory) για να εξεταστεί αν είναι δυνατή η πρόβλεψη των τιμών εκκαθάρισης Αγοράς Επόμενης Ημέρας (Day-Ahead Market-DAM) από τις τιμές των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης για τον επόμενο μήνα (month+1 futures). Με άλλα λόγια εξετάστηκε το πόσο κοντά στην πραγματική τιμή μπορεί το μοντέλο να προβλέψει την τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας

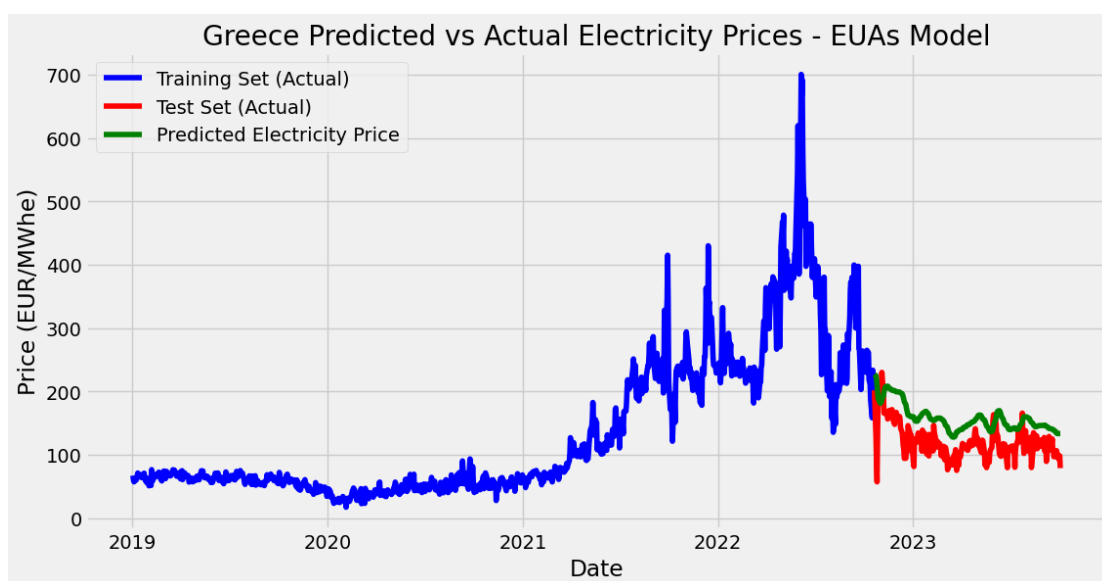


Εικόνα 34: Μοντέλο LSTM - Brent

σε μία χώρα, δεδομένου ότι γνώριζε το συμβόλαιο μελλοντικής εκπλήρωσης για τον επόμενο μήνα ενός εκ των τριών προϊόντων, Brent, TTF και EUAs.



Εικόνα 35: Μοντέλο LSTM - TTF



Εικόνα 36: Μοντέλο LSTM - EUAs

Από τις Εικόνες 34-36 γίνεται αντιληπτό πως η πρόβλεψη των τιμών χονδρικής πώλησης στην Ελλάδα είναι σαφώς πιο ικανοποιητική στα μοντέλα Brent και TTF, σε σχέση με εκείνο των EUAs. Για να αποδειχτεί αυτό και αριθμητικά, χρησιμοποιήθηκε η εξίσωση του μέσου τετραγωνικού σφάλματος (Root Mean Square Error-RMSE), το οποίο μετρά τη μέση διαφορά μεταξύ των προβλεπόμενων τιμών ενός στατιστικού μοντέλου και των πραγματικών τιμών. Μαθηματικά, είναι η τυπική απόκλιση των υπολοίπων. Τα υπόλοιπα εκφράζουν την απόσταση μεταξύ της γραμμής



παλινδρόμησης και των σημείων δεδομένων. Το RMSE «ποσοτικοποιεί» πόσο διασκορπισμένα είναι αυτά τα υπόλοιπα, αποκαλύπτοντας πόσο «σφιχτά» συγκεντρώνονται τα παρατηρούμενα δεδομένα γύρω από τις προβλεπόμενες τιμές. Οι τιμές RMSE μπορούν να κυμαίνονται από μηδέν έως θετικό άπειρο και χρησιμοποιούν τις ίδιες μονάδες με την εξαρτημένη μεταβλητή (πραγματική τιμή χρονοσειράς). Μια τιμή 0 σημαίνει ότι οι προβλεπόμενες τιμές ταιριάζουν απόλυτα με τις πραγματικές τιμές, αλλά αυτό δεν φαίνεται ποτέ στην πράξη. Χαμηλές τιμές RMSE υποδεικνύουν ότι το μοντέλο ταιριάζει καλά στα δεδομένα και έχει ακριβείς προβλέψεις. Αντίθετα, οι υψηλότερες τιμές υποδηλώνουν μεγαλύτερο σφάλμα και λιγότερο ακριβείς προβλέψεις. Οι αναλυτές αξιολογούν συχνά αυτό το στατιστικό στοιχείο σε διάφορους τομείς, συμπεριλαμβανομένης της κλιματολογίας, των προβλέψεων, των οικονομικών και των χρηματοοικονομικών. Το RMSE είναι μια κρίσιμη μετρική στην προγνωστική μοντελοποίηση, όπου η τιμή του δείχνει πόσο καλά αποδίδει ένα μοντέλο.

Model RMSE

Model	RMSE
Brent	130.39
TTF	116.05
EUAS	159.65

**Πίνακας 8: Σφάλμα μοντέλων**

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}$$

Ο Πίνακας 8 δείχνει ότι το μοντέλο TTF έχει το χαμηλότερο RMSE (116.05), ακολουθούμενο από το μοντέλο Brent (130.39) και το μοντέλο EUAs (159.65). Αυτό υποδηλώνει ότι το μοντέλο TTF είναι το καλύτερο στην πρόβλεψη των τιμών ηλεκτρικής ενέργειας από τα τρία παρατιθέμενα μοντέλα. Ωστόσο, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι το RMSE αναφέρει μόνο πόσο κοντά είναι οι προβλέψεις στις πραγματικές τιμές και όχι πόσο ακριβείς είναι οι προβλέψεις. Ένα μοντέλο μπορεί να έχει χαμηλό RMSE, αλλά παρόλα αυτά να υποεκτιμά ή να υπερεκτιμά σταθερά τις πραγματικές τιμές.

Σε κάθε περίπτωση η συγκεκριμένη σειρά επιτυχίας των μοντέλων μόνο τυχαία δεν είναι, καθώς ταυτίζεται και με την σειρά συσχέτισης που έχουν οι τιμές χονδρικής πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα με τα Brent, TTF και EUAs

futures (Πίνακας 7). Δεδομένου λοιπόν ότι τα συμβόλαια μελλοντικής αγοράς Dutch TTF μια ημέρας για τον επόμενο μήνα είχαν σχεδόν ταυτόσημη μεταβλητότητα με τις τιμές χονδρικής πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα, δεν μοιάζει καθόλου παράλογο να είναι και το πιο ικανό συμβόλαιο μελλοντικής εκπλήρωσης (future) για να προβλέψει πως θα κινηθούν οι τιμές της ηλεκτρικής ενέργειας.

Σε κάθε περίπτωση πρέπει να διευκρινιστεί πως το μοντέλο στερείται μετρικών, χρήσιμων στην πρόβλεψη, όπως τα μετεωρολογικά δεδομένα. Επιπλέον ακόμη και το πιο ικανό μοντέλο, εκείνο του Dutch TTF, προέβλεπε τιμές μόνο για μία ημέρα λαμβάνοντας υπόψη τις 60 προηγούμενες. Επομένως, η πρόβλεψη είναι εντελώς βραχυπρόθεσμη και απλά δείχνει ότι δεδομένου ότι είναι γνωστή η τιμή του συμβολαίου Dutch TTF για μια συγκεκριμένη ημέρα, η τιμή της χονδρικής πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα μπορεί να προσεγγιστεί σχετικά κοντά στην πραγματική.

Ο σκοπός της υλοποίησης του συγκεκριμένου μοντέλου ήταν η ενασχόληση και ο πειραματισμός με τα νευρωνικά δίκτυα και τα μοντέλα προβλεψιμότητας και όχι τόσο να εξαχθούν άκρως ασφαλή συμπεράσματα. Οι διακυμάνσεις των ενεργειακών τιμών είναι πολυπαραγοντικό φαινόμενο και η πρόβλεψή τους καθίσταται εξαιρετικά δύσκολη.

## Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα

Η ανάλυση που προηγήθηκε στο Κεφάλαιο 5 ανέδειξε τον σημαντικό και συνεχιζόμενο αντίκτυπο της πανδημίας και των πολεμικών συρράξεων σε Ουκρανία και Ισραήλ στην ευρωπαϊκή αγορά ηλεκτρικής ενέργειας. Η ενέργεια αποτελεί εξέχοντα πυλώνα και βαρόμετρο στην ανάπτυξη της παγκόσμιας οικονομίας. Παγκόσμια ζητήματα σαν τα παραπάνω μπορούν να επηρεάσουν σε μεγάλο βαθμό τον ενεργειακό τομέα και την οικονομία. Ειδικά η Ευρώπη, η οποία βρέθηκε στο επίκεντρο και των τριών κρίσεων, είδε τις τιμές της χονδρικής πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας και των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης των προϊόντων Brent, Dutch TTF και EUAs να δέχονται σοβαρές αυξομειώσεις την περίοδο 2019-2024.

Οι γεωπολιτικές εξελίξεις εξακολουθούν να προκαλούν σημαντική μεταβλητότητα στις αγορές ενέργειας, η οποία επιδεινώνεται από τις προσπάθειες να μειωθεί η εξάρτηση της Ευρώπης από τις ρωσικές ενεργειακές προμήθειες. Επιπλέον, η μετάβαση στην πράσινη ενέργεια θα μπορούσε να επηρεάσει τις τιμές της ενέργειας και να οδηγήσει σε περιόδους υψηλότερης μεταβλητότητας των τιμών. Εάν οι επενδύσεις στην παραγωγή πετρελαίου και φυσικού αερίου ευθυγραμμιστούν με τους στόχους καθαρών μηδενικών εκπομπών, αλλά οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας δεν καταφέρουν να καλύψουν με συνέπεια τη ζήτηση, αυτό θα μπορούσε να οδηγήσει σε επαναλαμβανόμενες περιόδους υψηλών και ασταθών τιμών ενέργειας. Οι αυξήσεις των φόρων άνθρακα στην ΕΕ ενδέχεται επίσης να συμβάλουν σε ανοδικές πιέσεις στις τιμές της ενέργειας. Ωστόσο, η μεγαλύτερη απαλλαγή από τις ανθρακούχες εκπομπές και η αύξηση της ενεργειακής απόδοσης υποδηλώνουν μειωμένη εξάρτηση των τιμών ενέργειας για τους καταναλωτές της ζώνης του ευρώ από τις παγκόσμιες τιμές των βασικών εμπορευμάτων και μεγαλύτερη εξάρτηση από φθηνότερες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, γεγονός που ενδεχομένως θα μειώσει τις τιμές ενέργειας για τους καταναλωτές μακροπρόθεσμα.

Η αξιολόγηση των τάσεων των τιμών της ενέργειας εξαρτάται από την πηγή του σοκ, η οποία μπορεί να είναι δύσκολο να εντοπιστεί. Το εξελισσόμενο ενεργειακό μείγμα υποδηλώνει ότι ο ρόλος του αργού πετρελαίου (το οποίο δεν παράγεται στη ζώνη του ευρώ) μειώνεται και ότι ο ρόλος του φυσικού αερίου στην ηλεκτρική ενέργεια αυξάνεται, οι μεταβολές των τιμών του οποίου συνδέεται στενότερα με την ευρωπαϊκή προσφορά και ζήτηση σε σύγκριση με το πετρέλαιο. Αυτό υποδηλώνει ότι η απόδοση των μεταβολών των τιμών της ενέργειας σε εξωτερικούς κλυδωνισμούς καθίσταται όλο και πιο πολύπλοκη. Εάν το ενεργειακό μείγμα εξελίσσεται διαφορετικά στις χώρες της ζώνης του ευρώ, ενδέχεται να υπάρχουν μεγαλύτερες διακυμάνσεις στον πληθωρισμό των τιμών της ενέργειας μεταξύ των χωρών από ό,τι σε ένα σενάριο όπου οι παγκόσμιες τάσεις των τιμών του πετρελαίου προκαλούν ομοιόμορφα σοκ σε όλες τις χώρες.

Κάθε μειονέκτημα φέρνει και ένα πλεονέκτημα. Το αρχικό σοκ της προσφοράς που προκλήθηκε από την πανδημία κυρίως την τριετία 2019-2022, σε συνδυασμό με τον συνεχιζόμενο πόλεμο στην Ουκρανία και το προσφάτως ξέσπασμα του πόλεμου στην Λωρίδα της Γάζας, επιτάχυναν τον μετασχηματισμό της ενεργειακής βιομηχανίας. Ο μετασχηματισμός αυτός ωθεί τη στροφή από τις παραδοσιακές στις «πράσινες» πηγές ενέργειας. Ενώ η βιομηχανία πετρελαίου και φυσικού αερίου θα παραμείνει σημαντική για κάποιο χρονικό διάστημα, είναι σαφές ότι οι παραγωγοί ενέργειας πιέζονται όλο και περισσότερο να στραφούν προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Δεδομένης της σημερινής τάσης προς πιο «πράσινες» μεταβάσεις και των παγκόσμιων προκλήσεων, ιδίως της κρίσης Ρωσίας-Ουκρανίας, η συνεργασία μεταξύ των ευρωπαϊκών χωρών είναι απαραίτητη, αντί να αντιμετωπίζεται η κατάσταση ως παιχνίδι μηδενικού αθροίσματος. Στην ουσία, η ενέργεια είναι θεμελιώδης για την παγκόσμια οικονομία, συνδέοντας τα έθνη παγκοσμίως. Έτσι, η δημιουργία ενός ενεργειακού συστήματος με χαμηλές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και πιο «πράσινο» στη μετα-πανδημική εποχή είναι ζωτικής σημασίας για την οικοδόμηση ενός βιώσιμου μέλλοντος. Η επίτευξη αυτού του στόχου απαιτεί συλλογικές προσπάθειες και κοινές ευθύνες, αντί για αποποίηση αυτών, για την παροχή καθαρής και ανανεώσιμης ενέργειας και τη δημιουργία ενός πιο όμορφου, φιλικού προς το κλίμα κόσμου για όλους. Συγκεκριμένα, θα πρέπει να επικεντρωθούν σε βέλτιστες πρακτικές, όπως η υιοθέτηση της κυκλικής οικονομίας, οι Νέες Πράσινες Συμφωνίες (New Green Deals) και άλλες που θα διασφαλίσουν ότι υπάρχει κάποιο επίπεδο αποσύνδεσης των ορυκτών πόρων από τα αναπτυξιακά προγράμματα, διασφαλίζοντας έτσι τη μετάβαση στη βιωσιμότητα με ισότιμο και δίκαιο τρόπο.

## Κεφάλαιο 7: Βιβλιογραφία

### Ιστοσελίδες

- [1] influxdata: [Time Series Data Analysis: Definitions & Best Techniques in 2024 | InfluxData](#)
- [2] tableau: [Time Series Analysis: Definition, Types & Techniques | Tableau](#)
- [3] ember: [Ember | Clean Energy Policy | Clean energy policy and data \(ember-climate.org\)](#)
- [4] investing.com: [Investing.com - Stock Market Quotes & Financial News](#)
- [5] CME Group: [Definition of a Futures Contract - CME Group](#)
- [6] Python: [The Python Tutorial — Python 3.12.3 documentation](#)
- [7] pandas: [pandas documentation — pandas 2.2.2 documentation \(pydata.org\)](#)
- [8] NumPy: [NumPy Documentation](#)
- [9] matplotlib: [Matplotlib — Visualization with Python](#)
- [10] seaborn: [seaborn: statistical data visualization — seaborn 0.13.2 documentation \(pydata.org\)](#)
- [11] scikit-learn: [Documentation scikit-learn: machine learning in Python — scikit-learn 0.19.2 documentation](#)
- [12] TensorFlow: [TensorFlow](#)
- [13] statsmodels: [statsmodels 0.14.1](#)
- [14] Wikipedia-Neural network: [Neural network - Wikipedia](#)
- [15] geeksforgeeks: [What is a neural network? - GeeksforGeeks](#)
- [16] Medium: [Understanding Neural Networks. We Explore How Neural Networks Function... | by Tony Yiu | Towards Data Science](#)
- [17] Wikipedia-Long short-term memory: [Long short-term memory - Wikipedia](#)
- [18] tabulate: [tabulate · PyPI](#)

## Άρθρα και Δημοσιεύσεις

- [1] X. Xing, Y. Cong, Y. Wang, και X. Wang, 'The Impact of COVID-19 and War in Ukraine on Energy Prices of Oil and Natural Gas', *Sustainability*, τ. 15, τχ. 19, Art. τχ. 19, Ιανουαρίου 2023, doi: 10.3390/su151914208.
- [2] Z. Allam, S. E. Bibri, και S. A. Sharpe, 'The Rising Impacts of the COVID-19 Pandemic and the Russia–Ukraine War: Energy Transition, Climate Justice, Global Inequality, and Supply Chain Disruption', *Resources*, τ. 11, τχ. 11, Art. τχ. 11, Νοεμβρίου 2022, doi: 10.3390/resources11110099.
- [3] B. Niňajová, 'The impact of the Israeli-Palestinian war on the global energy sector. Will countries become more reliant on clean energy?', Adapt Institute. Ημερομηνία πρόσβασης: 1 Μάιος 2024. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://www.adaptinstitute.org/the-impact-of-the-israeli-palestinian-war-on-the-global-energy-sector-will-countries-become-more-reliant-on-clean-energy/27/11/2023/>
- [4] 'Our Pandemic Year—A COVID-19 Timeline', Yale Medicine. Ημερομηνία πρόσβασης: 9 Μάιος 2024. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://www.yalemedicine.org/news/covid-timeline>
- [5] 'Coronavirus Disease (COVID-19) Situation Reports'. Ημερομηνία πρόσβασης: 12 Μάιος 2024. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/situation-reports>
- [6] 'Building a resilient recovery: How we can emerge stronger from the COVID-19 pandemic', OECD. Ημερομηνία πρόσβασης: 12 Μάιος 2024. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <http://www.oecd.org/coronavirus/en/>
- [7] 'CBP-9847.pdf'. Ημερομηνία πρόσβασης: 12 Μάιος 2024. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://researchbriefings.files.parliament.uk/documents/CBP-9847/CBP-9847.pdf>
- [8] L. Chen, 'The Impact of the Russia-Ukraine War on the European Economy', στο *Proceedings of the 2022 International Conference on Economics, Smart Finance and Contemporary Trade (ESFCT 2022)*, τ. 226, F. Balli, A. Y. H. Nee, και S. A. Qalati, Επιμ., στο *Advances in Economics, Business and Management Research*, vol. 226. , Dordrecht: Atlantis Press International BV, 2022, σσ. 619–626. doi: 10.2991/978-94-6463-052-7\_72.
- [9] 'Six months of the Israel-Gaza war: A timeline of key moments', Washington Post. Ημερομηνία πρόσβασης: 13 Μάιος 2024. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://www.washingtonpost.com/world/2024/04/07/israel-hamas-gaza-war-timeline-anniversary/>
- [10] E. Smith, 'Goldman Sachs says the Israel-Hamas war could have major implications for Europe's economy', CNBC. Ημερομηνία πρόσβασης: 14 Μάιος 2024. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://www.cnbc.com/2023/11/03/goldman-says-israel-hamas-war-could-majorly-impact-europes-economy.html>
- [11] 'Infographie\_Marche\_electricite\_A4\_EN.pdf'. Ημερομηνία πρόσβασης: 15 Μάιος 2024. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο:

- [https://institutdelors.eu/wp-content/uploads/2022/11/Infographie\\_Marche\\_electricite\\_A4\\_EN.pdf](https://institutdelors.eu/wp-content/uploads/2022/11/Infographie_Marche_electricite_A4_EN.pdf)
- [12] 'Electricity market design'. Ημερομηνία πρόσβασης: 15 Μάιος 2024. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: [https://energy.ec.europa.eu/topics/markets-and-consumers/market-legislation/electricity-market-design\\_en](https://energy.ec.europa.eu/topics/markets-and-consumers/market-legislation/electricity-market-design_en)
- [13] Z. Z. Stanković κ.ά., 'The Volatility Dynamics of Prices in the European Power Markets during the COVID-19 Pandemic Period', *Sustainability*, τ. 16, τχ. 6, Art. τχ. 6, Ιανουαρίου 2024, doi: 10.3390/su16062426.
- [14] F. Kuik, J. F. Adolfsen, A. Meyler, και E. Lis, 'Energy price developments in and out of the COVID-19 pandemic – from commodity prices to consumer prices', Ιουνίου 2022, Ημερομηνία πρόσβασης: 16 Μάιος 2024. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: [https://www.ecb.europa.eu/press/economic-bulletin/articles/2022/html/ecb.ebart202204\\_01~7b32d31b29.en.html](https://www.ecb.europa.eu/press/economic-bulletin/articles/2022/html/ecb.ebart202204_01~7b32d31b29.en.html)
- [15] M. Ampudia, G. Bua, D. Kapp, και D. Salakhova, 'The role of speculation during the recent increase in EU emissions allowance prices', Απριλίου 2022, Ημερομηνία πρόσβασης: 19 Μάιος 2024. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: [https://www.ecb.europa.eu/press/economic-bulletin/focus/2022/html/ecb.ebbox202203\\_06~ca1e9ea13e.en.html](https://www.ecb.europa.eu/press/economic-bulletin/focus/2022/html/ecb.ebbox202203_06~ca1e9ea13e.en.html)
- [16] J. F. Adolfsen, F. Kuik, T. Schuler, και E. Lis, 'The impact of the war in Ukraine on euro area energy markets', Ιουνίου 2022, Ημερομηνία πρόσβασης: 17 Μάιος 2024. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: [https://www.ecb.europa.eu/press/economic-bulletin/focus/2022/html/ecb.ebbox202204\\_01~68ef3c3dc6.en.html](https://www.ecb.europa.eu/press/economic-bulletin/focus/2022/html/ecb.ebbox202204_01~68ef3c3dc6.en.html)
- [17] 'The European energy crisis and the consequences for the global natural gas market', CEPR. Ημερομηνία πρόσβασης: 17 Μάιος 2024. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://cepr.org/voxeu/columns/european-energy-crisis-and-consequences-global-natural-gas-market>
- [18] 'Gas prices keep climbing in Europe after Israel Hamas war', euronews. Ημερομηνία πρόσβασης: 19 Μάιος 2024. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://www.euronews.com/business/2023/10/16/european-gas-market-is-nursing-another-hit-this-time-from-israel>
- [19] 'Electricity trading error results in exceptionally low prices and no price steer for production and consumption for Friday', Fingrid. Ημερομηνία πρόσβασης: 19 Μάιος 2024. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://www.fingrid.fi/en/news/news/2023/a-peculiar-situation-in-the-electricity-market-on-friday---the-price-does-not-guide-production-and-consumption-correctly/>
- [20] 'Finland investigates suspected sabotage of Baltic-connector gas pipeline', 10 Οκτώβριος 2023. Ημερομηνία πρόσβασης: 19 Μάιος 2024. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://www.bbc.com/news/world-europe-67070389>
- [21] 'EU Carbon Prices halved in a year. But they should rise again', Energy Post. Ημερομηνία πρόσβασης: 20 Μάιος 2024. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://energypost.eu/eu-carbon-prices-are-too-low-but-they-should-and-must-rise-again/>
- [22] B. Cahill, 'Energy Market Implications of the Israel-Hamas Conflict', Νοεμβρίου 2023, Ημερομηνία πρόσβασης: 20 Μάιος 2024. [Έκδοση σε ψηφιακή

μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://www.csis.org/analysis/energy-market-implications-israel-hamas-conflict>

- [23] A. A. Qaed, 'Ripple Effects of the Gaza War: Geopolitical Strains and Energy Market Shocks', Gulf International Forum. Ημερομηνία πρόσβασης: 20 Μάιος 2024. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://gulrif.org/ripple-effects-of-the-gaza-war-geopolitical-strains-and-energy-market-shocks/>