ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

Τεχνική και οικονομική μελέτη και ανάλυση λειτουργίας ενός αιολικού πάρκου

Διπλωματική εργασία

Γεώργιος Κρόκος
Α.Μ: 2006030056

Εξεταστική επιτροπή:

Φώτιος Κανέλλος, (Επιβλέπων)

Γεώργιος Σταυρακάκης

Ευτύχιος Κουτρούλης

Περίληψη

Η ανάγκη μετάβασης σε οικονομικά μοντέλα βιώσιμης ανάπτυξης είναι αδήριτη, καθώς οι αρνητικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, απόρροια κυρίως της εκπομπής αερίων ρύπων του θερμοκηπίου για την παραγωγή ενέργειας είναι περισσότερο από ποτέ αντιληπτές. Η στροφή στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας προκειμένου να υποκατασταθεί η καταναλισκόμενη ενέργεια που παράγεται μέσω καύσης ορυκτών καυσίμων (λιγνίτης και φυσικό αέριο) έχει ήδη ξεκινήσει, με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που έχουν τη μεγαλύτερη διείσδυση να είναι κατά σειρά η υδροηλεκτρική, η αιολική και η ηλιακή ενέργεια. Σε αντίθεση με την ηλιακή και υδροηλεκτρική ενέργεια, η αιολική ενέργεια έχει λιγότερο στοχαστικό χαρακτήρα, κατόπιν μελέτης του αιολικού δυναμικού στον τόπο εγκατάστασης. Επιπρόσθετα, σε αντίθεση με την ηλιακή ενέργεια, η αιολική ενέργεια δεν παράγεται αποκλειστικά κατά το διάστημα που υπάρχει ηλιοφάνεια, αλλά επεκτείνεται σε όλη τη διάρκεια του εικοσιτετραώρου. Το θεσμικό πλαίσιο στην Ελλάδα έχει ξεκινήσει, ειδικά από το 2010 να γίνεται περισσότερο ευνοϊκό για την επιτάχυνση της διείσδυσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο ενεργειακό μίγμα της χώρας. Στα πλαίσια της παρούσης μελετήθηκε ένα αιολικό πάρκο εγκατεστημένης ισχύος 101,2MW στην περιοχή του Ηρακλείου, στην Κρήτη, με τη βοήθεια του λογισμικού Retscreen Expert. Η μελέτη εστιάζει περισσότερο στην οικονομική ανάλυση του αιολικού πάρκου. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μελέτης, το αρχικό κόστος εγκατάστασης και θέσης σε λειτουργία φτάνει στα $212.850.000, με την Καθαρή Παρούσα Αξία του να φτάνει στα $47.821.360, την αποπληρωμή να επέρχεται μετά από 7,1 έτη και τον Εσωτερικό Βαθμό Απόδοσης του μελετώμενου αιολικού πάρκου να φτάνει στο 15,1%. Ετησίως υπολογίζεται παραγωγή 274.466MWh ηλεκτρικής ενέργειας και μείωση εκπομπής αερίων ρύπων του θερμοκηπίου κατά 149.282,3tn CO2.

Abstract

The need to transition to economic models of sustainable development is imperative, as the negative effects of climate change, mainly due to the emission of greenhouse gases for energy production, are more than ever perceived. The shift to renewable energy sources in order to replace the consumed energy produced through the combustion of fossil fuels (lignite and natural gas) has already begun, with the renewable energy sources that have the highest penetration being hydroelectric, wind and solar energy. Unlike solar and hydropower, wind energy is less stochastic, after studying the wind potential at the site. In addition, unlike solar energy, wind energy is not produced exclusively during the period of sunshine, but is extended around the clock. The institutional framework in Greece has begun, especially since 2010, to become more favorable for accelerating the penetration of renewable energy sources in the country's energy mix, as it is increasingly in line with the corresponding European institutional framework. In the context of the present, a wind farm with an installed capacity of 101.2MW was studied in the area of Heraklion, Crete, with the help of the Retscreen Expert software. The study focuses more on the economic analysis of the wind farm. According to the results of the study, the initial cost of installation and commissioning reaches $ 212,850,000, with its Net Present Value reaching $ 47,821,360, the payback occurring after 7.1 years and the Internal Rate of Return of the studied wind farm reaching 15.1%. A annual electrical energy of 274.466MWh and an annual reduction of greenhouse gases of 149.282,3tn CO2 is forecasted.

Περιεχόμενα

Περίληψη 1

Abstract 2

Περιεχόμενα 3

Κατάλογος εικόνων 5

Κατάλογος πινάκων 6

Κατάλογος γραφημάτων 10

1. Εισαγωγή· Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας 14

1.1. Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας 14

1.1.1. Ηλιακή ενέργεια 16

1.1.2. Υδροηλεκτρική ενέργεια 18

1.1.3. Γεωθερμική ενέργεια 19

1.1.4. Άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας 19

1.2. Το θεσμικό πλαίσιο στην Ελλάδα 20

2. Η αιολική ενέργεια 22

2.1. Ανεμογεννήτριες 22

2.2. Αιολικά πάρκα 24

2.3. Υπεράκτια αιολικά πάρκα 24

2.4. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της αιολικής ενέργειας 26

2.5. Αιολική ενέργεια στην Ελλάδα 31

3. Μελέτη αιολικού πάρκου 34

3.1. Τοποθεσία εγκατάστασης 36

3.2. Το αιολικό δυναμικό 38

3.3. Εξοπλισμός 41

3.4. Αποτελέσματα προσομοίωσης 41

3.5. Κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας 44

3.6. Ανάλυση ευαισθησίας 46

3.7. Μελέτη βιωσιμότητας – εφικτότητας 48

3.8. Εκτίμηση κινδύνου 53

3.8.1. Μέθοδοι ελέγχου της προβλεπόμενης παραγωγής ενέργειας 55

3.8.2. Ετήσια ανάλυση 60

3.8.3. Μηνιαία ανάλυση 63

3.8.4. Εβδομαδιαία ανάλυση 73

3.8.5. Ημερήσια ανάλυση 104

Συμπεράσματα 118

Βιβλιογραφία 120

Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 1.1: Ηλιακό δυναμικό στις χώρες της Ευρώπης (Solargis, 2019) 17

Εικόνα 3.1: Τύπος ανάλυσης – μελέτης 35

Εικόνα 3.2: Τοποθεσία εγκατάστασης 36

Εικόνα 3.3: Ισχύς αιολικού πάρκου 41

Εικόνα 3.4: Σενάρια εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου 43

Κατάλογος πινάκων

Πίνακας 2.1: Στατιστικά στοιχεία για την αιολική ενέργεια στην Ελλάδα (International Energy Agency, 2022) 33

Πίνακας 3.1: Συνοπτική έκθεση μελέτης αιολικού πάρκου 34

Πίνακας 3.2: Αρχικό κόστος – πιστώσεις 44

Πίνακας 3.3: Αρχικό κόστος – πιστώσεις 45

Πίνακας 3.4: Οικονομική ανάλυση 46

Πίνακας 3.5: Ανάλυση ευαισθησίας 48

Πίνακας 3.6: Οικονομική βιωσιμότητα 50

Πίνακας 3.7: Πίνακας ετήσιων χρηματοροών 52

Πίνακας 3.8: Εκτίμηση κινδύνου - υπολογισμοί 55

Πίνακας 3.9: Αριθμητικά αποτελέσματα παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ανεξάρτητη μεταβλητή την ταχύτητα ανέμου (μηνιαία) 65

Πίνακας 3.10: Αριθμητικά αποτελέσματα υπολογισμού σωρευτικού αθροίσματος παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας – ταχύτητας ανέμου(μηνιαία) 66

Πίνακας 3.11: Αριθμητικά αποτελέσματα υπολογισμού σωρευτικού αθροίσματος παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας – ταχύτητας ανέμου – εισαγωγή στο μοντέλο(μηνιαία) 67

Πίνακας 3.12: Αριθμητικά αποτελέσματα στόχου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (με ανεξάρτητη μεταβλητή την ταχύτητα ανέμου) 68

Πίνακας 3.13: Αριθμητικά αποτελέσματα στόχου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (με ανεξάρτητη μεταβλητή την ταχύτητα ανέμου) – εισαγωγή στο μοντέλο 69

Πίνακας 3.14: Διάγραμμα ελέγχου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας – αριθμητικά αποτελέσματα 70

Πίνακας 3.15: Διάγραμμα ελέγχου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας – αριθμητικά αποτελέσματα – εισαγωγή στο διάγραμμα ελέγχου 71

Πίνακας 3.16: Μέτρηση και επαλήθευση σωρευτικού αθροιστικού διαγράμματος ελέγχου CUSUM (παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ταχύτητα ανέμου) – αριθμητικά αποτελέσματα 72

Πίνακας 3.17: Μέτρηση και επαλήθευση σωρευτικού αθροιστικού διαγράμματος ελέγχου CUSUM (παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ταχύτητα ανέμου) – αριθμητικά αποτελέσματα – εισαγωγή στο μοντέλο 73

Πίνακας 3.18: Αριθμητικά αποτελέσματα παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ανεξάρτητη μεταβλητή την ταχύτητα ανέμου (εβδομαδιαία) 76

Πίνακας 3.19: Αριθμητικά αποτελέσματα παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ανεξάρτητη μεταβλητή την ταχύτητα ανέμου (εβδομαδιαία) – συνέχεια 77

Πίνακας 3.20: Αριθμητικά αποτελέσματα παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ανεξάρτητη μεταβλητή την ταχύτητα ανέμου (εβδομαδιαία) – εισαγωγή στο μοντέλο 78

Πίνακας 3.21: Αριθμητικά αποτελέσματα υπολογισμού σωρευτικού αθροίσματος παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας – ταχύτητας ανέμου 79

Πίνακας 3.22: Αριθμητικά αποτελέσματα υπολογισμού σωρευτικού αθροίσματος παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας – ταχύτητας ανέμου – εισαγωγή στο μοντέλο ...83

Πίνακας 3.23: Αριθμητικά αποτελέσματα στόχου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (με ανεξάρτητη μεταβλητή την ταχύτητα ανέμου) 85

Πίνακας 3.24: Αριθμητικά αποτελέσματα στόχου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (με ανεξάρτητη μεταβλητή την ταχύτητα ανέμου) – εισαγωγή στο μοντέλο 89

Πίνακας 3.25: Διάγραμμα ελέγχου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας – αριθμητικά αποτελέσματα 93

Πίνακας 3.26: Διάγραμμα ελέγχου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας – αριθμητικά αποτελέσματα – εισαγωγή στο διάγραμμα ελέγχου 98

Πίνακας 3.27: Μέτρηση και επαλήθευση σωρευτικού αθροιστικού διαγράμματος ελέγχου CUSUM (παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ταχύτητα ανέμου) – αριθμητικά αποτελέσματα 100

Πίνακας 3.28: Μέτρηση και επαλήθευση σωρευτικού αθροιστικού διαγράμματος ελέγχου CUSUM (παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ταχύτητα ανέμου) – αριθμητικά αποτελέσματα – εισαγωγή στο μοντέλο 103

Πίνακας 3.29: Αριθμητικά αποτελέσματα παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ανεξάρτητη μεταβλητή την ταχύτητα ανέμου (ημερήσια)....106

Πίνακας 3.30: Αριθμητικά αποτελέσματα παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ανεξάρτητη μεταβλητή την ταχύτητα ανέμου (ημερήσια)....107

Πίνακας 3.31: Αριθμητικά αποτελέσματα παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ανεξάρτητη μεταβλητή την ταχύτητα ανέμου (ημερήσια) – εισαγωγή στο μοντέλο 112

Κατάλογος γραφημάτων

Γράφημα 2.1: Εκπομπή αέριων ρύπων από διάφορες πηγές ενέργειας, σε όλο τον κύκλο ζωής μίας μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (Maradin, 2021) 27

Γράφημα 2.2: Βαθμός απόδοσης διαφορετικών πηγών ενέργειας (Maradin, 2021) ...28

Γράφημα 2.3: Κόστος εγκατάστασης, λειτουργίας και συντήρησης και καυσίμου πυρηνικής ενέργειας, φυσικού αερίου, λιγνίτη, βιομάζας ξύλου και αιολικής ενέργειας (Dianellou, et al., 2021) 28

Γράφημα 2.4: Σταθμισμένο μέσο κόστος ενέργειας και συνεισφορά στο ενεργειακό μίγμα 2019 (με το μέγεθος της φυσαλίδας αναπαρίσταται η παραγόμενη ενέργεια) (Dianellou, et al., 2021) 29

Γράφημα 2.5: Σταθμισμένο μέσο κόστος ενέργειας και συνεισφορά στο ενεργειακό μίγμα 2030 (με το μέγεθος της φυσαλίδας αναπαρίσταται η παραγόμενη ενέργεια) (Dianellou, et al., 2021) 30

Γράφημα 2.6: Σταθμισμένο μέσο κόστος ενέργειας και συνεισφορά στο ενεργειακό μίγμα 2050 (με το μέγεθος της φυσαλίδας αναπαρίσταται η παραγόμενη ενέργεια) (Dianellou, et al., 2021) 30

Γράφημα 2.7: Κάλυψη ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας ανά πηγή ενέργειας (International Energy Agency, 2023) 31

Γράφημα 2.8: Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από υδροηλεκτρική, αιολική και ηλιακή ενέργεια (International Energy Agency, 2023) 32

Γράφημα 3.1: Κλιματικά δεδομένα – Ηράκλειο Κρήτης 37

Γράφημα 3.2: Ταχύτητα ανέμου στην περιοχή της Κρήτης – σωρευμένο ραβδοδιάγραμμα (meteoblue, 2023).....39

Γράφημα 3.3: Ροδοδιάγραμμα – Ταχύτητα και Διεύθυνση ανέμου στην περιοχή της Κρήτης (meteoblue, 2023) 40

Γράφημα 3.4: Σημείο αναφοράς κόστους παραγωγής ενέργειας 42

Γράφημα 3.5: Ετήσιες ταμειακές ροές 51

Γράφημα 3.6: Αθροιστικές ετήσιες ταμειακές ροές 52

Γράφημα 3.7: Εκτίμηση κινδύνου – επιπτώσεις 53

Γράφημα 3.8: Εκτίμηση κινδύνου – κατανομή Καθαρής Παρούσας Αξίας για διαφορετική εκδήλωση κινδύνων 54

Γράφημα 3.9: Διάγραμμα κλιματικών δεδομένων – ταχύτητα ανέμου m/sec έτος αναφοράς, 2019, 2020 60

Γράφημα 3.10: Ετήσια παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ταχύτητα ανέμου 61

Γράφημα 3.11: Μηνιαία παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια 2019 – 2020 62

Γράφημα 3.12: Σωρευτικό άθροισμα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας 62

Γράφημα 3.13: Γραμμική εξίσωση παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ανεξάρτητη μεταβλητή την ταχύτητα ανέμου (μηνιαία) 63

Γράφημα 3.14: Παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ταχύτητα ανέμου - παλινδρόμηση με εξαρτημένη μεταβλητή την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ανεξάρτητη μεταβλητή την ταχύτητα ανέμου (μηνιαία) 63

Γράφημα 3.15: Υπόλοιπα παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ανεξάρτητη μεταβλητή την ταχύτητα ανέμου (μηνιαία) 64

Γράφημα 3.16: Διάγραμμα ελέγχου CUSUM (παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ταχύτητα ανέμου) (μηνιαία) 66

Γράφημα 3.17: Γραμμική εξίσωση στόχου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (με ανεξάρτητη μεταβλητή την ταχύτητα ανέμου) και υπόλοιπα παλινδρόμησης 68

Γράφημα 3.18: Διάγραμμα ελέγχου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας 70

Γράφημα 3.19: Μέτρηση και επαλήθευση σωρευτικού αθροιστικού διαγράμματος ελέγχου CUSUM (παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ταχύτητα ανέμου) 72

Γράφημα 3.20: Γραμμική εξίσωση παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ανεξάρτητη μεταβλητή την ταχύτητα ανέμου (εβδομαδιαία) 74

Γράφημα 3.21: Παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ταχύτητα ανέμου - παλινδρόμηση με εξαρτημένη μεταβλητή την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ανεξάρτητη μεταβλητή την ταχύτητα ανέμου (εβδομαδιαία) 74

Γράφημα 3.22: Γραμμική παλινδρόμηση με εξαρτημένη μεταβλητή την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ανεξάρτητη μεταβλητή την ταχύτητα ανέμου – πρόβλεψη ημερήσιας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας 75

Γράφημα 3.23: Διάγραμμα ελέγχου CUSUM (παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ταχύτητα ανέμου) (εβδομαδιαία) 78

Γράφημα 3.24: Γραμμική εξίσωση στόχου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (με ανεξάρτητη μεταβλητή την ταχύτητα ανέμου) και υπόλοιπα παλινδρόμησης 85

Γράφημα 3.25: Διάγραμμα ελέγχου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας 93

Γράφημα 3.26: Μέτρηση και επαλήθευση σωρευτικού αθροιστικού διαγράμματος ελέγχου CUSUM (παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ταχύτητα ανέμου) 99

Γράφημα 3.27: Γραμμική εξίσωση παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ανεξάρτητη μεταβλητή την ταχύτητα ανέμου (ημερήσια).....104

Γράφημα 3.28: Παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ταχύτητα ανέμου - παλινδρόμηση με εξαρτημένη μεταβλητή την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ανεξάρτητη μεταβλητή την ταχύτητα ανέμου (ημερήσια).....105

Γράφημα 3.29: Παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ταχύτητα ανέμου - παλινδρόμηση με εξαρτημένη μεταβλητή την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ανεξάρτητη μεταβλητή την ταχύτητα ανέμου (ημερήσια).....105

Γράφημα 3.30: Διάγραμμα ελέγχου CUSUM (παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ταχύτητα ανέμου) (ημερήσια).....115

Γράφημα 3.31: Γραμμική εξίσωση στόχου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (με ανεξάρτητη μεταβλητή την ταχύτητα ανέμου) και υπόλοιπα παλινδρόμησης.....115

Γράφημα 3.32: Διάγραμμα ελέγχου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.....116

Γράφημα 3.33: Μέτρηση και επαλήθευση σωρευτικού αθροιστικού διαγράμματος ελέγχου CUSUM (παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ταχύτητα ανέμου).....117

1. Εισαγωγή· Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Σε αυτή τη διπλωματική εργασία πραγματεύεται η αιολική ενέργεια και πιο συγκεκριμένα πραγματοποιείται μία μελέτη ενός αιολικού πάρκου προς κατασκευή σε περιοχή της Κρήτης.

1.1. Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Η αιολική ενέργεια συγκαταλέγεται στις ανανεώσιμες ή πράσινες μορφές ενέργειας, οι οποίες είναι διαθέσιμες μορφές ενέργειας που προέρχονται από διάφορες φυσικές διεργασίες. Χαρακτηριστικά αναφέρεται η ηλιακή, η αιολική και η υδροηλεκτρική ενέργεια. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας θεωρούνται γενικά ως υποκατάστατο των φυσικά ανανεώσιμων και συνεχώς διαθέσιμων παραδοσιακών πηγών ενέργειας, όπως το πετρέλαιο και ο λιγνίτης (άνθρακας) (Mohtasham, 2015). Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ξεχωρίζουν από τις συμβατικές πηγές ενέργειας χάρη σε δύο σημαντικά τους χαρακτηριστικά (Owusu & Asumadu-Sarkodie, 2016). Πρώτον, η ανάπτυξή τους δεν απαιτεί ενεργές παρεμβάσεις στο φυσικό περιβάλλον, όπως είναι η εξόρυξη φυσικών πόρων, η άντληση καυσίμων και η καύση ορυκτών καυσίμων, όπως αντίθετα απαιτείται για την ανάπτυξη των συμβατικών πηγών ενέργειας (Halkos & Gkampoura, 2020). Εντούτοις, για την ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας απαιτείται μία μικρή δαπάνη πρωτογενούς ενέργειας προκειμένου οι αντίστοιχες μονάδες να τεθούν σε λειτουργία και έπειτα η παραγωγή ενέργειας γίνεται αποκλειστικά μέσω της εκμετάλλευσης της ενέργειας που υπάρχει στη φύση (Abas, et al., 2015). Δεύτερον, πρόκειται για καθαρές πηγές ενέργειας, φιλικές προς το περιβάλλον μέσω των οποίων δεν παράγονται και δεν απελευθερώνονται αέριοι ρύποι του θερμοκηπίου, ούτε και άλλοι ρυπαντές όπως τοξικά απόβλητα τα οποία θα μπορούσαν να μολύνουν το υπέδαφος και τον υδροφόρο ορίζοντα (Coram & Katzner,

2018). Επιπρόσθετα, η ανάπτυξη και διείσδυση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι άρρηκτα συνδεδεμένη και αποτελεί προαπαιτούμενο για τη μετάβαση σε οικονομίες και μοντέλα βιώσιμης ανάπτυξης, προκειμένου να υποστηριχθεί η διαρκής ανάγκη για οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη και ταυτόχρονα να επιβραδύνει και να αναστραφεί η κλιματική κρίση (Gielen, et al., 2019).

Τις τελευταίες τουλάχιστον δύο δεκαετίες, το κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας μονάδων βασισμένων σε εναλλακτικές πηγές ενέργειας μειώνεται σταθερά, ενώ παράλληλα το τελευταίο έτος με τη δραματική αύξηση της τιμής του φυσικού αερίου, το κόστος ανά παραγόμενη μονάδα ηλεκτρικής ενέργειας από αιολική ενέργεια και ηλιακή ενέργεια είναι εν πολλοίς μικρότερο (Prisecaru, 2022). Στα πλαίσια αυτά έχουν ενδυναμωθεί οι πολιτικές προώθησης της ανάπτυξης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, καθώς η ενεργειακή ασφάλεια, ειδικά στην Ευρώπη, έχει τεθεί εν αμφιβόλω (Steffen & Patt, 2022). Το δε κόστος της παραγόμενης ενέργειας από υδροηλεκτρική ενέργεια είναι διαχρονικά χαμηλότερο, ενώ άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως η βιομάζα, καταγράφουν σημαντικά μικρότερη διείσδυση με το κόστος της παραγόμενης ενέργειας να μην έχει αποκλιμακωθεί εξίσου με άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Kåberger, 2018).

Τα οφέλη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι πολλαπλά, καθώς όπως προαναφέρεται πρόκειται για μορφές ενέργειας φιλικές προς το περιβάλλον, με σχεδόν μηδενικό ενεργειακό αποτύπωμα. Επιπρόσθετα, σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας δεν είναι πεπερασμένες. Μπορούν να βοηθήσουν τις μικρές και αναπτυσσόμενες χώρες να επιτύχουν ενεργειακή αυτάρκεια και να γίνουν μια εναλλακτική πρόταση που σχετίζεται με την πετρελαϊκή οικονομία. Είναι ευέλικτες εφαρμογές που μπορούν να παράγουν ενέργεια σύμφωνα με τις ανάγκες του τοπικού πληθυσμού χωρίς την ανάγκη για τεράστιο εξοπλισμό παραγωγής (κυρίως σε

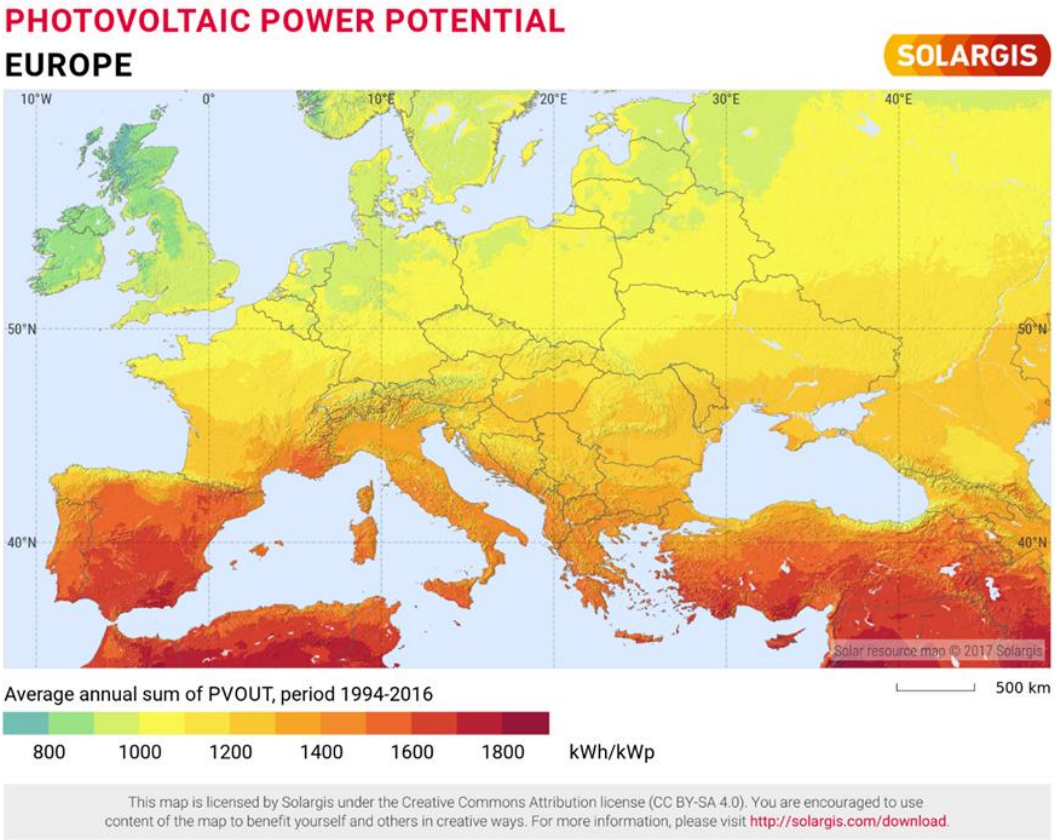
αγροτικές περιοχές). Από την άλλη πλευρά, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας δεν πρέπει να εκλαμβάνονται ως πανάκεια, καθώς χαρακτηρίζονται και από κάποια μειονεκτήματα συγκριτικά με τις συμβατικές πηγές ενέργειας. Πρωτίστως, πρόκειται για πηγές ενέργειας με έντονη στοχαστικότητα, οι οποίες ως εκ τούτου δεν μπορούν να καλύπτουν με βεβαιότητα τη ζήτηση, καθώς εξαρτώνται από τον καιρό και άλλες κλιματικές παραμέτρους. Ενδεικτικά, η ηλιακή ενέργεια εξαρτάται από την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας, τη νέφωση, τη θερμοκρασία και υγρασία περιβάλλοντος αλλά και από το γεωγραφικό πλάτος και μήκος της θέσης εγκατάστασης, ενώ η αιολική ενέργεια εξαρτάται από την ταχύτητα του ανέμου, και τυχόν φαινόμενα όπως ριπές - τύρβη. Έπειτα, το ποσοστό απόδοσης είναι χαμηλότερο σε σχέση με άλλες, συμβατικές πηγές ενέργειας. Τέλος, υπάρχει σημαντική μερίδα των πολιτών οι οποίοι δεν βλέπουν θετικά την αλόγιστη εγκατάσταση αιολικών και φωτοβολταϊκών πάρκων, καθώς προκαλούν οπτική ρύπανση ενώ ειδικά τα αιολικά πάρκα συνδέονται με την καταστροφή ορεινών όγκων και της εγκατεστημένης χλωρίδας και πανίδας.

Στα πλαίσια αυτά, η διείσδυση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας γίνεται σταδιακά και διατηρείται ένα ενεργειακό μίγμα όπου φορτία βάσης καλύπτονται από συμβατικές πηγές ενέργειας και υδροηλεκτρική ενέργεια, με τα φορτία αιχμής να καλύπτονται μέσω σταθμών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

1.1.1. Ηλιακή ενέργεια

Η ηλιακή ενέργεια, προέρχεται από την μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική ή και σε θερμική ενέργεια. Ως εκ τούτου, εντοπίζονται φωτοβολταϊκοί σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, θερμικής ενέργειας και υβριδικοί, παραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας (ηλιοθερμικοί υβριδικοί σταθμοί).

Τα φωτοβολταϊκά πάνελ μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρική ενέργεια και παράγουν DC ενέργεια, η οποία με χρήση inverter μετατρέπεται σε AC ενέργεια και μπορεί να εγχέεται στο δίκτυο ή να καταναλώνεται τοπικά. Το ηλιακό δυναμικό στην Ελλάδα είναι υψηλότερο από ό,τι σε άλλες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, με εξαίρεση μερίδα χωρών της Μεσογείου (Ιταλία, Ισπανία, Πορτογαλία).



Εικόνα 1.1: Ηλιακό δυναμικό στις χώρες της Ευρώπης (Solargis, 2019)

1.1.2. Υδροηλεκτρική ενέργεια

Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι η ενέργεια που παράγεται από την εκμετάλλευση της δυναμικής ενέργειας που φέρει το νερό, το οποίο προσπίπτει από μεγάλο ύψος σε υδροστρόβιλους. Η δυναμική ενέργεια του νερού μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια, και η κίνηση του υδροστροβίλου κινεί τον άξονα μιας ηλεκτρικής γεννήτριας, για την μετατροπή της κινητικής σε ηλεκτρική ενέργεια.

Η υδροηλεκτρική ενέργεια συγκεντρώνει πολλά οφέλη σε σχέση με την ενέργεια από ορυκτά καύσιμα, αλλά και σε σχέση με άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, με αποτέλεσμα την ευρεία διείσδυσή της. Η υδροηλεκτρική ενέργεια έχει λιγότερο στοχαστικό χαρακτήρα, άρα μπορεί να προσφέρει πιο αξιόπιστα ενέργεια, έχει υψηλό βαθμό απόδοσης, της τάξης του 90% και άνω, έχει μικρά λειτουργικά κόστη και κόστη συντήρησης, ενώ οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί μπορούν να συνδέονται και να αποσυνδέονται από το δίκτυο άμεσα, άρα μπορούν να καλύψουν τόσο φορτία αιχμής όσο και φορτία βάσης. Αν μάλιστα οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί συνδυάζονται με αντλησιοταμιευτήρες μπορούν να συμβάλουν καίρια στη βελτίωση της ευστάθειας του εθνικού συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας, με απορρόφηση της περίσσειας ενέργειας κατά τις βραδινές ώρες για την παραγωγή εκ νέου ενέργειας κατά τη διάρκεια της ημέρας.

Στον αντίποδα, η υδροηλεκτρική ενέργεια παρουσιάζει μεγάλα κόστη εγκατάστασης, η ανάπτυξη υδροηλεκτρικών σταθμών μπορεί να αλλάζει ριζικά το φυσικό τοπίο και όπως όλες οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έχει έναν βαθμό στοχαστικότητας. Ωστόσο, σημειώνεται ότι οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί μπορούν να κατασκευάζονται με τρόπο τέτοιο ώστε να αφομοιώνονται στο φυσικό περιβάλλον, για την κάμψη των αντιδράσεων των τοπικών πληθυσμών.

1.1.3. Γεωθερμική ενέργεια

Η γεωθερμική ενέργεια είναι μία μη πεπερασμένη, ανανεώσιμη πηγή ενέργειας με λιγότερο έντονο στοχαστικό χαρακτήρα από τις υπόλοιπες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, καθώς συλλέγεται από τη θερμότητα η οποία είναι αποθηκευμένη και δημιουργείται στο υπέδαφος και πιο συγκεκριμένα από τη διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα σε ύδατα του υπεδάφους και του αέρα. Παγκοσμίως, εντοπίζονται πολλές τοποθεσίες με υπόγεια θερμά υδάτινα ρεύματα, δηλαδή πεδία γεωθερμικής ενέργειας, η εκμετάλλευση των οποίων επιτρέπει την παραγωγή θερμικής ή ηλεκτρικής ενέργειας.

Τέλος, σημειώνεται ότι σε σχέση με τις υπόλοιπες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, η γεωθερμική ενέργεια παρουσιάζει υψηλότερο συντελεστή απόδοσης, ο οποίος ξεπερνά συνήθως το 90% (U.S. Energy Information Administration, 2019).

1.1.4. Άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, με σημαντικά μικρότερη διείσδυση τόσο στην Ελλάδα όσο και παγκοσμίως περιλαμβάνουν τη βιομάζα και τη θαλάσσια, ωκεάνια ή κυματική ενέργεια. Ανάμεσα στις δύο αυτές πηγές ενέργειας, η βιομάζα βασίζεται σε ώριμες τεχνολογίες, ωστόσο δεν έχει μεγάλη διείσδυση λόγω του υψηλού κόστους κατασκευής σταθμών παραγωγής ενέργειας από βιομάζα και τροφοδότησής τους με πρώτη ύλη. Η δε κυματική ενέργεια βασίζεται ως επί το πλείστο σε καινούριες τεχνολογίες οι οποίες δεν έχουν φτάσει ακόμη σε σημαντικό επίπεδο ωρίμανσης ώστε να επιταχυνθεί η διείσδυσή τους.

1.2. Το θεσμικό πλαίσιο στην Ελλάδα

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) ή ήπιες μορφές ενέργειας ή νέες πηγές ενέργειας ή πράσινη ενέργεια είναι μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας που προέρχονται από διάφορες φυσικές διαδικασίες, όπως ο άνεμος, η γεωθερμία, η κυκλοφορία του νερού και άλλες. Συγκεκριμένα σύμφωνα με την οδηγία 2009/28/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου, ως ενέργεια από ανανεώσιμες μη ορυκτές πηγές θεωρείται η αιολική, ηλιακή, αεροθερμική, γεωθερμική, υδροθερμική και ενέργεια των ωκεανών, υδροηλεκτρική, από βιομάζα, από τα εκλυόμενα αέρια στους χώρους υγειονομικής ταφής, από αέρια μονάδων επεξεργασίας λυμάτων και από βιοαέρια (European Union, 2009).

Ο όρος «ήπιες» αναφέρεται σε δυο βασικά χαρακτηριστικά τους. Καταρχάς, για την εκμετάλλευσή τους δεν απαιτείται κάποια ενεργητική παρέμβαση, όπως εξόρυξη, άντληση ή καύση, όπως με τις μέχρι τώρα χρησιμοποιούμενες πηγές ενέργειας, αλλά απλώς η εκμετάλλευση της ήδη υπάρχουσας ροής ενέργειας στη φύση. Δεύτερον, πρόκειται για «καθαρές» μορφές ενέργειας, πολύ «φιλικές» στο περιβάλλον, που δεν αποδεσμεύουν υδρογονάνθρακες, διοξείδιο του άνθρακα ή τοξικά και ραδιενεργά απόβλητα, όπως οι υπόλοιπες πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα. Έτσι θεωρούνται από πολλούς μία αφετηρία για την επίλυση των οικολογικών προβλημάτων που αντιμετωπίζει η Γη.

Ως «ανανεώσιμες πηγές» θεωρούνται γενικά οι εναλλακτικές των παραδοσιακών πηγών ενέργειας (π.χ. του πετρελαίου ή του άνθρακα), όπως η ηλιακή και η αιολική. Ο χαρακτηρισμός των πηγών αυτών ως ανανεώσιμες είναι σε ένα βαθμό υπερβατικός, καθώς κάποιες εξ’ αυτών, όπως η γεωθερμική ενέργεια, δεν ανανεώνονται σε κλίμακα χιλιετιών.

Ωστόσο, το πλεονέκτημα των περισσότερων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έναντι των συμβατικών, κυρίως των ορυκτών καυσίμων, είναι ξεκάθαρο σε ό,τι αφορά στο απεριόριστο απόθεμά τους. Τόσο η Ε.Ε., όσο και τα κράτη μέλη της, αλλά και άλλα κράτη εκτός Ε.Ε., εντείνουν τις νομοθετικές τους προσπάθειες ώστε να διευκολύνουν τη διείσδυση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, η μετάβαση σε ένα οικονομικό μοντέλο βιώσιμης ανάπτυξης είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τη διείσδυση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, ενώ η διείσδυσή τους αποτελεί προαπαιτούμενο και για την επιβράδυνση και μελλοντική αναστροφή της κλιματικής αλλαγής.

Όπως αναφέρεται και στην παράγραφο 2.5, τομή για το Εθνικό Σχέδιο Δράσης για τις ΑΠΕ αποτέλεσε η ψήφιση του Ν.3851/2010, με τον οποίο τέθηκαν εθνικοί στόχοι για τη διείσδυση των ΑΠΕ και για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών όλων των τομέων της οικονομίας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Νόμος 3851/2010 - ΦΕΚ 85/Α/4-6-2010, 2010).

2. Η αιολική ενέργεια

Στο κεφάλαιο αυτό παρατίθενται και συζητούνται τα ευρήματα από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση στο πεδίο της αιολικής ενέργειας. Η αιολική ενέργεια είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, η εκμετάλλευση της οποίας δεν παράγει αέριους ρύπους, συνεπώς δεν συμβάλει στην μόλυνση του περιβάλλοντος. Επιπλέον, είναι μία ανεξάντλητη πηγή ενέργειας, καθώς εκμεταλλεύεται την ενέργεια του ανέμου, η οποία εν γένει προέρχεται από την ηλιακή ενέργεια. Η διαφορά θερμοκρασίας που προκαλείται μεταξύ διαφόρων αέριων μαζών εξαιτίας της ηλιακής ενέργειας προκαλεί τη δημιουργία του ανέμου.

Η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας μπορεί να συνεισφέρει στην μείωση της μόλυνσης της ατμόσφαιρας καταλυτικά. Υπολογίζεται ότι περίπου κάθε MW εγκατεστημένης ισχύς αιολικών πάρκων μπορεί να οδηγήσει στη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά τρεις χιλιάδες τόνους.

2.1. Ανεμογεννήτριες

Ο άνθρωπος άρχισε να εκμεταλλεύεται την αιολική ενέργεια από την αρχαιότητα, όπου συναντώνται διάφοροι ανεμόμυλοι οι οποίοι χρησιμοποιούνταν για την μεταφορά νερού ή για την εκτέλεση εργασιών όπως την παραγωγή αλεύρων από σιτάρι.

Η σημερινή μορφή των ανεμοκινητήρων είναι οι σύγχρονες ανεμογεννήτριες, οι οποίες φτάνουν σε ισχύ της τάξη των MW. Οι σύγχρονες ανεμογεννήτριες διαθέτουν έξυπνες διατάξεις για να εξασφαλίζουν την βέλτιστη εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας καθώς και για να εξασφαλίζουν τη βέλτιστη σύνδεσή τους με το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας. Το δε μέγεθος των ανεμογεννητριών έχει μεγαλώσει δραματικά, καθώς από τα 15m διάμετρο πτερύγων μιας ανεμογεννήτριας ισχύος 50kW, το 1985, έχουμε φτάσει σε διάμετρο πτερύγων περί τα 150m και ισχύ μέχρι και 10MW.

Για τη λειτουργία μίας ανεμογεννήτριας απαιτείται ένα εύρος ταχύτητας ανέμου, ενώ για την εκκίνηση της περιστροφής της απαιτείται ένα ελάχιστο αιολικό δυναμικό. Η κατώτερη ταχύτητα του ανέμου στην οποία εκκινεί την περιστροφή της μία ανεμογεννήτρια ονομάζεται ταχύτητα κατωφλίου και συνήθως δεν είναι χαμηλότερη από τα 5m/s. Όταν η ταχύτητα του ανέμου ξεπεράσει μία μέγιστη τιμή, στην ανεμογεννήτρια ξεκινά να επενεργεί πέδηση για την προστασία της, ενώ αν υπάρχουν έντονες ριπές και στροβιλισμοί, η ανεμογεννήτρια αλλάζει κατεύθυνση προκειμένου να πάψει να περιστρέφεται καθώς κινδυνεύει να καταστραφεί. Για τον καθορισμό της ονομαστικής ταχύτητας μιας ανεμογεννήτριας λαμβάνεται υπόψη το αιολικό δυναμικό της περιοχής εγκατάστασης.

Μια ανεμογεννήτρια αποτελείται από τον πυλώνα στον οποίο αναρτάται, από πτερύγια, τα οποία συνδέονται σε έναν περιστρεφόμενο άξονα στην κορυφή της ανεμογεννήτριας, ένα κιβώτιο μετάδοσης της κίνησης, μία ηλεκτρική γεννήτρια και συνήθως έναν μετασχηματιστή ΧΤ/ΜΤ.

Τα πτερύγια μπορούν να βρίσκονται είτε στην προσήνεμη πλευρά, οπότε η επαφή με τον άνεμο δεν επηρεάζεται, είτε στην υπήνεμη πλευρά, οπότε προκαλείται τυρβώδης ροή του ανέμου πριν αυτός έρθει σε επαφή με τα πτερύγια. Τα πτερύγια είναι μεταλλικά και έχουν ελικοειδή μορφή έτσι ώστε να περιστρέφονται από τον άνεμο, ενώ η κίνησή τους κινεί τον άξονα μίας ηλεκτρικής γεννήτριας, αφού πρώτα παρεμβληθεί ένα κιβώτιο μετάδοσης της κίνησης, προκειμένου να διατηρείται μία σταθερή ή ομαλή ταχύτητα περιστροφής του άξονα που συνδέεται με τον ρότορα της ηλεκτρικής γεννήτριας. Η ηλεκτρική γεννήτρια συνήθως συνδέεται σε έναν μετασχηματιστή ΧΤ/ΜΤ, προκειμένου η παραγόμενη ενέργεια να μεταφέρεται σε υψηλότερο επίπεδο τάσης, όπου μειώνονται οι απώλειες μεταφοράς.

Σε ό,τι αφορά στις ηλεκτρικές γεννήτριες, κυριαρχεί η χρήση επαγωγικών γεννητριών, προκειμένου να παράγεται ισχύς η οποία είναι εύκολο να διοχετευθεί στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας.

Στην περίπτωση μικρών αυτόνομων ανεμογεννητριών, η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια διοχετεύεται στις ιδιοκαταναλώσεις μέσα από μετασχηματιστή και σε συνδυασμό με χρήση φορτιστών AC/DC και αντιστροφέων DC/AC μπορεί να αποθηκεύεται σε μονάδες αποθήκευσης ενέργειας και να τροφοδοτεί ιδιοκαταναλώσεις.

2.2. Αιολικά πάρκα

Για την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας κατασκευάζονται αιολικά πάρκα, τα οποία συνήθως χωροθετούνται είτε σε κορυφογραμμές μεγάλων ορεινών όγκων είτε και σε θαλάσσιες εκτάσεις, είτε παράκτια είτε υπεράκτια.

Τα αιολικά πάρκα αποτελούνται από συστοιχίες ανεμογεννητριών, οι οποίες συνδέονται σε έναν υποσταθμό μέσης προς υψηλή τάση, καθώς η πλειοψηφία των αιολικών πάρκων συνδέεται στο δίκτυο μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, στην υψηλή τάση (Herbert-Acero, et al., 2014).

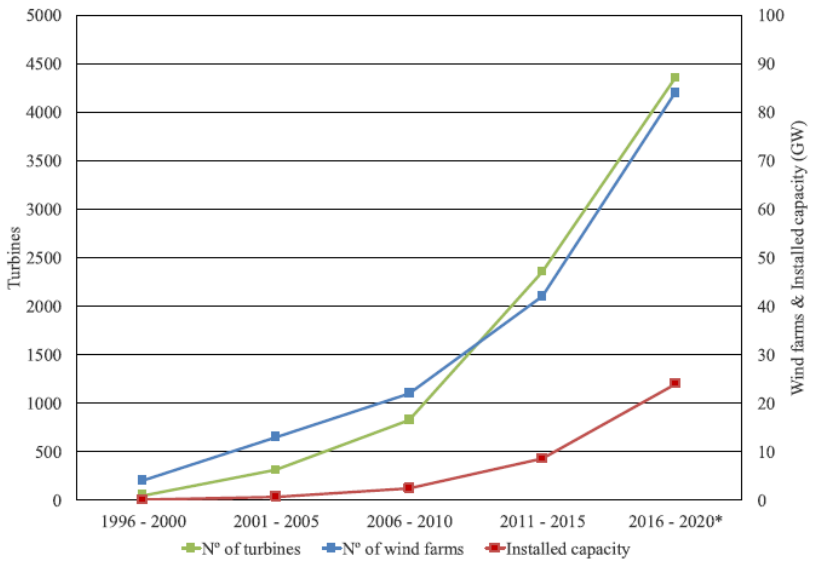
2.3. Υπεράκτια αιολικά πάρκα

Το ενδιαφέρον για την υπεράκτια εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας αυξάνεται σημαντικά παγκοσμίως, λόγω της υψηλής ζήτησης ενέργειας και δη λόγω της υψηλής ζήτησης πράσινης ενέργειας, αλλά και λόγω του γεγονότος ότι ο λόγος ταχύτητας του ανέμου υπεράκτια είναι δυνητικά υψηλότερος από ό,τι στην ξηρά, συνεπώς μπορεί να επιτευχθεί υψηλότερη παραγωγή ενέργειας. Επί του παρόντος, το υπεράκτιο δυναμικό αιολικής ενέργειας καταδεικνύει ότι υπάρχει ήδη σημαντική διείσδυση αυτής της μορφής ενέργειας, η οποία αναμένεται να ενταθεί σημαντικά στο μέλλον καθώς θα

εντείνεται παγκοσμίως η απολιγνιτοποίηση. Οι νέες υπεράκτιες ανεμογεννήτριες μπορούν να λειτουργούν στο μέγιστό τους φορτίο για 40% έως 55% περισσότερο χρόνο από ό,τι οι ανεμογεννήτριες σε ορεινούς όγκους.

Η παγκόσμια υπεράκτια παραγωγή αιολικής ενέργειας έφτανε στις 39 TWh το 2015 και στις 42 TWh το 2016, ενώ η εγκατεστημένη ισχύς το 2016 έφτασε στα 14GW και αναμένεται να φτάσει στα 41GW το 2022. Οι ευρωπαϊκές χώρες και η Κίνα είναι πρωτοπόροι στην αγορά υπεράκτιας αιολικής ενέργειας. Στην Ευρώπη εντοπίζεται έντονη αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος στη Βαλτική Θάλασσα, όπου εντοπίζεται μεγάλο αιολικό δυναμικό.

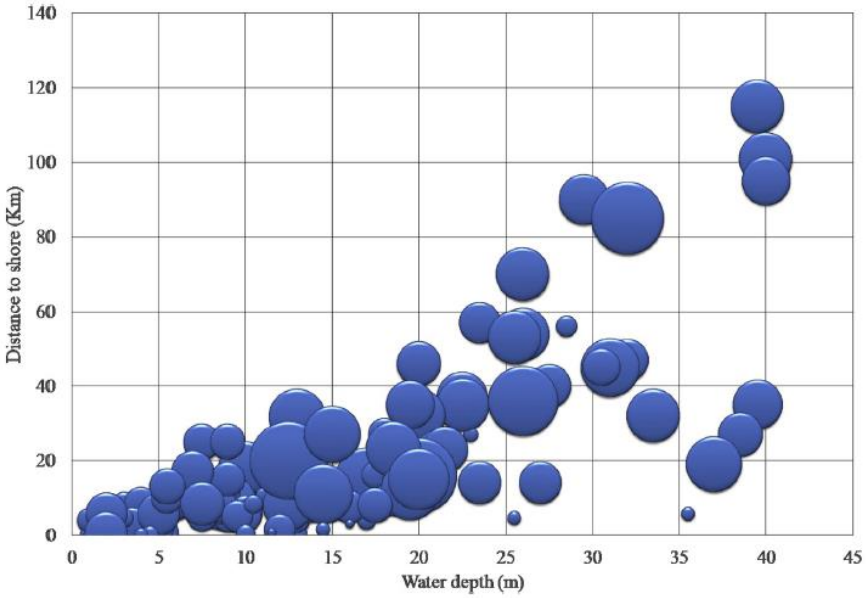
Παρατηρείται μία διαρκής αύξηση τόσο του πλήθους των ανεμογεννητριών, όσο και των αιολικών πάρκων, με αποτέλεσμα να παρατηρείται μία διαρκής αύξηση της παγκόσμια εγκατεστημένης αιολικής ισχύος παγκοσμίως.



Γράφημα 2.1: Πλήθος ανεμογεννητριών, αιολικών πάρκων και εγκατεστημένη ισχύς αιολικής ενέργειας παγκοσμίως (Díaz & Soares, 2020)

Μέχρι το 2030, οι εγκαταστάσεις νέων υπεράκτιων αιολικών πάρκων στη Βαλτική Θάλασσα αναμένεται να φτάσουν στα 8GW, ενώ αντίστοιχα στις ακτές της Σκανδιναβίας αναμένεται να φτάσουν στα 45GW. Σε ό,τι αφορά στο βάθος των

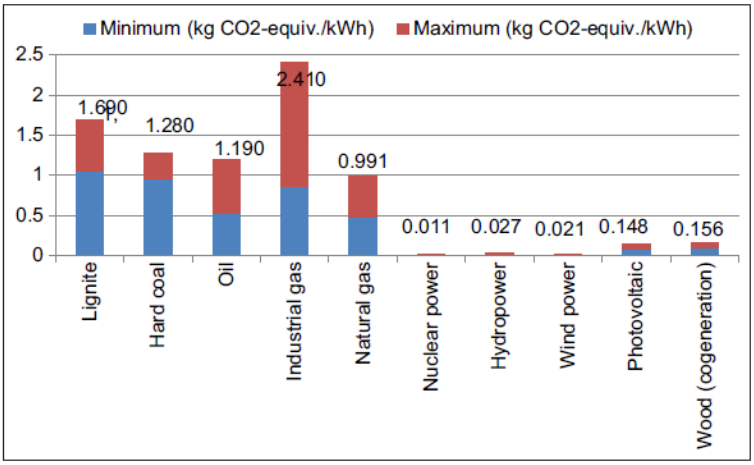
θαλασσών όπου εγκαθίστανται υπεράκτια αιολικά πάρκα, αλλά και στην απόσταση από την ακτή στην οποία αυτά εγκαθίστανται, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα, η πλειοψηφία των υπεράκτιων αιολικών πάρκων εγκαθίσταται σε βάθη έως και 20m και σε αποστάσεις έως και 20km από την ακτή:



Γράφημα 2.1: Βάθος εγκατάστασης και απόσταση από την ακτή (Díaz & Soares, 2020)

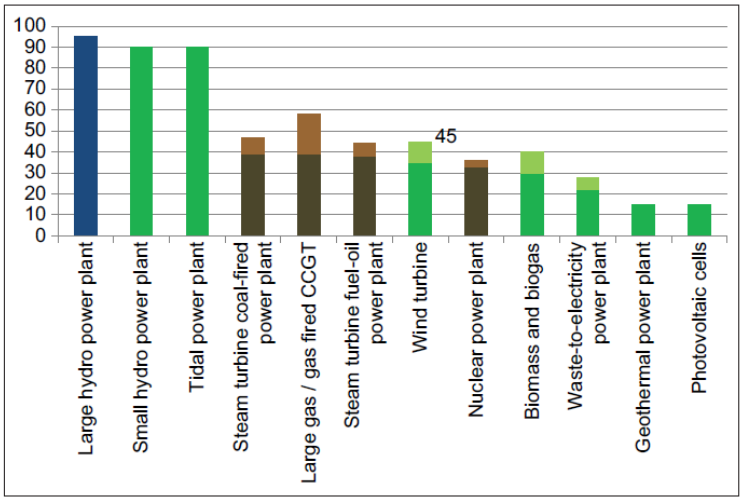
2.4. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της αιολικής ενέργειας

Η αιολική ενέργεια είναι ανεξάντλητη, ενώ η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από αιολική ενέργεια δεν οδηγεί σε έκλυση αέριων ρύπων του θερμοκηπίου. Όπως φαίνεται και στο παρακάτω γράφημα, η αιολική ενέργεια εκλύει τους λιγότερους ρύπους ανά παραγόμενη kWh σε όλη τη διάρκεια ζωής ενός αιολικού πάρκου (Maradin, 2021):



Γράφημα 2.1: Εκπομπή αέριων ρύπων από διάφορες πηγές ενέργειας, σε όλο τον κύκλο ζωής μίας μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (Maradin, 2021)

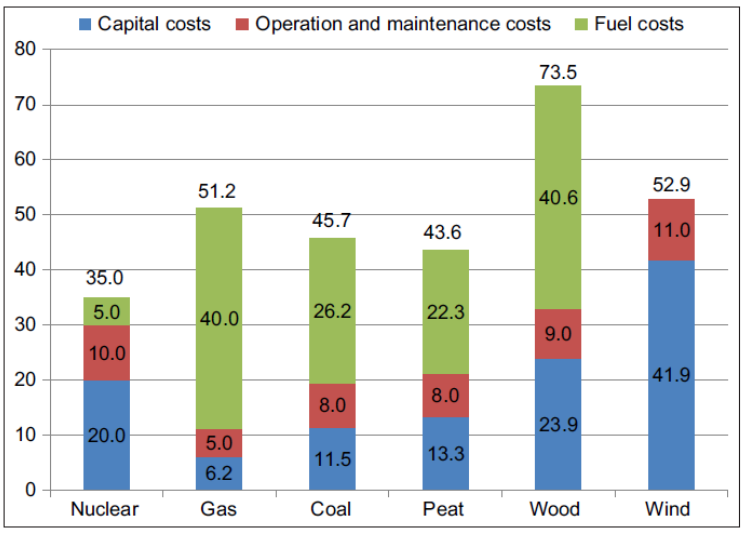
Επιπρόσθετα, ο βαθμός απόδοσης των αιολικών πάρκων φτάνει στο 45%, ο οποίος είναι μεν χαμηλότερος από άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, αλλά εντούτοις είναι υψηλότερος από το βαθμό απόδοσης θερμοηλεκτρικών μονάδων και φωτοβολταϊκών πάρκων. Επιπρόσθετα, για την κατασκευή αιολικών πάρκων απαιτούνται μεγάλης κλίμακας παρεμβάσεις στο φυσικό τοπίο, οι οποίες ωστόσο έχουν και θετικό αντίκτυπο καθώς όχι μόνον διανοίγονται αντιπυρικές ζώνες, αλλά δημιουργούνται και οδικές προσβάσεις σε ορεινούς όγκους, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για λόγους πυροπροστασίας και πυρόσβεσης. Παράλληλα, λόγω της απομακρυσμένης επίβλεψης και επιτήρησης των αιολικών πάρκων μπορεί να μειώνονται οι πιθανότητες εμφάνισης πυρκαγιών (Haces-Fernandez, 2020).



Γράφημα 2.2: Βαθμός απόδοσης διαφορετικών πηγών ενέργειας (Maradin, 2021)

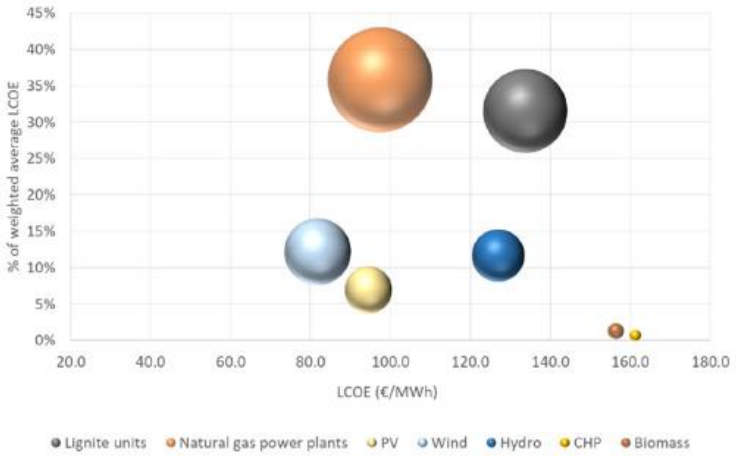
Επιπρόσθετα, η αιολική ενέργεια μπορεί να αξιοποιηθεί τόσο σε ορεινούς όγκους όσο και παράκτια ή υπεράκτια, οδηγώντας σε ένα συνολικά τεράστιο δυναμικό ενέργειας το οποίο μπορεί να αξιοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Τέλος, αξίζει να αναφερθεί ότι η αιολική ενέργεια εμφανίζει υψηλότερα κόστη εγκατάστασης και λειτουργίας και συντήρησης σε σχέση με το λιγνίτη, το φυσικό αέριο και την πυρηνική ενέργεια:



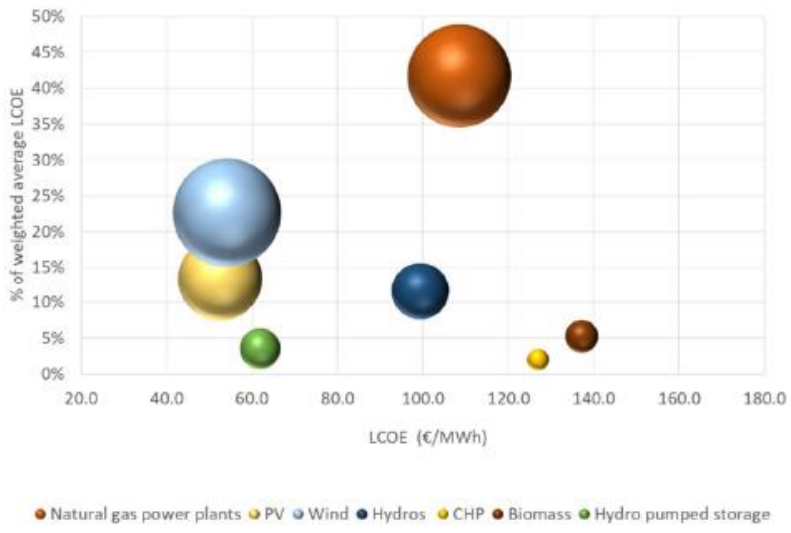
Γράφημα 2.3: Κόστος εγκατάστασης, λειτουργίας και συντήρησης και καυσίμου πυρηνικής ενέργειας, φυσικού αερίου, λιγνίτη, βιομάζας ξύλου και αιολικής ενέργειας (Dianellou, et al., 2021)

Σύμφωνα με άρθρο των Dianellou et al. (2021), το κόστος της παραγόμενης ενέργειας από αιολική ενέργεια είναι χαμηλότερο από όλες τις υπόλοιπες πηγές ενέργειας και κυμαίνεται περί τα 80€ σε όλο τον κύκλο ζωής μιας μονάδας παραγωγής ενέργειας, ενώ στο τέλος του 2019 η παραγωγή αιολικής ενέργειας ήταν η τρίτη κατά σειρά μεγαλύτερη μετά το λιγνίτη και το φυσικό αέριο (Dianellou, et al., 2021).



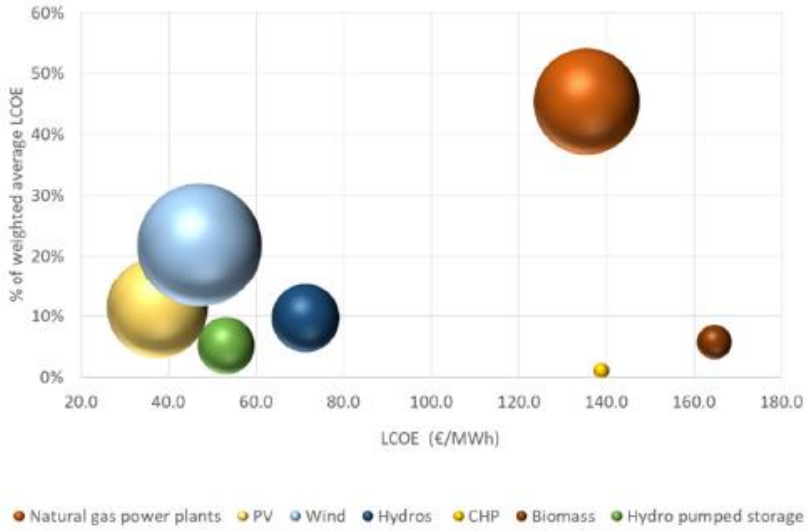
Γράφημα 2.4: Σταθμισμένο μέσο κόστος ενέργειας και συνεισφορά στο ενεργειακό μίγμα 2019 (με το μέγεθος της φυσαλίδας αναπαρίσταται η παραγόμενη ενέργεια) (Dianellou, et al., 2021)

Σύμφωνα με προβλέψεις των Dianellou et al. (2021), το κόστος της παραγόμενης ενέργειας από αιολική ενέργεια αναμένεται να μειωθεί στα 50€ ανά MWh, ενώ παράλληλα αναμένεται η αιολική ενέργεια να έχει τη μεγαλύτερη συμμετοχή στο ενεργειακό μίγμα της χώρας μέχρι το 2030 (Dianellou, et al., 2021).



Γράφημα 2.5: Σταθμισμένο μέσο κόστος ενέργειας και συνεισφορά στο ενεργειακό μίγμα 2030 (με το μέγεθος της φυσαλίδας αναπαρίσταται η παραγόμενη ενέργεια) (Dianellou, et al., 2021)

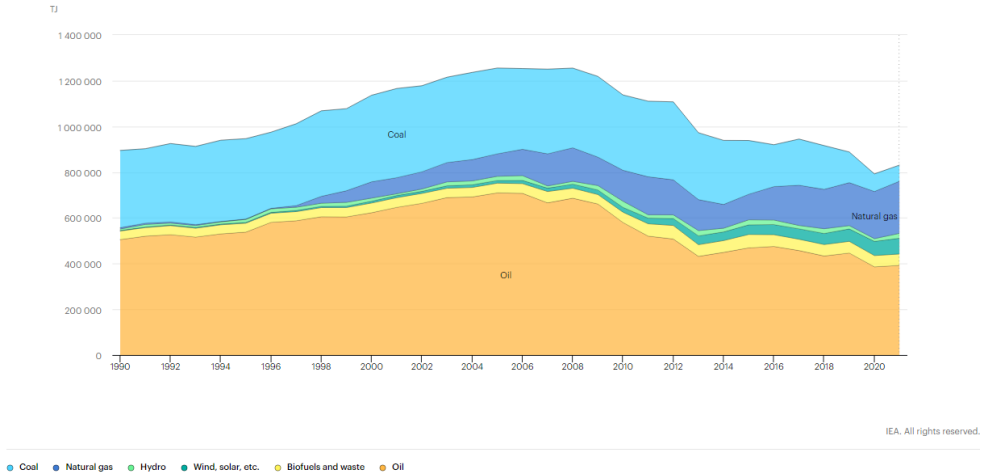
Τέλος, σύμφωνα με προβλέψεις των Dianellou et al. (2021), το κόστος της παραγόμενης ενέργειας από αιολική ενέργεια αναμένεται να παραμείνει σταθερό στα 50€ ανά MWh, αλλά αναμένεται να αυξηθεί η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από αιολική ενέργεια, η οποία αναμένεται να εξακολουθήσει να έχει τη μεγαλύτερη συμμετοχή στο ενεργειακό μίγμα της χώρας (Dianellou, et al., 2021).



Γράφημα 2.6: Σταθμισμένο μέσο κόστος ενέργειας και συνεισφορά στο ενεργειακό μίγμα 2050 (με το μέγεθος της φυσαλίδας αναπαρίσταται η παραγόμενη ενέργεια) (Dianellou, et al., 2021)

2.5. Αιολική ενέργεια στην Ελλάδα

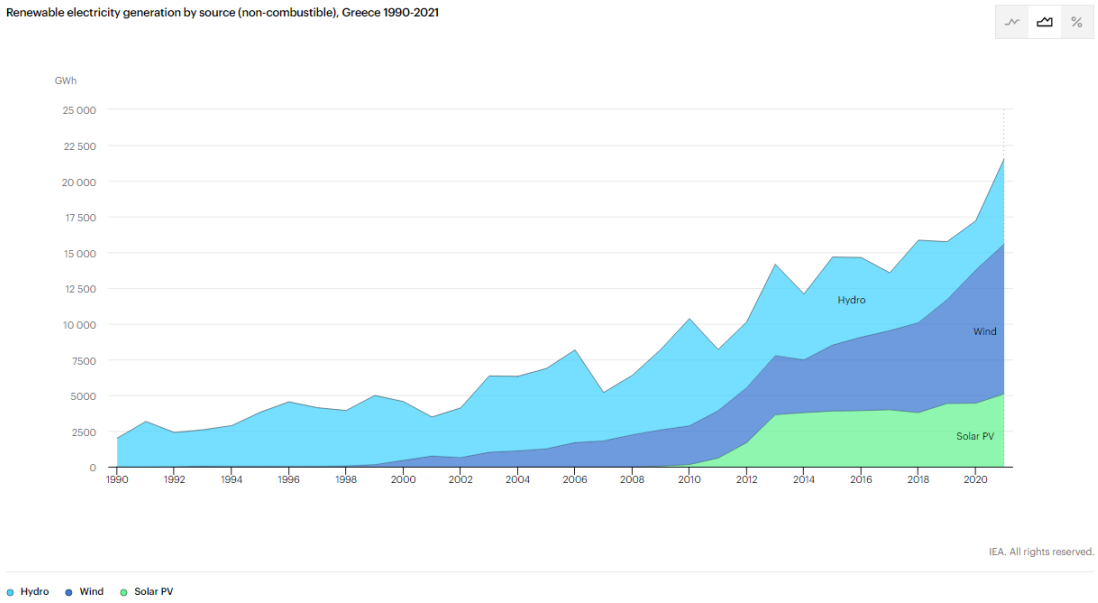
Η Ελλάδα διαθέτει μεγάλο μήκος ακτογραμμής και πολύ μεγάλο πλήθος νησιών, ενώ η ηπειρωτική χώρα είναι ως επί το πλείστο ορεινή. Το ανάγλυφο τόσο της νησιωτικής όσο και της ηπειρωτικής χώρας είναι τέτοιο που ευνοείται η ανάπτυξη αιολικών πάρκων, καθώς το αιολικό δυναμικό της χώρας είναι υψηλό με ταχύτητες οι οποίες ξεπερνούν σε μεγάλο πλήθος τοποθεσιών τα 8m/s. Ως εκ τούτου, υπολογίζεται ότι σε μεγάλο πλήθος τοποθεσιών στη χώρα μπορούν να εγκατασταθούν αιολικά πάρκα με δυναμική παραγωγής άνω των 2,5 χιλιάδων ωρών παραγωγής ετησίως, γεγονός το οποίο προσθέτει στη βιωσιμότητα της αιολικής ενέργειας στη χώρα (Bakos, 2011).



Γράφημα 2.7: Κάλυψη ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας ανά πηγή ενέργειας (International Energy Agency, 2023)

Όπως φαίνεται παραπάνω, στο Γράφημα 2.7, το μίγμα των πηγών ηλεκτρικής ενέργειας έχει αρχίσει να γίνεται πιο «πράσινο» από το 2000, οπότε και άρχισε η εισαγωγή νέων σταθμών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Μέχρι περίπου τα τέλη του 2021 καταγράφεται σχεδόν μηδενισμός της κάλυψης της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας από λιγνίτη, ωστόσο λίγους μήνες αργότερα και ειδικά ενόψει της παγκόσμιας ενεργειακής κρίσης, ο λιγνίτης επανήλθε στο ενεργειακό μίγμα της χώρας (Kouridis & Vlachokostas, 2022).

Σε ό,τι δε αφορά ειδικά στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, καταγράφεται σημαντική αύξηση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από αιολική ενέργεια από το 2013, με την αιολική ενέργεια να συνεισφέρει την περισσότερη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας έκτοτε.



Γράφημα 2.8: Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από υδροηλεκτρική, αιολική και ηλιακή ενέργεια (International Energy Agency, 2023)

Μολονότι η διείσδυση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Ελλάδα ξεκίνησε να αυξάνει λίγο μετά το 2000, σημαντική τομή έγινε το 2010 με τη ψήφιση του νόμου 3851/2010. Σύμφωνα με το νομοθέτημα αυτό, υιοθετήθηκαν συγκεκριμένες αναπτυξιακές και περιβαλλοντικές πολιτικές και τέθηκαν στόχοι για την αύξηση του στόχου συμμετοχής των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο ενεργειακό μίγμα στο 20%. Πιο συγκεκριμένα, τέθηκε στόχος κάλυψης του 40% της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, στόχος κάλυψης του 20% των αναγκών θέρμανσης και ψύξης και στόχος κάλυψης του 10% της ενέργειας στον τομέα των μεταφορών από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Παρακάτω παρατίθενται στατιστικά στοιχεία αναφορικά με την αιολική ενέργεια στη χώρα από έκθεση της IEA:

Πίνακας 2.1: Στατιστικά στοιχεία για την αιολική ενέργεια στην Ελλάδα (International Energy Agency, 2022)

Συνολική εγκατεστημένη ισχύς	4,45GW
Εγκατεστημένη ισχύς σε παράκτια πάρκα	0GW
Νέα αιολικά πάρκα (2021)	0,34GW
Αποσυνδεδεμένα πάρκα (2021)	0GW
Συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας	10,5TWh
Κάλυψη της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας από αιολική ενέργεια	18,9%
Εκμετάλλευση του αιολικού δυναμικού	27,9%
Στόχος για το 2030	7GW

3. Μελέτη αιολικού πάρκου

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η μελέτη ενός αιολικού πάρκου ισχύος 100MW στην περιοχή της Κρήτης. Η μελέτη του πάρκου έχει πραγματοποιηθεί με τη βοήθεια του προγράμματος Retscreen Expert. Στις παρακάτω παραγράφους παρατίθεται η μελέτη όπως εξήχθη από το Retscreen Expert.

Συνοπτική έκθεση

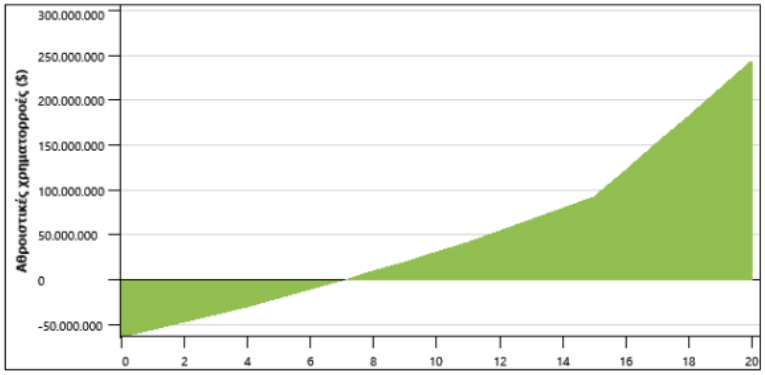
Η έκθεση αυτή εκπονήθηκε με τη χρήση του Λογισμικού Διαχείρισης Καθαρής Ενέργειας RETScreen. Τα βασικά πορίσματα και συστάσεις της ανάλυσης αυτής παρουσιάζονται παρακάτω:

Στόχος

	Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο MWh	Έσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας $	Μείωση εκπομπών ΑΤΘ tn CO_2
Προτεινόμενη περίπτωση	274.466	27.446.637	149.282

Τα κύρια αποτελέσματα έχουν ως εξής:

Ταμειακές ροές - Αθροιστικά

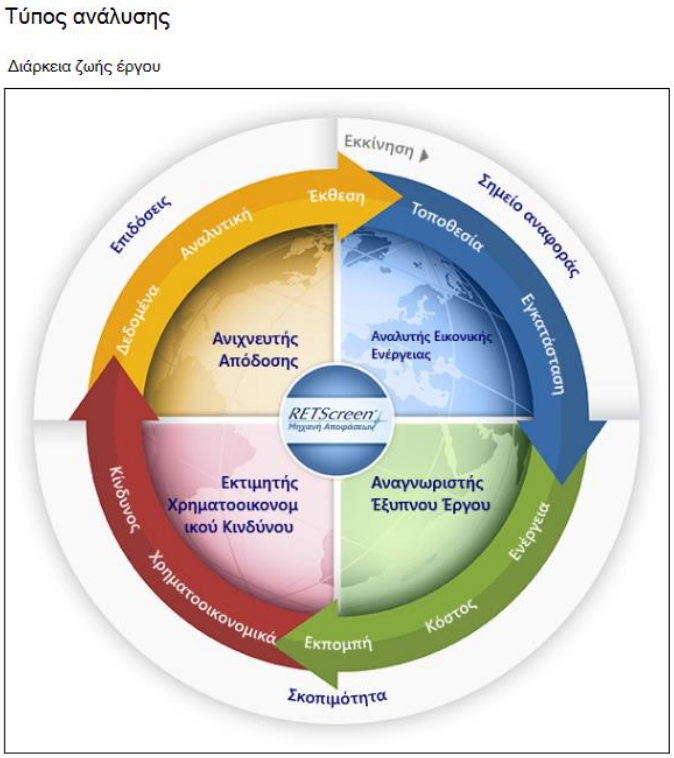


Αποποίηση: Η έκθεση αυτή διανέμεται μόνο για ενημερωτικούς σκοπούς και δεν αντικατοπτρίζει κατ' ανάγκη τις απόψεις της Κυβέρνησης του Καναδά ούτε συνιστά υποστήριξη οποιουδήποτε εμπορικού προϊόντος ή προσώπου. Ούτε ο Καναδάς ούτε οι υπουργοί, τα στελέχη, οι υπάλληλοι ή οι πράκτορές του δίνουν οποιαδήποτε εγγύηση σε σχέση με την έκθεση αυτή ή αναλαμβάνουν οποιαδήποτε ευθύνη που προκύπτει από αυτήν την έκθεση.

Πίνακας 3.1: Συνοπτική έκθεση μελέτης αιολικού πάρκου

Συνολικά, το μελετώμενο αιολικό πάρκο, ισχύος 100MW, υπολογίζεται ότι θα παράγει 274,466GWh ετησίως, δημιουργώντας σε ετήσια έσοδα $27,45 εκατομμύρια από την πώληση της ηλεκτρικής ενέργειας και οδηγώντας σε εξοικονόμηση εκπομπής 149.282tn αερίων του θερμοκηπίου ετησίως.

Στα πλαίσια της παρούσης πραγματοποιήθηκε ανάλυση του κόστους παραγωγής ενέργειας σε σχέση με άλλες πηγές ενέργειας, ανάλυση σκοπιμότητας και ανάλυση οικονομικής απόδοσης και επιδόσεων.



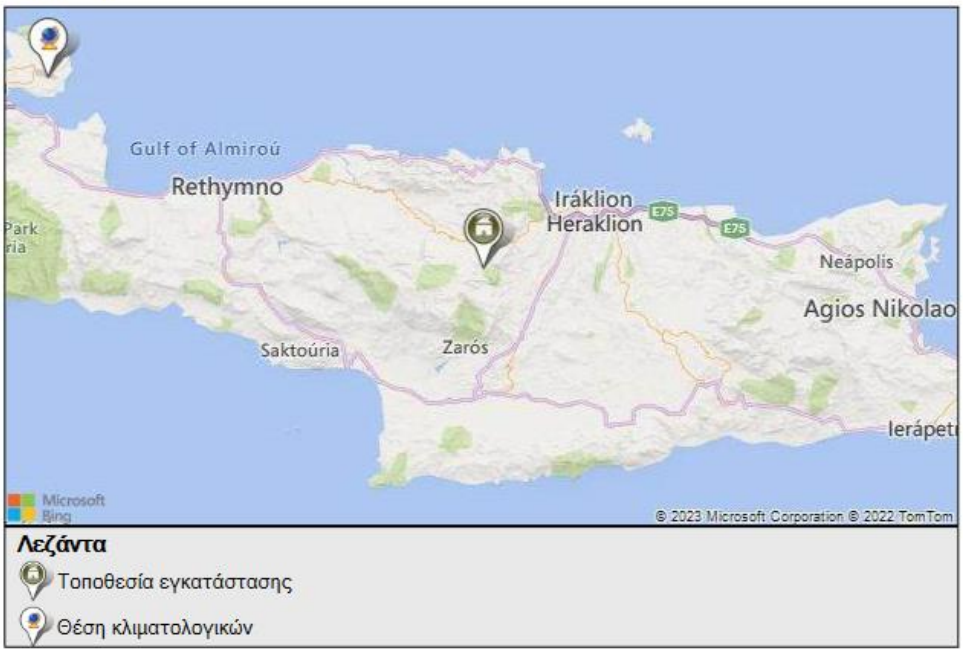
Εικόνα 3.1: Τύπος ανάλυσης – μελέτης

3.1. Τοποθεσία εγκατάστασης

Επελέγη η μελέτη ενός αιολικού πάρκου ισχύος 100MW στην περιοχή του Ηρακλείου Κρήτης.

Τοποθεσία | Κλιματικά δεδομένα

Τοποθεσία

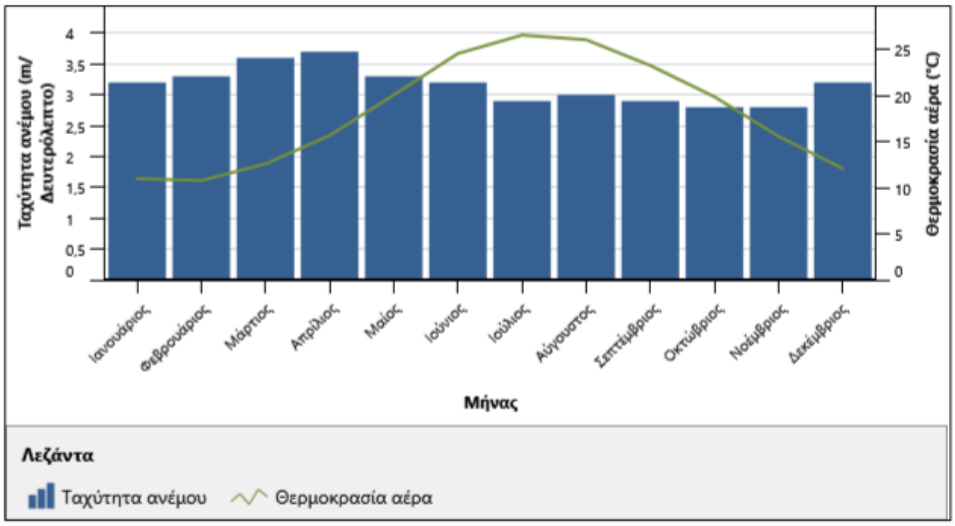


	Μονάδα	Θέση κλιματολογικών δεδομένων	Τοποθεσία εγκατάστασης
Επίθετο		Ελλάδα - Souda Bay Crete	Greece
Γεωγραφικό πλάτος	°B	35,5	35,2
Γεωγραφικό μήκος	°A	24,1	24,9
Κλιματική ζώνη		3A - Θερμό - Υγρό	3A - Θερμό - Υγρό
Υψόμετρο	m	146	1012

Εικόνα 3.2: Τοποθεσία εγκατάστασης

Η ταχύτητα του ανέμου κυμαίνεται από 2,8m/s (Οκτώβριο – Νοέμβριο) έως 3,7m/s (Απρίλιος) καθ'όλη τη διάρκεια του έτους, ενώ η θερμοκρασία του ανέμου κυμαίνεται από 10,8^{o}C, το μήνα Φεβρουάριο, έως 26,6^{o}C, το μήνα Ιούλιο.

Κλιματικά δεδομένα



Θερμοκρασία θέρμανσης βάσει σχεδιασμού	5,8
Θερμοκρασία ψύξης βάσει σχεδιασμού	33,1
Πλάτος (διακύμανση) θερμοκρασίας εδάφους	9,3

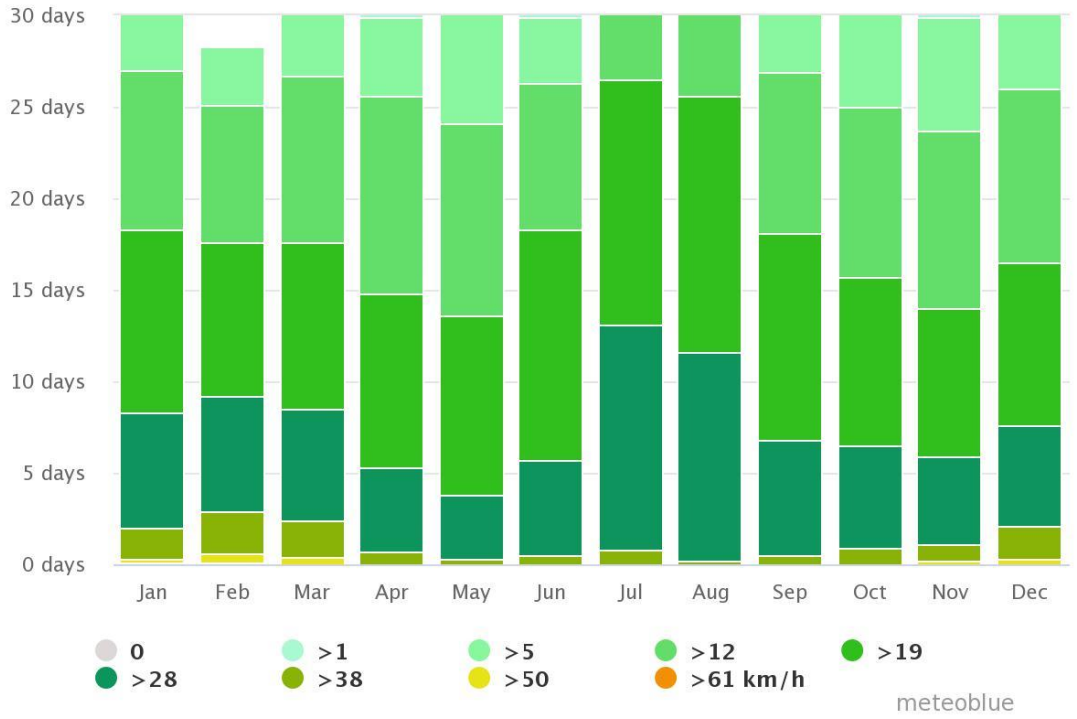
Μήνας	Θερμοκρασία αέρα	Σχετική υγρασία	Κατακρήμνιση	Ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία - Οριζόντια	Ατμοσφαιρική πίεση	Ταχύτητα ανέμου	Θερμοκρασία εδάφους	Βαθμό-ημέρες θέρμανσης	Βαθμο-ημέρες ψύξης
	°C	%	mm	kWh/m²/ημ	kPa	m/Δευτερόλεπτο	°C	°C-ημ	°C-ημ
Ιανουάριος	11,0	77,3%	100,13	2,31	100,9	3,2	14,8	217	31
Φεβρουάριος	10,8	76,4%	87,64	3,20	100,8	3,3	14,5	202	22
Μάρτιος	12,6	74,4%	60,45	4,57	100,7	3,6	15,0	167	81
Απρίλιος	15,7	70,5%	28,50	6,30	100,5	3,7	16,5	69	171
Μαΐος	20,1	64,4%	15,50	7,45	100,5	3,3	19,5	0	313
Ιούνιος	24,6	57,2%	3,30	8,45	100,4	3,2	23,4	0	438
Ιούλιος	26,6	57,9%	0,93	8,41	100,2	2,9	25,9	0	515
Αύγουστος	26,1	59,8%	3,10	7,58	100,3	3,0	26,4	0	499
Σεπτέμβριος	23,3	65,9%	14,70	6,14	100,6	2,9	24,9	0	399
Οκτώβριος	19,9	71,8%	54,25	4,28	100,8	2,8	22,2	0	307
Νοέμβριος	15,6	75,8%	82,80	2,65	100,9	2,8	19,2	72	168
Δεκέμβριος	12,1	78,7%	106,64	2,05	100,9	3,2	16,5	183	65
Ετήσιο	**18,2**	**69,1%**	**557,94**	**5,29**	**100,6**	**3,2**	**19,9**	**910**	**3.009**

Γράφημα 3.1: Κλιματικά δεδομένα – Ηράκλειο Κρήτης

3.2. Το αιολικό δυναμικό

Σύμφωνα με το Γράφημα 3.2, ταχύτητες ανέμου άνω των 12km/h παρατηρούνται:

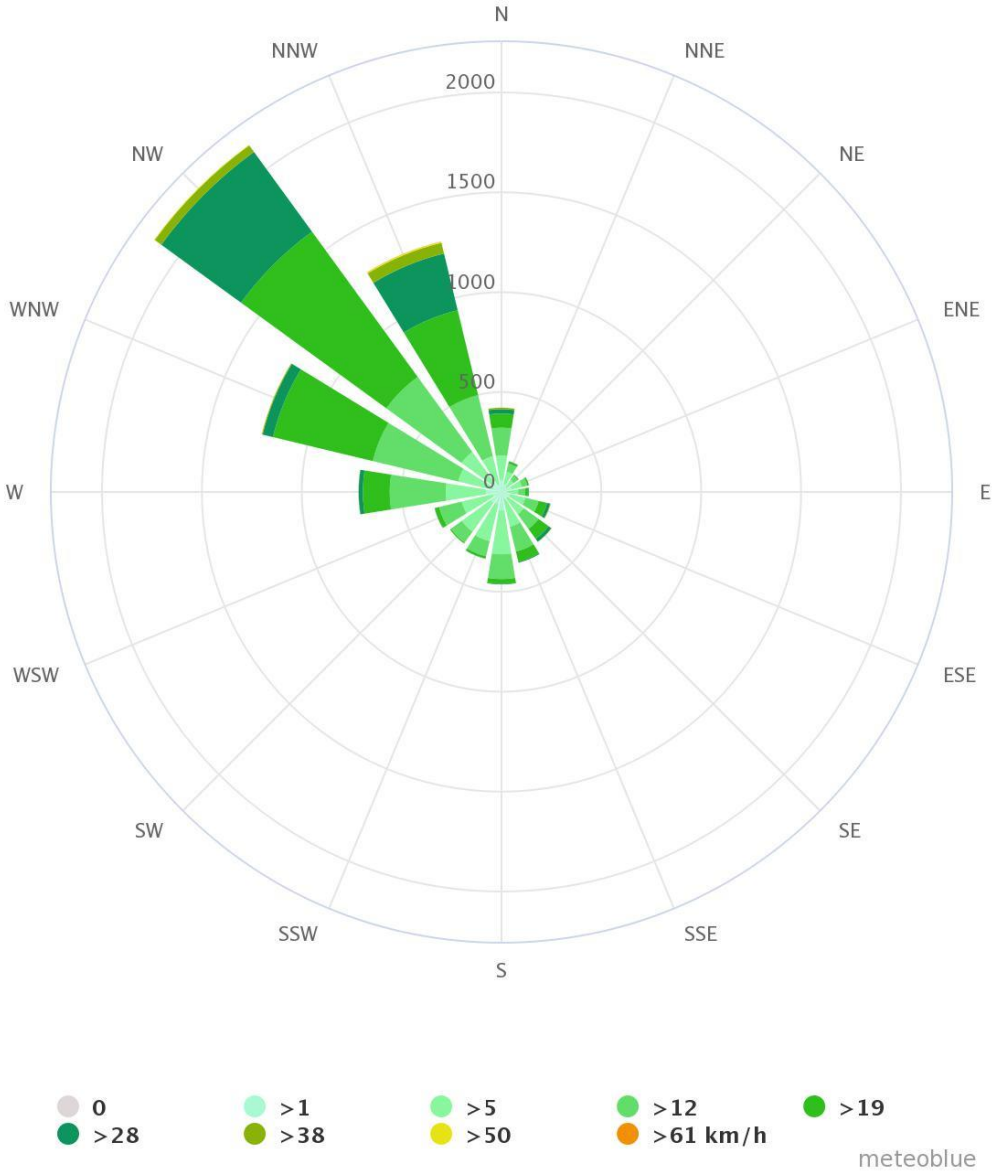
- 27 ημέρες τον Ιανουάριο
- 24,8 ημέρες το Φεβρουάριο
- 25,6 ημέρες τον Μάρτιο
- 26,6 ημέρες τον Απρίλιο
- 23,1 ημέρες το Μάιο
- 27,3 ημέρες τον Ιούνιο
- 29,4 ημέρες τον Ιούλιο
- 30 ημέρες τον Αύγουστο
- 26,8 ημέρες το Σεπτέμβριο
- 25 ημέρες τον Οκτώβριο
- 23,6 ημέρες το Νοέμβριο
- 26 ημέρες το Δεκέμβριο



Γράφημα 3.2: Ταχύτητα ανέμου στην περιοχή της Κρήτης – σωρευμένο ραβδοδιάγραμμα (meteoblue, 2023)

Συνολικά, καταγράφεται εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό τουλάχιστον κατά το 77% των ημερών του έτους (Μάιος) και κατά το 86,7% των ημερών ενός πλήρους έτους.

Το ίδιο συμπέρασμα επιβεβαιώνεται και παρακάτω, στο Γράφημα 3.3, όπου η πυκνότητα των ημερών με ανέμους ταχύτητας μικρότερης των 12km/h είναι πολύ μικρή. Επιπρόσθετα, καταγράφεται ότι η επικρατέστερη διεύθυνση του ανέμου στην περιοχή της Κρήτης είναι η Βορειοδυτική.



Γράφημα 3.3: Ροδοδιάγραμμα – Ταχύτητα και Διεύθυνση ανέμου στην περιοχή της Κρήτης (meteoblue, 2023)

3.3. Εξοπλισμός

Το αιολικό πάρκο αποτελείται από ανεμογεννήτριες συνολικής ισχύος 100MW. Στο πρόγραμμα μελέτης και προσομοίωσης υπάρχει η δυνατότητα επιλογής μεγάλου εύρους ισχύος.

Εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

Ανεμογεννήτρια
100.000 kW

Ανεμογεννήτρια		
Ισχύς	101.200	kW
Ηλεκτρική ενέργεια	274.466	MWh

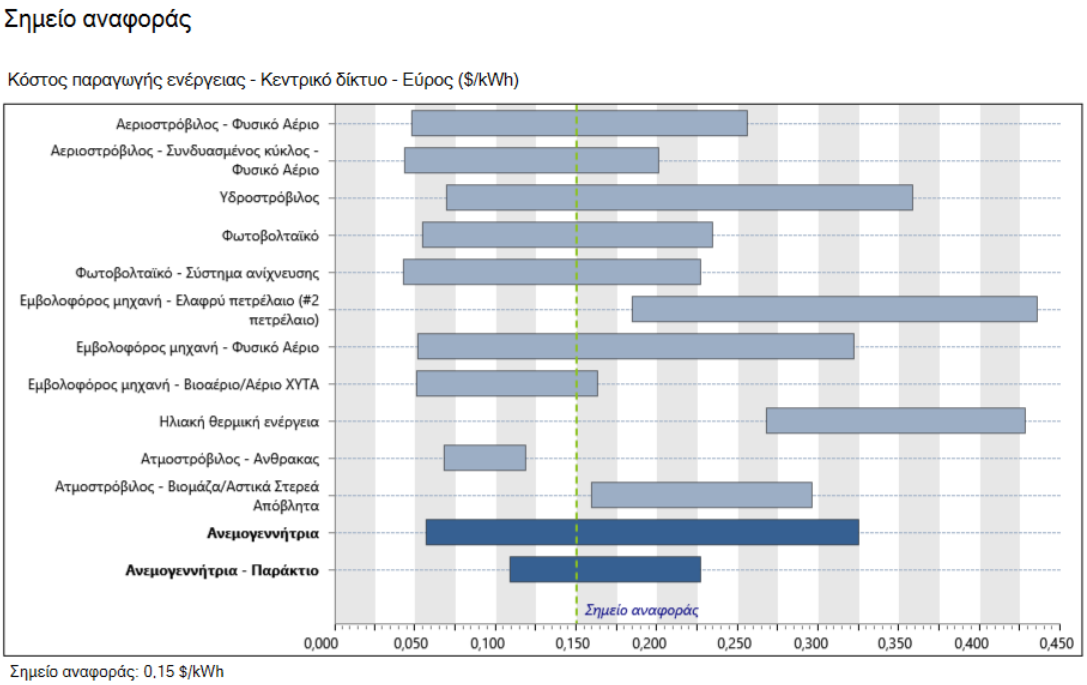
Σημειώσεις

Εικόνα 3.3: Ισχύς αιολικού πάρκου

Η προσδοκώμενη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας υπολογίζεται σε 274.466MWh ετησίως από τη λειτουργία του μελετώμενου αιολικού πάρκου.

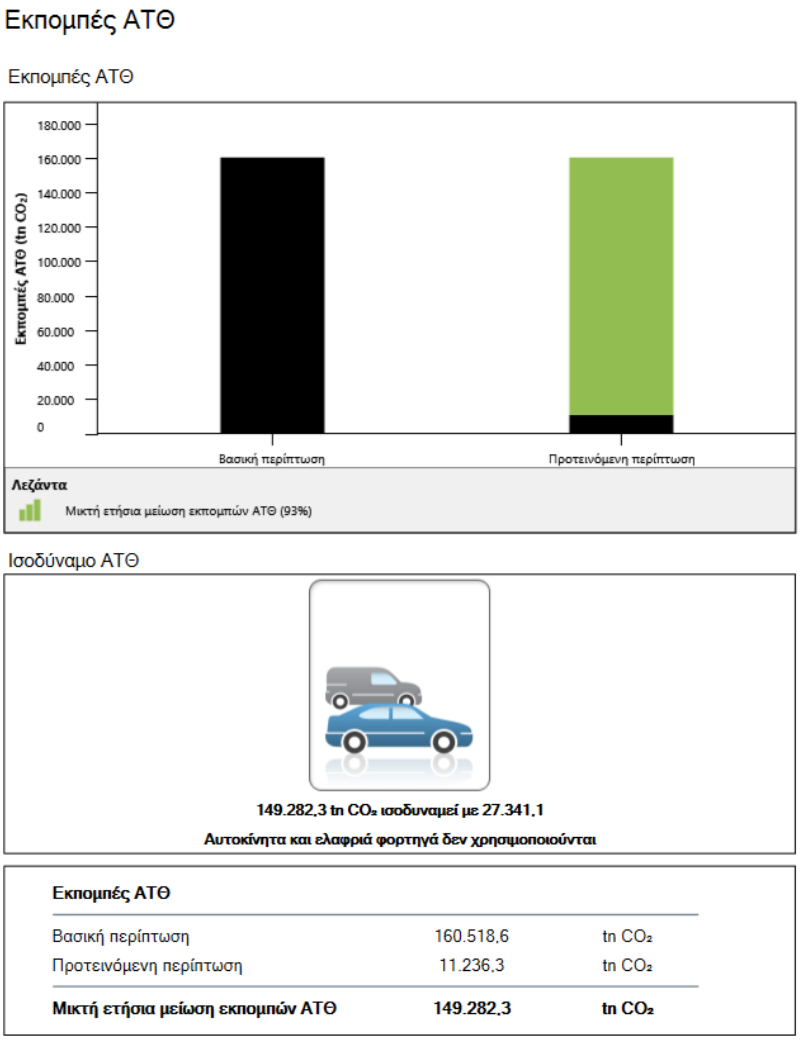
3.4. Αποτελέσματα προσομοίωσης

Αρχικά αξιολογείται το κόστος της παραγόμενης ενέργειας από το μελετώμενο αιολικό πάρκο σε σχέση με άλλες πηγές ενέργειας. Το προτεινόμενο ενδεικτικό σημείο αναφοράς από το Retscreen βρίσκεται στα 0,10$/kWh, ωστόσο λόγω της ανόδου των τιμών των πρώτων υλών, τέθηκε στα 0,15$/kWh.



Γράφημα 3.4: Σημείο αναφοράς κόστους παραγωγής ενέργειας

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της προσομοίωσης, με τα κόστη αναφοράς που προτείνει το πρόγραμμα, το κόστος της παραγόμενης ενέργειας από το μελετώμενο πάρκο αναμένεται να κυμανθεί κατά τη διάρκεια του έτους και κατά τη διάρκεια ζωής του αιολικού πάρκου από 0,06$/kWh έως 0,32$/kWh.



Εικόνα 3.4: Σενάρια εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της προσομοίωσης, για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που υπολογίζεται να παράγεται ετησίως από το αιολικό πάρκο θα εκπέμπονταν 160.518,6tn CO2 αν η ενέργεια παραγόταν με καύση ορυκτών καυσίμων. Υπολογίζεται ότι για κάθε έτος λειτουργίας του αιολικού πάρκου εκπέμπονται 11.236,3tn CO2, αν αναχθεί ετησίως η εκπομπή ρύπων για την κατασκευή του εξοπλισμού του πάρκου. Ως εκ τούτου, υπολογίζεται ότι η ετήσια μείωση εκπομπής αερίων ρύπων του θερμοκηπίου θα φτάσει στους 149.282,3tn CO2 απόρροια της λειτουργίας του μελετώμενου αιολικού πάρκου.

3.5. Κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας

Προκειμένου για τη διεξαγωγή οικονομικής ανάλυσης για το μελετώμενο αιολικό πάρκο υπολογίστηκε το κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας. Κάποια κόστη προτείνονται από το Retscreen, ενώ άλλα, όπως το κόστος για τη μελέτη σκοπιμότητας, την ανάπτυξη – ωρίμανση του έργου, για μηχανολογικά έργα, για έργα οδοποιίας, κατασκευής υποσταθμού και γραμμής μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας εισήχθησαν χειροκίνητα. Στα πλαίσια της παρούσης μελέτης, τα συνολικά αρχικά κόστη ανέρχονται σε $212.850.000, όπως αυτά διαχωρίζονται σε επιμέρους δαπάνες στον πίνακα 3.1.

Πίνακας 3.2: Αρχικό κόστος – πιστώσεις

Αρχικό κόστος (πιστώσεις)	Μονάδα	Ποσότητα	Μονάδα κόστους	Ποσό
Μελέτη σκοπιμότητας				
Μελέτη σκοπιμότητας	κόστος	1	$ 5.000	$ 5.000
Υπο-σύνολο:				**$ 5.000**
Ανάπτυξη				
Ανάπτυξη	κόστος	1	$ 5.000	$ 5.000
Υπο-σύνολο:				**$ 5.000**
Μηχανολογικά				
Μηχανολογικά	κόστος	1	$ 50.000	$ 50.000
Υπο-σύνολο:				**$ 50.000**
Σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας				
Ανεμογεννήτρια	kW	101.200	$ 2.100	$ 212.520.000
Εργα οδοποιίας	km	30	$ 5.000	$ 150.000
Γραμμή μεταφοράς ηλεκτρισμού	km	2	$ 10.000	$ 20.000
Υποσταθμός	έργο	1	$ 100.000	$ 100.000
Μέτρα ενεργειακής απόδοσης				$ -
Οριζόμενο από τον χρήστη	κόστος			$ -
Υπο-σύνολο:				**$ 212.790.000**
Ισοζύγιο συστήματος & διάφορα				
Ανταλλακτικά	%			$ -
Μεταφορά	έργο			$ -
Εκπαίδευση & θέση σε λειτουργία	ανά ημέρα			$ -
Οριζόμενο από τον χρήστη	κόστος			$ -
Απρόβλεπτα	%		$ 212.850.000	$ -
Τόκος κατά την κατασκευή			$ 212.850.000	$ -
Υπο-σύνολο:				**$ -**
Συνολικά αρχικά κόστη				**$ 212.850.000**

Σε ό,τι αφορά στο κόστος των ίδιων των ανεμογεννητριών, σύμφωνα με τη βάση δεδομένων του Retscreen αυτό ανέρχεται σε $212.520.000, ενώ το ετήσιο κόστος για τη λειτουργία και συντήρηση του αιολικού πάρκου ανέρχεται σε $3.643.200.

Πίνακας 3.3: Αρχικό κόστος – πιστώσεις

Ετήσια κόστη (πιστώσεις)	Μονάδα	Ποσότητα	Μονάδα κόστους	Ποσό
Λειτουργία & Συντήρηση				
Δείξε δεδομένα				
Σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας				
Ανεμογεννήτρια			$ 3.643.200	*Ενημέρωση κόστους*
Τμήματα & Εργασία	έργο			$ -
Οριζόμενο από τον χρήστη	κόστος			$ -
Απρόβλεπτα	%		$ 3.643.200	$ -
Υπο-σύνολο:				**$ 3.643.200**
Ετήσια εξοικονόμηση	**Μονάδα**	**Ποσότητα**	**Μονάδα κόστους**	**Ποσό**
Οριζόμενο από τον χρήστη	κόστος			$ -
Υπο-σύνολο:				$ -
Περιοδικά κόστη (πιστώσεις)	**Μονάδα**	**Ετος**	**Μονάδα κόστους**	**Ποσό**
Περιοδικά κόστη	κόστος			$ -
Τέλος διάρκειας ζωής έργου	κόστος			$ -

Οι οικονομικές παράμετροι τέθηκαν στις τιμές της βάσης δεδομένων του Retscreen, με εξαίρεση την τιμή του πληθωρισμού, η οποία τέθηκε στο 5%, καθώς αναμένεται να αποκλιμακωθεί μεσοπρόθεσμα. Τα αρχικά κόστη αποτελούνται ως επί το πλείστο από τα έξοδα αγοράς των ανεμογεννητριών, καθώς τα λοιπά έξοδα μελέτης, ανάπτυξης και μηχανολογικών έργων ανέρχονται σε λιγότερο από το 0,1% του συνολικού αρχικού κόστους. Τα αποτελέσματα της οικονομικής ανάλυσης παρουσιάζονται παρακάτω στον πίνακα 3.3 και συζητούνται αναλυτικά στην παράγραφο 3.7.

Πίνακας 3.4: Οικονομική ανάλυση

Οικονομικοί Παράμετροι		
Γενικά		
Κυλιόμενος φόρος κόστους καυσίμου		2%
Τιμή πληθωρισμού	%	5%
Επιτόκιο αναγωγής	%	9%
Ποσοστό επανεπένδυσης	%	9%
Διάρκεια ζωής έργου	έτος	20
Χρηματοδότηση		
Κίνητρα και επιχορηγήσεις	$	
Τοκοχρεολύσιο	%	70%
Χρέος	$	148.995.000
Μετοχή	$	63.855.000
Επιτόκιο δανεισμού	%	7%
Περίοδος χρέους	έτος	15
Πληρωμές χρέους	$/έτος	16.358.850
Ανάλυση φόρου εισοδήματος		☐

Κόστος | Αποθηκεύσεις | Έσοδο			
Αρχικά κόστη			
Μελέτη σκοπιμότητας	0,002%	$	5.000
Ανάπτυξη	0,002%	$	5.000
Μηχανολογικά	0,02%	$	50.000
Σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας	100%	$	212.790.000
Συνολικά αρχικά κόστη	**100%**	**$**	**212.850.000**
Ετήσια χρηματορροή - Ετος 1			
Ετήσια κόστη και πληρωμές χρέους			
Λειτουργία & Συντήρηση		$	3.643.200
Πληρωμές χρέους - 15 έτη		$	16.358.850
Συνολικά ετήσια κόστη		**$**	**20.002.050**
Ετήσιες αποταμιεύσεις και έσοδα			
Έσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας		$	27.446.637
Έσοδα από τη μείωση εκπομπών ΑΤΘ		$	0
Λοιπά έσοδα (έξοδα)		$	0
Έσοδα παραγωγής ΚΕ		$	0
Συνολικές ετήσιες αποταμιεύσεις και έσοδα		**$**	**27.446.637**
Καθαρή ετήσια ταμειακή ροή - Ετος 1		**$**	**7.444.587**

Ετήσια έσοδα		
Έσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας		
Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο	kWh	274.466.369
Τιμή πωλούμενου ηλεκτρισμού	$/kWh	0,10
Έσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας	$	27.446.637
Κυλιόμενος φόρος πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας	%	2%
Έσοδα από τη μείωση εκπομπών ΑΤΘ		
Μικτή μείωση ΑΤΘ	tn CO_2/έτος	149.282
Μικτή μείωση ΑΤΘ - 20 έτη	tn CO_2	2.985.645
Έσοδα από τη μείωση εκπομπών ΑΤΘ	$	0
Λοιπά έσοδα (έξοδα)		☐
Έσοδα παραγωγής Καθαρής Ενέργειας (ΚΕ)		☐

Οικονομική Βιωσιμότητα		
(IRR) προ φόρου - μετοχές	%	15,9%
MIRR προ φόρου - μετοχές	%	12,1%
(IRR) προ φόρου - περιουσιακά στοιχεία	%	2,9%
MIRR προ φόρου - περιουσιακά στοιχεία	%	5,5%
Απλή αποπληρωμή	έτος	8,9
Αποπληρωμή Μετοχών	έτος	7,1
Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ)	$	47.821.360
Ετήσιες αποταμιεύσεις κύκλου ζωής	$/έτος	5.238.661
Αναλογία Οφέλους-Κόστους (Ο-Κ)		1,7
Κάλυψη δανειακών υποχρεώσεων		1,5
Κόστος μείωσης εκπομπών ΑΤΘ	$/tn CO_2	-22,52
Κόστος παραγωγής ενέργειας	$/kWh	0,098

3.6. Ανάλυση ευαισθησίας

Στη συνέχεια, με τη βοήθεια του Retscreen πραγματοποιήθηκε ανάλυση ευαισθησίας για τον υπολογισμό της Καθαρής Παρούσας Αξίας του έργου, με το εύρος της ευαισθησίας να τίθεται ίσο με 25%. Εξετάζεται ο βαθμός στον οποίο θα επηρεαστεί η Καθαρή Παρούσα Αξία του αιολικού πάρκου για μεταβολή έως και 25% των συνιστωσών των ταμειακών ροών του αιολικού πάρκου.

Για μεταβολή της τιμής πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας από -25% έως +25% και για σταθερά αρχικά κόστη εγκατάστασης, η ΚΠΑ του αιολικού πάρκου υπολογίζεται να μεταβληθεί αντίστοιχα στα -$25.653.121 έως +$121.295.841. Στο σενάριο μείωσης της τιμής πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας κατά 25% και για αυξημένα αρχικά κόστη εγκατάστασης 25%, η ΚΠΑ αναμένεται να μειωθεί στα

-$74.582.769, ενώ για αύξηση του αρχικού κόστους εγκατάστασης κατά 25% και με σταθερή τιμή πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας, η ΚΠΑ αναμένεται να μειωθεί στα $-1.108.289.

Για μεταβολή του ετησίου κόστους λειτουργίας και συντήρησης από -25% έως +25% και για σταθερά αρχικά κόστη εγκατάστασης, η ΚΠΑ του αιολικού πάρκου υπολογίζεται να μεταβληθεί σε $11.481.204 έως -$13.697.781. Στο σενάριο αύξησης του αρχικού κόστους εγκατάστασης κατά 25% και για σταθερά κόστη λειτουργίας και συντήρησης, η ΚΠΑ παραμένει θετική και ίση με $35.231.867. Η ΚΠΑ υπολογίζεται ότι μπορεί να γίνει αρνητική μόνον στα σενάρια αύξησης του αρχικού κόστους εγκατάστασης κατά 25% και ταυτόχρονης μεταβολής του ετησίου κόστους λειτουργίας και συντήρησης από 0% έως και 25%.

Για οποιοδήποτε σενάριο μεταβολής του τοκοχρεολυσίου και αυξομείωσης του επιτοκίου δανεισμού από -25% έως και +25% η ΚΠΑ παραμένει θετική, με ελάχιστη ΚΠΑ $32.607.888 να υπολογίζεται στο σενάριο μείωσης του τοκοχρεολυσίου από το 70% στο 61% (μείωση κατά 12,5%) και αύξησης του επιτοκίου δανεισμού κατά 25%, από 7% σε 8,75%.

Τέλος, για οποιοδήποτε σενάριο μεταβολής της περιόδου αποπληρωμής του δανεισμού και αυξομείωσης του επιτοκίου δανεισμού από -25% έως και +25% η ΚΠΑ παραμένει θετική, με ελάχιστη ΚΠΑ $32.672.356 να υπολογίζεται στο σενάριο μείωσης της διάρκειας του δανεισμού από τα 15 στα 13 έτη (μείωση κατά 12,5%) και αύξησης του επιτοκίου δανεισμού κατά 25%, από 7% σε 8,75%.

Πίνακας 3.5: Ανάλυση ευαισθησίας

Ανάλυση ευαισθησίας

Εκτέλεση ανάλυσης σε	Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ)
Εύρος ευαισθησίας	25%
Κατώφλι	0 $

- Κατάργηση ανάλυσης

Τιμή πωλούμενου ηλεκτρισμού		Αρχικά κόστη $				
$/MWh		159.637.500	186.243.750	212.850.000	239.456.250	266.062.500
		-25,0%	-12,5%	0,0%	12,5%	25,0%
75,00	-25,0%	23.276.528	-1.188.297	-25.653.121	-50.117.945	-74.582.769
87,50	-12,5%	60.013.768	35.548.944	11.084.119	-13.380.705	-37.845.529
100,00	0,0%	96.751.008	72.286.184	**47.821.360**	23.356.536	-1.108.289
112,50	12,5%	133.488.249	109.023.424	84.558.600	60.093.776	35.628.952
125,00	25,0%	170.225.489	145.760.665	121.295.841	96.831.016	72.366.192

- Κατάργηση ανάλυσης

Λειτουργία & Συντήρηση		Αρχικά κόστη $				
$		159.637.500	186.243.750	212.850.000	239.456.250	266.062.500
		-25,0%	-12,5%	0,0%	12,5%	25,0%
2.732.400	-25,0%	109.340.501	84.875.676	60.410.852	35.946.028	11.481.204
3.187.800	-12,5%	103.045.754	78.580.930	54.116.106	29.651.282	5.186.458
3.643.200	0,0%	96.751.008	72.286.184	**47.821.360**	23.356.536	-1.108.289
4.098.600	12,5%	90.456.262	65.991.438	41.526.614	17.061.789	-7.403.035
4.554.000	25,0%	84.161.516	59.696.692	35.231.867	10.767.043	-13.697.781

- Κατάργηση ανάλυσης

Τοκοχρεολύσιο		Επιτόκιο δανεισμού %				
%		5,25%	6,13%	7,00%	7,88%	8,75%
		-25,0%	-12,5%	0,0%	12,5%	25,0%
53%	-25,0%	54.183.120	48.933.354	43.538.508	38.003.620	32.333.897
61%	-12,5%	58.098.647	51.973.921	45.679.934	39.222.565	32.607.888
70%	0,0%	62.014.175	55.014.488	**47.821.360**	40.441.509	32.881.878
79%	12,5%	65.929.703	58.055.055	49.962.786	41.660.454	33.155.869
88%	25,0%	69.845.230	61.095.622	52.104.211	42.879.398	33.429.859

- Κατάργηση ανάλυσης

Περίοδος χρέους		Επιτόκιο δανεισμού %				
έτος		5,25%	6,13%	7,00%	7,88%	8,75%
		-25,0%	-12,5%	0,0%	12,5%	25,0%
11	-25,0%	56.010.030	50.301.446	44.469.138	38.516.137	32.445.557
13	-12,5%	59.138.294	52.754.968	46.213.086	39.517.287	32.672.356
15	0,0%	62.014.175	55.014.488	**47.821.360**	40.441.509	32.881.878
17	12,5%	64.656.648	57.093.037	49.301.948	41.292.686	33.074.850
19	25,0%	67.083.379	59.002.993	50.662.646	42.074.746	33.252.044

+ Προσθήκη ανάλυσης

3.7. Μελέτη βιωσιμότητας – εφικτότητας

Ακολούθως πραγματοποιήθηκε μελέτη της βιωσιμότητας – οικονομικής εφικτότητας κατασκευής και λειτουργίας του αιολικού πάρκου. Όπως προαναφέρεται στην παράγραφο 3.5, τα συνολικά αρχικά κόστη ανέρχονται σε $212.850.000, με το κόστος των ανεμογεννητριών να ανέρχεται σε $212.520.000 και το ετήσιο κόστος για τη λειτουργία και συντήρηση του αιολικού πάρκου να ανέρχεται σε $3.643.200

Το κόστος του έργου θεωρήθηκε ότι θα χρηματοδοτηθεί κατά το 70% του από δανεισμό, με τις ετήσιες αποπληρωμές του χρέους να ανέρχονται σε $20.002.050 για το πρώτο έτος. Τα έσοδα από την πώληση ηλεκτρικής ενέργειας υπολογίζονται σε

$27.446.637 κατά το πρώτο έτος. Η καθαρή ταμειακή ροή το πρώτο έτος υπολογίζεται σε $7.444.587.

Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης (IRR) προ φόρων για το έργο υπολογίζεται ίσος με 15,9%, ενώ ο τροποποιημένος εσωτερικός βαθμός απόδοσης (MIRR) προ φόρων υπολογίζεται ίσος με 12,1%. Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης (IRR) προ φόρων με βάση την αξία των περιουσιακών στοιχείων υπολογίζεται ίσος με 2,9%, ενώ ο τροποποιημένος εσωτερικός βαθμός απόδοσης (MIRR) προ φόρων υπολογίζεται ίσος με 5,5%. Η περίοδος αποπληρωμής του έργου υπολογίζεται στα 8,9 έτη, ενώ η τροποποιημένη περίοδος αποπληρωμής του έργου υπολογίζεται στα 7,1 έτη. Η καθαρή παρούσα αξία (NPV) του έργου υπολογίζεται ίση με $47.821.360, και οι ετήσιες αποταμιεύσεις στον κύκλο ζωής του έργου υπολογίζονται ίσες με $5.238.661. Η αναλογία οφέλους – κόστους υπολογίζεται ίση με 1,7 και ο δείκτης κάλυψης των δανειακών υποχρεώσεων υπολογίζεται ίσος με 1,5. Το κόστος για την μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου υπολογίζεται ίσο με -22,52$/tn, δηλαδή υπολογίζεται όφελος 22,52$ ανά τόνο μειωμένων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, ενώ το κόστος της παραγόμενης ενέργειας υπολογίζεται ίσο με 0,098$/kWh.

Τα παραπάνω αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακάτω, στον πίνακα

Πίνακας 3.6: Οικονομική βιωσιμότητα

Οικονομική Βιωσιμότητα

Οικονομικοί Παράμετροι

Γενικά		
Τιμή πληθωρισμού	%	5%
Επιτόκιο αναγωγής	%	9%
Ποσοστό επανεπένδυσης	%	9%
Διάρκεια ζωής έργου	έτος	20
Χρηματοδότηση		
Τοκοχρεολύσιο	%	70%
Χρέος	$	148.995.000
Μετοχή	$	63.855.000
Επιτόκιο δανεισμού	%	7%
Περίοδος χρέους	έτος	15
Πληρωμές χρέους	$/έτος	16.358.850

Ετήσια έσοδα

Έσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας		
Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο	MWh	274.466
Τιμή πωλούμενου ηλεκτρισμού	$/kWh	0,10
Έσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας	$	27.446.637
Κυλιόμενος φόρος πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας	%	2%

Κόστος | Αποθηκεύσεις | Έσοδο

Αρχικά κόστη			
Μελέτη σκοπιμότητας	0,002%	$	5.000
Ανάπτυξη	0,002%	$	5.000
Μηχανολογικά	0,02%	$	50.000
Σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας	100%	$	212.790.000
Συνολικά αρχικά κόστη	**100%**	**$**	**212.850.000**
Ετήσια χρηματορροή - Ετος 1			
Ετήσια κόστη και πληρωμές χρέους			
Λειτουργία & Συντήρηση		$	3.643.200
Πληρωμές χρέους - 15 έτη		$	16.358.850
Συνολικά ετήσια κόστη		**$**	**20.002.050**
Ετήσιες αποταμιεύσεις και έσοδα			
Έσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας		$	27.446.637
Έσοδα από τη μείωση εκπομπών ΑΤΘ		$	0
Λοιπά έσοδα (έξοδα)		$	0
Έσοδα παραγωγής ΚΕ		$	0
Συνολικές ετήσιες αποταμιεύσεις και έσοδα		**$**	**27.446.637**
Καθαρή ετήσια ταμειακή ροή - Ετος 1		**$**	**7.444.587**

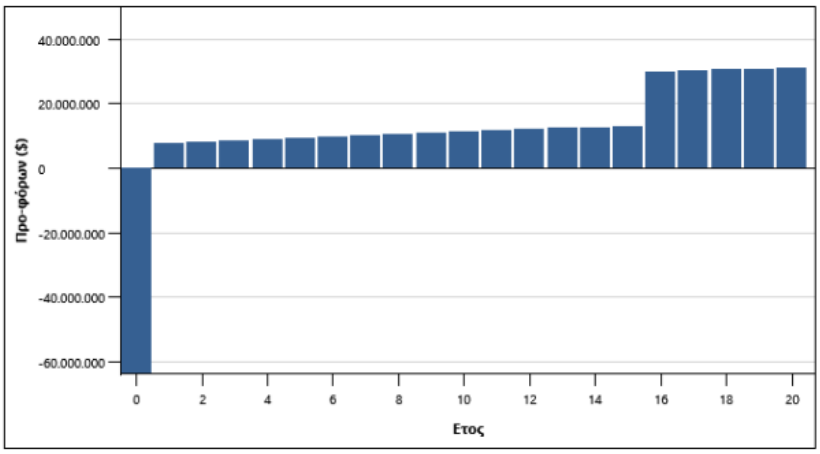
Οικονομική Βιωσιμότητα

(IRR) προ φόρου - μετοχές	%	15,9%
MIRR προ φόρου - μετοχές	%	12,1%
(IRR) προ φόρου - περιουσιακά στοιχεία	%	2,9%
MIRR προ φόρου - περιουσιακά στοιχεία	%	5,5%
Απλή αποπληρωμή	έτος	8,9
Αποπληρωμή Μετοχών	έτος	7,1
Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ)	$	47.821.360
Ετήσιες αποταμιεύσεις κύκλου ζωής	$/έτος	5.238.661
Αναλογία Οφέλους-Κόστους (Ο-Κ)		1,7
Κάλυψη δανειακών υποχρεώσεων		1,5
Κόστος μείωσης εκπομπών ΑΤΘ	$/tn CO_2	-22,5
Κόστος παραγωγής ενέργειας	$/kWh	0,098

Οι ετήσιες ταμιακές ροές είναι αρνητικές κατά το έτος 0, οπότε και πραγματοποιείται η κατασκευή και θέση σε λειτουργία του αιολικού πάρκου. Κάθε έτος μέχρι και το 15^{ο} έτος οι ταμιακές ροές αυξάνονται σταδιακά καθώς μειώνεται το κεφάλαιο δανεισμού, άρα μειώνεται το τοκοχρεολύσιο, ενώ από το 16^{ο} έτος και μέχρι το τέλος της διάρκειας ζωής του αιολικού πάρκου οι ταμιακές ροές είναι σημαντικά υψηλότερες καθώς έχει ολοκληρωθεί η αποπληρωμή του δανεισμού.

Ταμειακές ροές

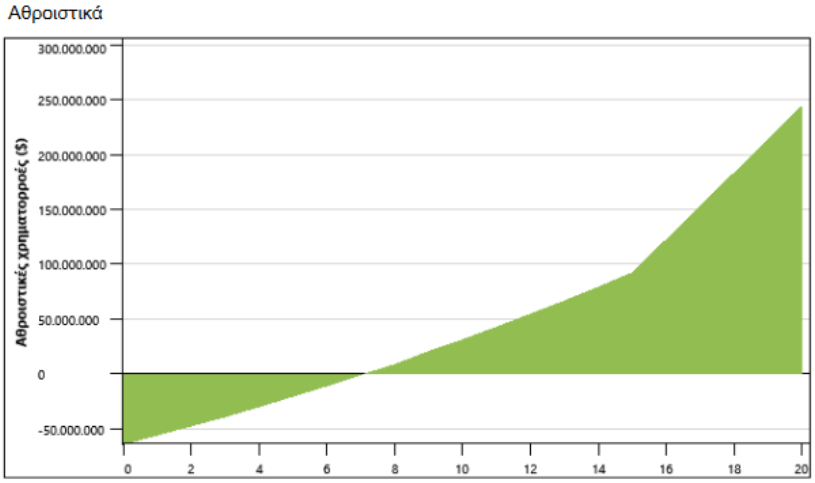
Ετήσιο



Γράφημα 3.5: Ετήσιες ταμειακές ροές

Η περίοδος αποπληρωμής βρίσκεται λίγο πριν τα 8 έτη, οπότε και οι αθροιστικές ετήσιες ταμιακές ροές φτάνουν στην τιμή μηδέν. Στη συνέχεια αυτές

αυξάνονται γραμμικά μέχρι και το 15ο έτος και αυξάνονται πιο απότομα από το 16ο έτος μέχρι και το τέλος της διάρκειας ζωής του μελετώμενου αιολικού πάρκου.



Γράφημα 3.6: Αθροιστικές ετήσιες ταμειακές ροές

Μετά το τέλος του έβδομου έτους, οι αθροιστικές ετήσιες ταμιακές ροές ισούνται με $-1.386.066, με την αποπληρωμή να επιτυγχάνεται στις αρχές του όγδοου έτους λειτουργίας του αιολικού πάρκου.

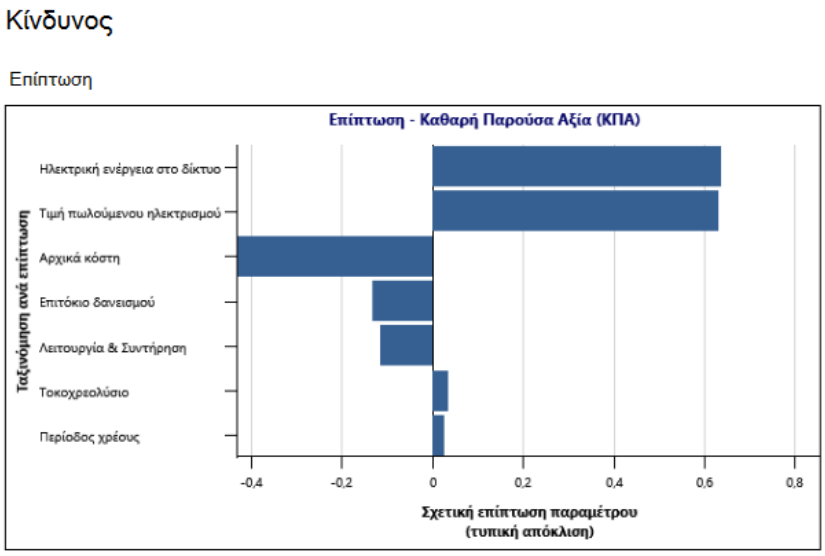
Πίνακας 3.7: Πίνακας ετήσιων χρηματοροών

Ετήσια χρηματορροή

Ετος No	Προ-φόρων $	Αθροιστικά $
0	-63.855.000	-63.855.000
1	7.811.359	-56.043.641
2	8.180.003	-47.863.638
3	8.550.281	-39.313.357
4	8.921.940	-30.391.417
5	9.294.706	-21.096.711
6	9.668.284	-11.428.426
7	10.042.360	-1.386.066
8	10.416.594	9.030.527
9	10.790.623	19.821.150
10	11.164.058	30.985.208
11	11.536.485	42.521.693
12	11.907.458	54.429.151
13	12.276.504	66.705.655
14	12.643.118	79.348.773
15	13.006.758	92.355.531
16	29.725.702	122.081.233
17	30.081.637	152.162.870
18	30.432.761	182.595.631
19	30.778.382	213.374.013
20	31.117.764	244.491.777

3.8. Εκτίμηση κινδύνου

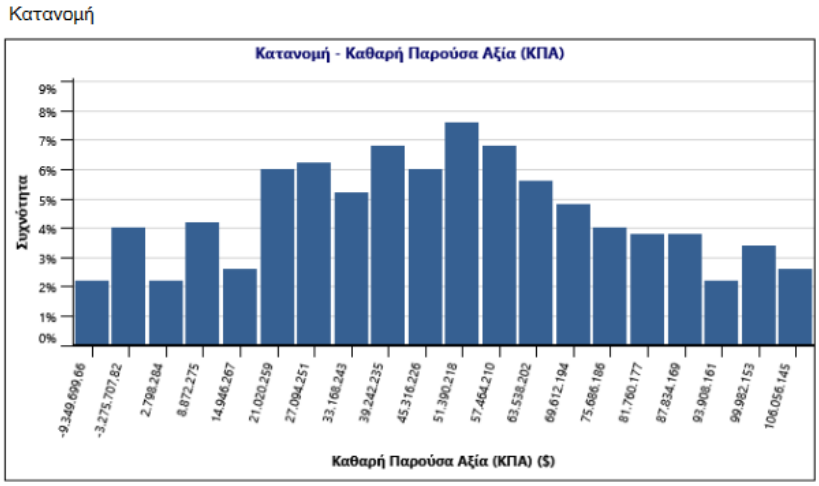
Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε μελέτη κινδύνου, για τον προσδιορισμό των πιθανών κινδύνων για την οικονομική βιωσιμότητα του μελετώμενου αιολικού πάρκου. Οι κίνδυνοι οι οποίοι μπορεί να έχουν αρνητικές επιπτώσεις στην οικονομική βιωσιμότητα του αιολικού πάρκου, με μέτρο την μεταβολή της ΚΠΑ του αιολικού πάρκου συμπεριλαμβάνουν την μεταβολή της παραγωγής ενέργειας, της τιμής πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας, του αρχικού κόστους, του επιτοκίου δανεισμού, του κόστους λειτουργίας και συντήρησης, του τοκοχρεολύσιου και της περιόδου χρέους. Η μεταβολή της παραγωγής ενέργειας και της τιμής πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας μπορούν να έχουν τη μεγαλύτερη κατά σειρά επίπτωση στην μεταβολή της ΚΠΑ, ακολουθούμενες από τη μεταβολή του αρχικού κόστους. Ακολουθούν κατά σειρά, με μικρή ωστόσο επίπτωση στην ΚΠΑ, η μεταβολή του επιτοκίου δανεισμού, του κόστους λειτουργίας και συντήρησης, του τοκοχρεολύσιου και της περιόδου χρέους.



Γράφημα 3.7: Εκτίμηση κινδύνου – επιπτώσεις

Στη βάση αυτή, η ΚΠΑ του αιολικού πάρκου ακολουθεί την κατανομή που παρουσιάζεται στο Γράφημα 3.8, με τους δύο παραπάνω κινδύνους με την μεγαλύτερη

επίπτωση, οι οποίοι μπορεί να οδηγήσουν σε αρνητική ΚΠΑ να εκτιμάται ότι έχουν πιθανότητα εκδήλωσης 4% και 2%. Κίνδυνοι οι οποίοι έχουν μεγαλύτερες πιθανότητες εκδήλωσης, της τάξης τους 5% έως και 7,5% οδηγούν σε μεταβολή της ΚΠΑ, η οποία ωστόσο παραμένει θετική και σε κάποιες περιπτώσεις είναι μεγαλύτερη από την αρχική εκτίμηση.



Γράφημα 3.8: Εκτίμηση κινδύνου – κατανομή Καθαρής Παρούσας Αξίας για διαφορετική εκδήλωση κινδύνων

Παρακάτω, στο πίνακα 3.13 παρουσιάζονται οι τιμές των παραμέτρων οι οποίες αναγνωρίστηκαν ως πιθανοί κίνδυνοι, σε ένα εύρος +-25%. Η μέση ΚΠΑ υπολογίστηκε ίση με $48.166.271 και κυμαίνεται εντός του διαστήματος [$-12.410.731 , $109.113.245] σε επίπεδο εμπιστοσύνης 90%.

Πίνακας 3.8: Εκτίμηση κινδύνου - υπολογισμοί

Εκτέλεση ανάλυσης σε	Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ)				
Αριθμός συνδυασμών	500				
Τυχαία τιμή	Οχι				
Παράμετρος	**Μονάδα**	**Τιμή**	**Εύρος(+/-)**	**Ελάχιστο**	**Μέγιστο**
Αρχικά κόστη	$	212.850.000	25%	159.637.500	266.062.500
Λειτουργία & Συντήρηση	$	3.643.200	25%	2.732.400	4.554.000
Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο	MWh	274.466,37	25%	205.849,78	343.082,96
Τιμή πωλούμενου ηλεκτρισμού	$/MWh	100,00	25%	75,00	125,00
Τοκοχρεολύσιο	%	70,0%	25%	52,5%	87,5%
Επιτόκιο δανεισμού	%	7,00%	25%	5,25%	8,75%
Περίοδος χρέους	έτος	15	25%	11	19
Μέσο				$	48.166.271
Επίπεδο κινδύνου				%	10%
Ελάχιστο επίπεδο εμπιστοσύνης				$	-12.410.731
Μέγιστο επίπεδο εμπιστοσύνης				$	109.113.245

3.8.1. Μέθοδοι ελέγχου της προβλεπόμενης παραγωγής ενέργειας

Απλή Γραμμική Παλινδρόμηση

Σε πολλές στατιστικές εφαρμογές συναντάμε το πρόβλημα της μελέτης της σχέσης δύο ή περισσοτέρων τυχαίων μεταβλητών. Το πρόβλημα που θέλουμε να λύσουμε είναι αφ' ενός να αποφασίσουμε αν υπάρχει μια τέτοια σχέση και στη συνέχεια να προσδιορίσουμε τη σχέση αυτή με βάση ορισμένες παρατηρήσεις. Ένας από τους κύριους λόγους που η μελέτη αυτή είναι σημαντική, κυρίως σε εφαρμογές που έχουν σχέση με επιχειρήσεις και με την οικονομία, είναι ότι οι σχέσεις αυτές χρησιμοποιούνται συχνά για προβλέψεις. Το πρώτο βήμα για να πραγματοποιηθεί η μελέτη αυτή είναι η κατασκευή μιας μαθηματικής εξίσωσης (μοντέλου) που περιγράφει τη φύση της σχέσης που υφίσταται μεταξύ των υπό μελέτη μεταβλητών.

Η γραμμική παλινδρόμηση είναι ένα στατιστικό μοντέλο που χρησιμοποιείται για να αναλύσει τη σχέση μεταξύ δύο μεταβλητών, της ανεξάρτητης μεταβλητής και της εξαρτημένης μεταβλητής. Στη γραμμική παλινδρόμηση, υποθέτουμε ότι υπάρχει μια γραμμική σχέση μεταξύ των δύο μεταβλητών, δηλαδή μπορούμε να προβλέψουμε

την τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής βάσει μιας γραμμικής συνάρτησης ανεξάρτητης μεταβλητής.

Η γραμμική παλινδρόμηση μπορεί να εκφραστεί μαθηματικά ως εξής:

$$y = \alpha + \beta x + \varepsilon$$

Όπου:

- y είναι η εξαρτημένη μεταβλητή που προσπαθούμε να προβλέψουμε.
- x είναι η ανεξάρτητη μεταβλητή που χρησιμοποιούμε για να προβλέψουμε την y.
- α είναι μια σταθερά, η οποία αντιστοιχεί στην τιμή της y όταν η x είναι μηδέν.
- β είναι η κλίση της γραμμής παλινδρόμησης, που δείχνει πόσο αλλάζει η y για κάθε μονάδα αλλαγής της x.
- ε είναι ο όρος σφάλματος, που αντιπροσωπεύει τυχαίες αποκλίσεις μεταξύ των πραγματικών τιμών της y και των προβλεπόμενων τιμών από το μοντέλο.

Στόχος της γραμμικής παλινδρόμησης είναι να εκτιμήσει τις τιμές των παραμέτρων α και β έτσι ώστε το μοντέλο να προσεγγίσει όσο το δυνατόν καλύτερα τις πραγματικές τιμές της y. Αυτό γίνεται συνήθως με τη χρήση μεθόδων όπως η μέθοδος ελαχίστων τετραγώνων.

<u>Εκτίμηση της Ευθείας Παλινδρόμησης με τη Μέθοδο των Ελαχίστων Τετραγώνων</u>

Προσπαθούμε να βρούμε μια ευθεία όπου η απόσταση κάθε σημείου $\{x_i, y_i\}$ είναι ελάχιστη:

Βρες $\min_{a,b} Q(a.\beta) = \sum_{i-1}^{n} \widehat{\varepsilon_i}^2 = \sum_{i=1}^{n} (y_i - a - \beta x_i)^2$ όπου $\widehat{\varepsilon_i}$ το κατάλοιπο ή αλλιώς σφάλμα Οι τιμές α, β οι οποίες ελαχιστοποιούν την $Q(a.\beta)$ είναι:

$$\hat{\beta} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}$$

$$\hat{a} = \bar{y} - \hat{\beta}\bar{x}$$

Τα $\hat{a}$ και $\hat{\beta}$ ονομάζονται εκτιμήτριες ελάχιστων τετραγώνων.

Αντικαθιστώντας τις παραπάνω μαθηματικές εκφράσεις για τις παραμέτρους $\hat{a}$ και $\hat{\beta}$

Έχουμε $y = \hat{a} + \hat{\beta}x$ λέγεται ευθεία ελαχίστων τετραγώνων ή ευθεία παλινδρόμησης.

Η δειγματική διασπορά των παρατηρήσεων y_i αποδεικνύεται ότι χωρίζεται σε δύο αθροίσματα, συγκεκριμένα ισχύει

$\sum_{i=1}^{n}(y - \bar{y})^2 = \sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2 + \sum_{i=1}^{n}(\hat{y}_i - \bar{y})^2$ όπου $\hat{y}_i$ είναι οι προβλεπόμενες τιμές της απόκρισης για κάθε παρατηρούμενη τιμή της ανεξάρτητης μεταβλητής.

Τα τρία αυτά αθροίσματα συμβολίζονται με SST (Sum of Squares Total), SSE (Sum of Squares Error) και SSR (Sum of Squares Regression) αντίστοιχα, δηλαδή,

SST = SSE + SSR.

Μπορεί τώρα να θεωρηθεί ότι:

• το SST εκφράζει τη συνολική παρατηρούμενη μεταβλητότητα των y_i,

• το SSR εκφράζει τη μεταβλητότητα των προσαρμοσμένων τιμών

• Το SSE εκφράζει τη μεταβλητότητα των y_i σε σχέση με τις αντίστοιχες προσαρμοσμένες τιμές $\hat{y}_i$.

Άρα τελικά παρατηρούμε ότι η συνολική παρατηρούμενη μεταβλητότητα των y_i, (SST) μπορεί να χωριστεί στα δύο, στην μεταβλητότητα που ερμηνεύεται από το

μοντέλο (SSR) και στην μεταβλητότητα που οφείλεται σε παράγοντες που δεν έχουν περιληφθεί στο μοντέλο. Συνεπώς, το πηλίκο (συντελεστής προσδιορισμού)

$$R^2 = \frac{SSR}{SST}$$

μπορεί να θεωρηθεί ότι εκφράζει το ποσοστό της μεταβλητότητας των παρατηρήσεων που ερμηνεύεται από το μοντέλο. Είναι προφανές ότι όσο μεγαλύτερο (πιο «κοντά» στην μονάδα) είναι το R^2 τόσο καλύτερο είναι το μοντέλο που έχουμε θεωρήσει διότι ερμηνεύει μεγαλύτερο μέρος της παρατηρούμενης μεταβλητότητας. Για παράδειγμα, μια τιμή R^2 96% σημαίνει ότι η εξίσωση παλινδρόμησης εξηγεί πάνω από το 96% της μεταβλητότητας στο σύνολο δεδομένων. Με άλλα λόγια, μόνο το 4% της μεταβλητότητας της εξαρτημένης μεταβλητής δεν εξηγείται από την ανεξάρτητη μεταβλητή. (Boutsikas, 2004)

Ένας άλλος σημαντικός δείκτης είναι το F-test (p-value).

Το F-test στην τιμή p εκτελείται για να προσδιοριστεί εάν η συνολική προσαρμογή του μοντέλου (εξίσωση παλινδρόμησης) είναι στατιστικά σημαντική, ανεξάρτητα από τον αριθμό των ανεξάρτητων μεταβλητών που χρησιμοποιούνται στην ανάλυση παλινδρόμησης. Με άλλα λόγια, αυτή η τιμή υποδεικνύει το επίπεδο εμπιστοσύνης που έχει κάποιος ότι η τιμή του συντελεστή είναι σημαντικά διαφορετική από το μηδέν. Σε γενικές γραμμές, μια τιμή p μικρότερη από 0,05 υποδηλώνει ότι είμαστε 95% σίγουροι ότι ο συντελεστής είναι σημαντικός και έτσι μπορούμε να βγάλουμε στατιστικά σημαντικά συμπεράσματα.

CUSUM

Τέλος θα χρησιμοποιηθούν τα διαγράμματα CUSUM για τον έλεγχο της προβλεπόμενης παραγωγής ενέργειας.

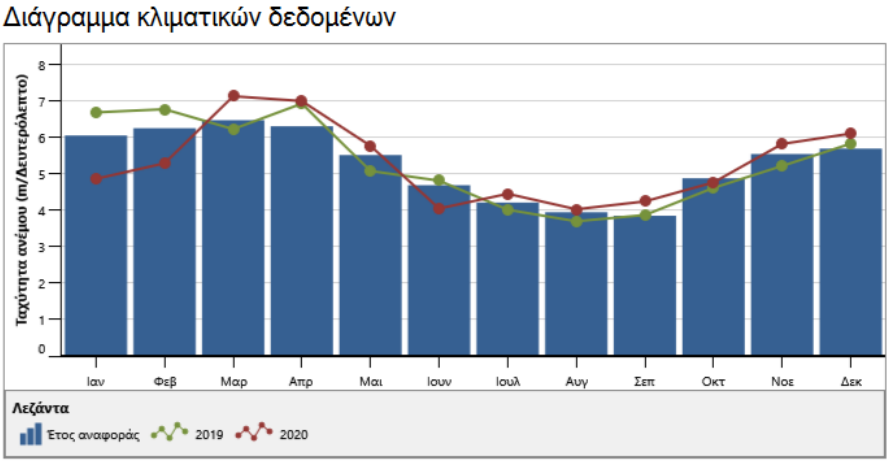
Το σωρευτικό άθροισμα επιτρέπει στο χρήστη να συγκρίνει τη μελλοντική παραγωγή ενέργειας με την πρόβλεψη για να προσδιορίσει εάν η παραγωγή είναι υψηλότερη ή χαμηλότερη από την προβλεπόμενη.

Η διαφορά μεταξύ πραγματικών και προβλεπόμενων τιμών υπολογίζεται για κάθε περίοδο και αθροίζεται, δημιουργώντας ένα "τρέχον σύνολο". Αυτό αναφέρεται ως CUSUM, ή Σωρευτικό SUM, των διαφορών. Αυτό αντιπροσωπεύει τη συσσωρευμένη μείωση ή αύξηση της παραγωγής ενέργειας σε σχέση με τη γραμμή βάσης.

Εξ ορισμού, το σωρευτικό άθροισμα των διαφορών είναι 0 στο τέλος της βασικής περιόδου. Στη συνέχεια, εάν η κλίση του γραφήματος είναι θετική (προχωρά προς τα πάνω), αυτό υποδηλώνει ότι η πραγματική παραγωγή ενέργειας είναι υψηλότερη από την πρόβλεψη που υπολογίστηκε με βάση τη γραμμή βάσης και εάν η κλίση είναι αρνητική (προχωρά προς τα κάτω), αυτό δείχνει ότι η πραγματική παραγωγή ενέργειας είναι χαμηλότερη από την πρόβλεψη που υπολογίζεται με βάση τη γραμμή βάσης. Επομένως, για να επιτευχθεί η ίδια ενεργειακή απόδοση με την πρόβλεψη βασικής γραμμής, η κλίση θα πρέπει να είναι 0 και για να επιτευχθεί καλύτερη ενεργειακή απόδοση από την πρόβλεψη βασικής γραμμής, η κλίση θα πρέπει να είναι αρνητική για έργα κατανάλωσης ενέργειας και θετική για έργα παραγωγής ενέργειας.

3.8.2. Ετήσια ανάλυση

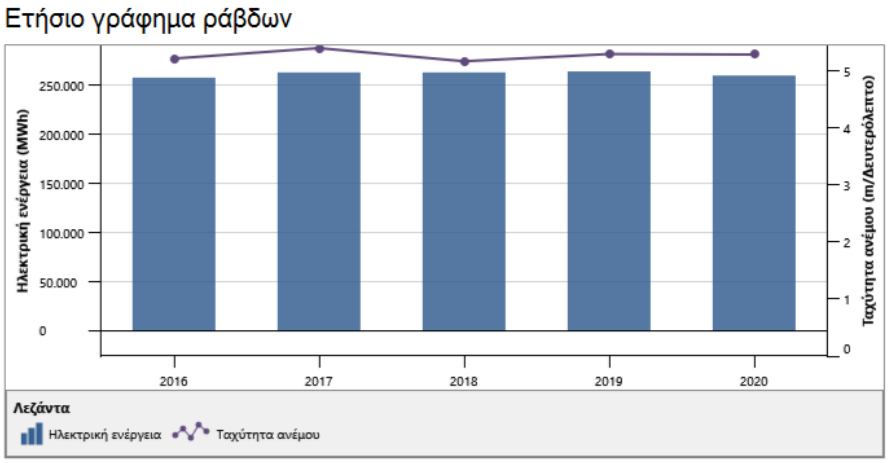
Ακολούθως, ο κίνδυνος εκτιμήθηκε στη βάση των δεδομένων για την ταχύτητα ανέμου στο έτος αναφοράς 2016, με πρόβλεψη για τα έτη 2019 και 2020. Σημειώνεται ότι τα έτη 2016 έως και 2020 είναι τα πιο πρόσφατα για τα οποία διαθέτει κλιματικά δεδομένα η βάση δεδομένων του Retscreen και χρησιμοποιήθηκαν για την εκπόνηση της οικονομικής μελέτης του αιολικού πάρκου στα πλαίσια της παρούσης. Όπως φαίνεται παρακάτω στο Γράφημα 3.9, η ταχύτητα ανέμου έχει μεγαλύτερες αποκλίσεις από το έτος αναφοράς του μήνες Ιανουάριο και Φεβρουάριο, και κυμαίνεται πολύ κοντά στις τιμές του έτους αναφοράς για τους υπόλοιπους μήνες.



Μήνας	Ταχύτητα ανέμου m/Δευτερόλεπτο Έτος αναφοράς	Ταχύτητα ανέμου m/Δευτερόλεπτο 2019	Ταχύτητα ανέμου m/Δευτερόλεπτο 2020
Ιαν	6,1	6,7	4,9
Φεβ	6,3	6,8	5,3
Μαρ	6,5	6,2	7,1
Απρ	6,3	6,9	7,0
Μαι	5,5	5,1	5,8
Ιουν	4,7	4,8	4,0
Ιουλ	4,2	4,0	4,5
Αυγ	3,9	3,7	4,0
Σεπ	3,9	3,9	4,2
Οκτ	4,9	4,6	4,8
Νοε	5,5	5,2	5,8
Δεκ	5,7	5,8	6,1
Ετήσιο	5,3	5,3	5,3

Γράφημα 3.9: Διάγραμμα κλιματικών δεδομένων – ταχύτητα ανέμου m/sec έτος αναφοράς, 2019, 2020

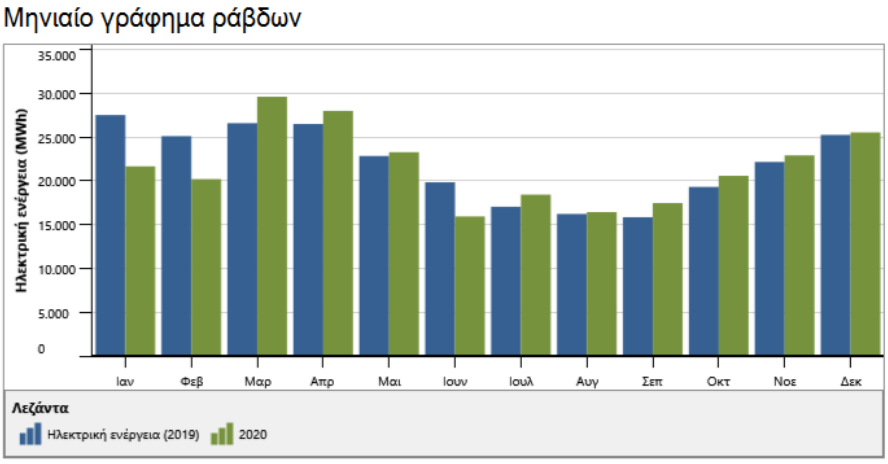
Στη βάση των παραπάνω, εκτιμάται η διακύμανση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας ανάλογα με την ταχύτητα του ανέμου για τα έτη 2016 – 2020. Η ετήσια παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια για το διάστημα αυτό κυμαίνεται από 257.936kWh έως και 264.336kWh.



Έτος	Ηλεκτρική ενέργεια (MWh)	Ταχύτητα ανέμου (m/Δευτερόλεπτο)
2016	257.936	5,2
2017	263.257	5,4
2018	263.272	5,2
2019	264.336	5,3
2020	260.114	5,3

Γράφημα 3.10: Ετήσια παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ταχύτητα ανέμου

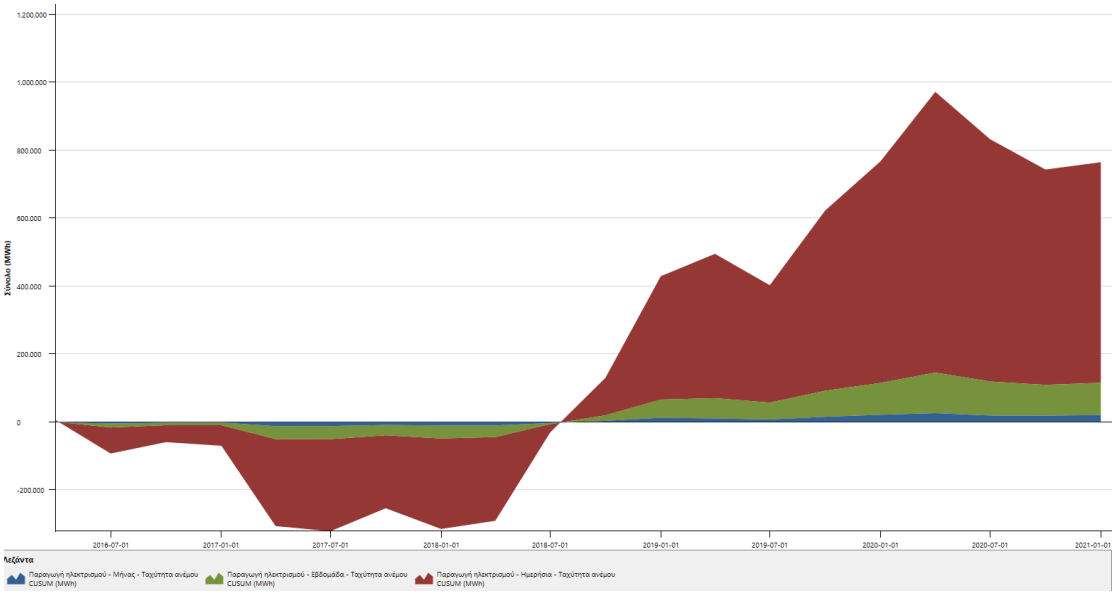
Για τα έτη 2019 και 2020, η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια έχει σημαντικές διακυμάνσεις σε επίπεδο μήνα, με μικρές ωστόσο αποκλίσεις ανάμεσα στα δύο έτη. Η μικρότερη προσδοκώμενη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας εντοπίζεται τον μήνα Σεπτέμβριο του 2019 (15.858kWh), με τον αντίστοιχο μήνα του 2020 να εκτιμάται σε 17.4701kWh.



Μήνας	Ηλεκτρική ενέργεια MWh 2019	Ηλεκτρική ενέργεια MWh 2020
Ιαν	27.529	21.664
Φεβ	25.119	20.210
Μαρ	26.599	29.622
Απρ	26.505	28.001
Μαι	22.851	23.283
Ιουν	19.851	15.942
Ιουλ	17.049	18.434
Αυγ	16.229	16.438
Σεπ	15.858	17.471
Οκτ	19.317	20.586
Νοε	22.169	22.920
Δεκ	25.261	25.543
Ετήσιο	264.336	260.114

Γράφημα 3.11: Μηνιαία παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια 2019 – 2020

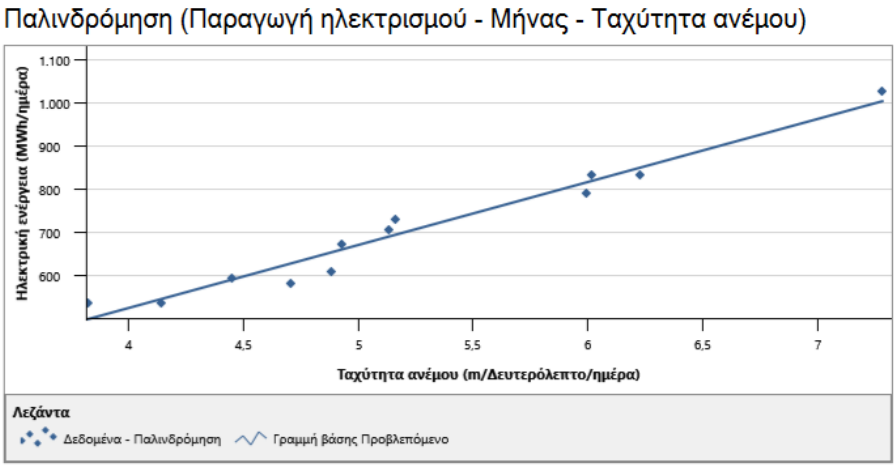
Από το Γράφημα 3.12 εξάγεται το συμπέρασμα ότι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε σχέση με την ταχύτητα ανέμου παραμένει εντός ελέγχου καθ' όλο το μελετώμενο διάστημα καθώς παλινδρομεί γύρω από το μηδέν.



Γράφημα 3.12: Σωρευτικό άθροισμα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

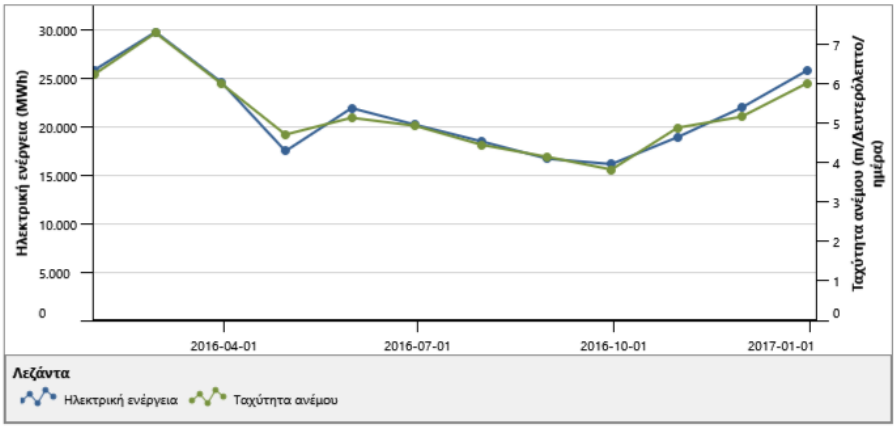
3.8.3. Μηνιαία ανάλυση

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα επιμέρους αποτελέσματα από την εκτίμηση κινδύνου κατά σειρά σε μηνιαία, εβδομαδιαία και ημερήσια βάση. Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια επηρεάζεται θετικά από την ταχύτητα του ανέμου και μπορεί να υπολογιστεί από την παρακάτω γραμμική εξίσωση.



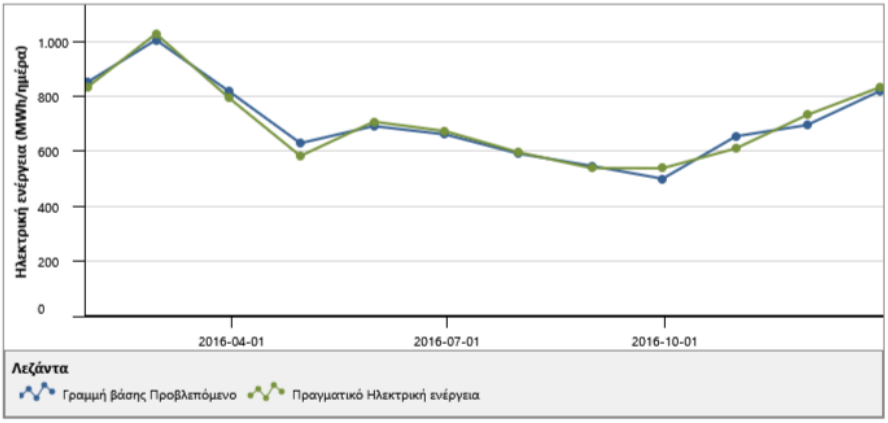
Γράφημα 3.13: Γραμμική εξίσωση παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ανεξάρτητη μεταβλητή την ταχύτητα ανέμου (μηνιαία)

Εφαρμόζοντας την παραπάνω γραμμική εξίσωση κατασκευάστηκαν τα παρακάτω γραφήματα.



Γράφημα 3.14: Παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ταχύτητα ανέμου - παλινδρόμηση με εξαρτημένη μεταβλητή την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ανεξάρτητη μεταβλητή την ταχύτητα ανέμου (μηνιαία)

Η μηνιαία παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας εκτιμάται ότι θα κυμανθεί από 15.000MWh έως 30.000MWh και η ημερήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας εκτιμάται ότι θα κυμανθεί από περίπου 500MWh έως περίπου 1000MWh.



Γράφημα 3.15: Υπόλοιπα παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ανεξάρτητη μεταβλητή την ταχύτητα ανέμου (μηνιαία)

Για την παραγωγή της παραπάνω γραμμικής εξίσωσης και των παραπάνω γραφημάτων πραγματοποιήθηκε γραμμική παλινδρόμηση με εξαρτημένη μεταβλητή την μηνιαία παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ανεξάρτητη μεταβλητή την ταχύτητα ανέμου. Το μοντέλο που δημιουργήθηκε έχει πολύ ισχυρή προβλεπτική ικανότητα, καθώς η τιμή R^2 υπολογίζεται ίση με 0,96, δηλαδή το μοντέλο εξηγεί το 97,9% της μεταβολής της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Σε μηνιαία βάση, το μέσο υπόλοιπο, η μέση δηλαδή διαφορά ανάμεσα στην προβλεπόμενη και την πραγματική παραγωγή ενέργειας ισούται με μόλις 0.23MWh. Επιπρόσθετα, το μοντέλο είναι στατιστικά σημαντικό σε επίπεδο εμπιστοσύνης 99% καθώς η τιμή F-test (p value) ισούται με 2,06694E-08 <<< 0,01.

Πίνακας 3.9: Αριθμητικά αποτελέσματα παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ανεξάρτητη μεταβλητή την ταχύτητα ανέμου (μηνιαία)

Εξίσωση:

Y = a*x+b	
Πίνακας δεδομένων	Παραγωγή ηλεκτρισμού - Μήνας
Εξαρτημένη μεταβλητή	Ηλεκτρική ενέργεια (MWh)
Ανεξάρτητη μεταβλητή (x)	Ταχύτητα ανέμου (m/Δευτερόλεπτο)
Μέθοδος	Ημερήσια
Σταθμισμένο	Ναι

Αποτελέσματα παλινδρόμησης:

Αριθμός παρατηρήσεων:12
Αριθμός επαναλήψεων:13
Άθροισμα υπολοίπων:2,732
Μέσο υπόλοιπο:0,2277
Άθροισμα τετραγώνων υπολοίπων - Απόλυτο:8.968,3537
Άθροισμα τετραγώνων υπολοίπων - Σχετικό:8.915,5023
Τυπικό σφάλμα εκτίμησης:29,8588
Συντελεστής πολλαπλού προσδιορισμού (R^2):0,9617
Συντελεστής πολλαπλού προσδιορισμού - Ρυθμισμένος (Ra^2):0,9579
Ρίζα μέσου τετραγωνικού σφάλματος (RMSE):29,9
Συντελεστής μεταβολής του RMSE:0,04
F-test (τιμή p):2,0694E-08
Καθαρό σφάλμα μεροληψίας προσδιορισμού (NDBE):0,00032
Στατιστική Durbin-Watson:2,70116

Αποτελέσματα συντελεστών:

Επίθετο	Τιμή	Τυπικό σφάλμα	λόγος-t	Τιμή p	Οριζόμενο από τον χρήστη
a	145,9485	9,1367	15,9738	1,9075E-08	145,9485
b	-57,5655	48,539	-1,186	0,2631	-57,5655

Αποτελέσματα

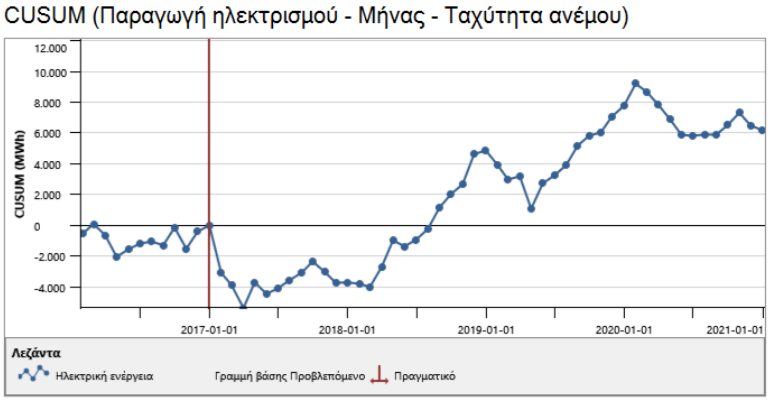
Ταχύτητα ανέμου (m/Δευτερόλεπτο)	Επιτυχία

Περίοδος	Αρχή	Τέλος	Ταχύτητα ανέμου (m/Δευτερόλεπτο)	Πραγματικό Ηλεκτρική ενέργεια (MWh)	Γραμμή βάσης Προβλεπόμενο (MWh)	Ταχύτητα ανέμου (m/Δευτερόλεπτο/ημέρα)
1	2016-01-01	2016-02-01	6,2	25.831	26.384	6,2
2	2016-02-01	2016-03-01	7,3	29.793	29.152	7,3
3	2016-03-01	2016-04-01	6,0	24.589	25.334	6,0
4	2016-04-01	2016-05-01	4,7	17.491	18.886	4,7
5	2016-05-01	2016-06-01	5,1	21.936	21.443	5,1
6	2016-06-01	2016-07-01	4,9	20.211	19.853	4,9
7	2016-07-01	2016-08-01	4,4	18.498	18.347	4,4
8	2016-08-01	2016-09-01	4,1	16.706	16.954	4,1
9	2016-09-01	2016-10-01	3,8	16.149	15.002	3,8
10	2016-10-01	2016-11-01	4,9	18.928	20.296	4,9
11	2016-11-01	2016-12-01	5,2	21.965	20.861	5,2
12	2016-12-01	2017-01-01	6,0	25.839	25.424	6,0

Περίοδος	Πραγματικό Ηλεκτρική ενέργεια (MWh/ημέρα)	Γραμμή βάσης Προβλεπόμενο (MWh/ημέρα)	Συμπεριλαμβανόμενο
1	833	851	Ναι
2	1.027	1.005	Ναι
3	793	817	Ναι
4	583	630	Ναι
5	708	692	Ναι
6	674	662	Ναι
7	597	592	Ναι
8	539	547	Ναι
9	538	500	Ναι
10	611	655	Ναι
11	732	695	Ναι
12	834	820	Ναι

Από το διάγραμμα ελέγχου CUSUM εξάγεται το συμπέρασμα ότι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας παραμένει εντός ελέγχου καθώς παλινδρομεί γύρω από το 0,

ακόμη και στις αρχές του 2021 όπου η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μειώνεται εκ νέου.



Γράφημα 3.16: Διάγραμμα ελέγχου CUSUM (παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ταχύτητα ανέμου) (μηνιαία)

Παρακάτω παρουσιάζονται τα αριθμητικά αποτελέσματα από τα οποία κατασκευάστηκε το διάγραμμα ελέγχου.

Πίνακας 3.10: Αριθμητικά αποτελέσματα υπολογισμού σωρευτικού αθροίσματος παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας – ταχύτητας ανέμου(μηνιαία)

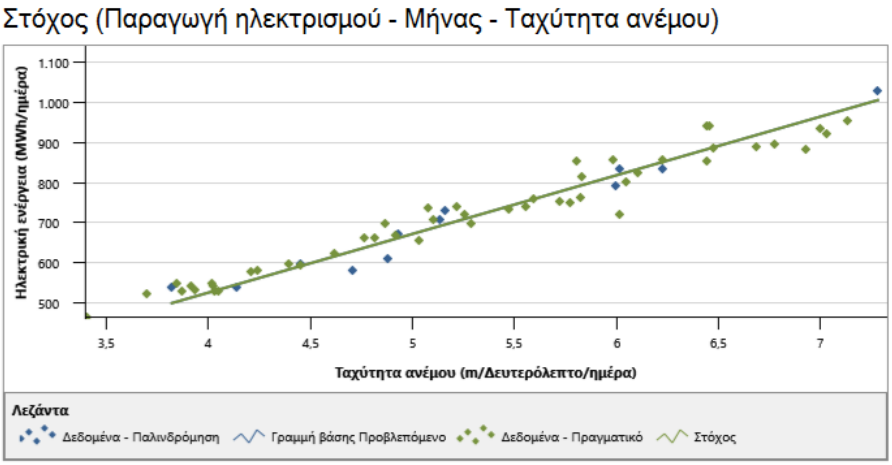
Περίοδος	Αρχή	Τέλος	Ταχύτητα ανέμου (m/ Δευτερόλεπτο)	Πραγματικό Ηλεκτρική ενέργεια (MWh)	Γραμμή βάσης Προβλεπόμενο (MWh)	Διαφορά (Πραγματικό - Γραμμή βάσης) (MWh)
1	2016-01-01	2016-02-01	6,2	25.831	26.384	-553
2	2016-02-01	2016-03-01	7,3	29.793	29.152	641
3	2016-03-01	2016-04-01	6,0	24.589	25.334	-745
4	2016-04-01	2016-05-01	4,7	17.491	18.886	-1.395
5	2016-05-01	2016-06-01	5,1	21.936	21.443	493
6	2016-06-01	2016-07-01	4,9	20.211	19.853	358
7	2016-07-01	2016-08-01	4,4	18.498	18.347	152
8	2016-08-01	2016-09-01	4,1	16.706	16.954	-249
9	2016-09-01	2016-10-01	3,8	16.149	15.002	1.146
10	2016-10-01	2016-11-01	4,9	18.928	20.296	-1.367
11	2016-11-01	2016-12-01	5,2	21.965	20.861	1.104
12	2016-12-01	2017-01-01	6,0	25.839	25.424	414
13	2017-01-01	2017-02-01	6,0	22.352	25.428	-3.076
14	2017-02-01	2017-03-01	6,4	23.890	24.728	-838
15	2017-03-01	2017-04-01	7,0	28.551	30.015	-1.464
16	2017-04-01	2017-05-01	6,5	28.202	26.528	1.674
17	2017-05-01	2017-06-01	6,0	24.809	25.567	-759
18	2017-06-01	2017-07-01	5,3	21.652	21.286	366
19	2017-07-01	2017-08-01	3,9	16.533	16.002	531
20	2017-08-01	2017-09-01	4,0	16.880	16.409	472
21	2017-09-01	2017-10-01	3,4	13.909	13.166	743
22	2017-10-01	2017-11-01	5,0	20.313	20.980	-668
23	2017-11-01	2017-12-01	5,7	22.611	23.326	-715
24	2017-12-01	2018-01-01	5,6	23.557	23.539	17
25	2018-01-01	2018-02-01	6,5	27.432	27.509	-77
26	2018-02-01	2018-03-01	5,5	20.527	20.747	-220
27	2018-03-01	2018-04-01	6,0	26.601	25.293	1.308
28	2018-04-01	2018-05-01	6,4	28.222	26.498	1.724
29	2018-05-01	2018-06-01	5,6	22.953	23.340	-387
30	2018-06-01	2018-07-01	4,4	17.948	17.509	440
31	2018-07-01	2018-08-01	4,2	17.955	17.270	684
32	2018-08-01	2018-09-01	3,8	17.017	15.611	1.406
33	2018-09-01	2018-10-01	3,9	16.288	15.428	860
34	2018-10-01	2018-11-01	5,1	21.965	21.312	654
35	2018-11-01	2018-12-01	5,8	25.629	23.687	1.942
36	2018-12-01	2019-01-01	4,9	20.738	20.476	261
37	2019-01-01	2019-02-01	6,7	27.529	28.472	-944
38	2019-02-01	2019-03-01	6,8	25.119	26.071	-952
39	2019-03-01	2019-04-01	6,2	26.599	26.395	204
40	2019-04-01	2019-05-01	6,9	26.505	28.609	-2.104
41	2019-05-01	2019-06-01	5,1	22.851	21.199	1.653
42	2019-06-01	2019-07-01	4,8	19.851	19.349	502
43	2019-07-01	2019-08-01	4,0	17.049	16.386	663
44	2019-08-01	2019-09-01	3,7	16.229	14.945	1.284
45	2019-09-01	2019-10-01	3,9	15.858	15.217	641
46	2019-10-01	2019-11-01	4,6	19.317	19.099	218
47	2019-11-01	2019-12-01	5,2	22.169	21.117	1.052
48	2019-12-01	2020-01-01	5,8	25.261	24.589	672
49	2020-01-01	2020-02-01	4,9	21.664	20.220	1.443
50	2020-02-01	2020-03-01	5,3	20.210	20.723	-514
51	2020-03-01	2020-04-01	7,1	29.622	30.478	-856
52	2020-04-01	2020-05-01	7,0	28.001	28.917	-916
53	2020-05-01	2020-06-01	5,8	23.283	24.322	-1.039
54	2020-06-01	2020-07-01	4,0	15.942	16.000	-57
55	2020-07-01	2020-08-01	4,5	18.434	18.362	72
56	2020-08-01	2020-09-01	4,0	16.438	16.443	-4
57	2020-09-01	2020-10-01	4,2	17.471	16.854	617
58	2020-10-01	2020-11-01	4,8	20.586	19.773	814
59	2020-11-01	2020-12-01	5,8	22.920	23.762	-842
60	2020-12-01	2021-01-01	6,1	25.543	25.838	-296

Οι τιμές της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για το σύνολο των περιόδων εκτίμησης συμπεριελήφθησαν στο διάγραμμα ελέγχου, συνεπώς τα αποτελέσματα της εκτίμησης κινδύνου παραμένουν εντός ελέγχου.

Πίνακας 3.11: Αριθμητικά αποτελέσματα υπολογισμού σωρευτικού αθροίσματος παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας – ταχύτητας ανέμου – εισαγωγή στο μοντέλο(μηνιαία)

Περίοδος	CUSUM (MWh)	Συμπεριλαμβανόμενο
1	-553	Ναι
2	88	Ναι
3	-657	Ναι
4	-2.052	Ναι
5	-1.558	Ναι
6	-1.201	Ναι
7	-1.049	Ναι
8	-1.298	Ναι
9	-151	Ναι
10	-1.518	Ναι
11	-414	Ναι
12	0	Ναι
13	-3.076	Ναι
14	-3.914	Ναι
15	-5.379	Ναι
16	-3.705	Ναι
17	-4.463	Ναι
18	-4.098	Ναι
19	-3.567	Ναι
20	-3.095	Ναι
21	-2.352	Ναι
22	-3.020	Ναι
23	-3.735	Ναι
24	-3.718	Ναι
25	-3.795	Ναι
26	-4.015	Ναι
27	-2.707	Ναι
28	-983	Ναι
29	-1.370	Ναι
30	-931	Ναι
31	-247	Ναι
32	1.159	Ναι
33	2.019	Ναι
34	2.673	Ναι
35	4.614	Ναι
36	4.876	Ναι
37	3.932	Ναι
38	2.980	Ναι
39	3.184	Ναι
40	1.080	Ναι
41	2.733	Ναι
42	3.235	Ναι
43	3.898	Ναι
44	5.182	Ναι
45	5.822	Ναι
46	6.041	Ναι
47	7.092	Ναι
48	7.764	Ναι
49	9.207	Ναι
50	8.694	Ναι
51	7.838	Ναι
52	6.922	Ναι
53	5.883	Ναι
54	5.826	Ναι
55	5.898	Ναι
56	5.894	Ναι
57	6.511	Ναι
58	7.325	Ναι
59	6.483	Ναι
60	6.187	Ναι

Ο στόχος για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ανάλογα με την μεταβολή της ταχύτητας ανέμου αναπαρίσταται από την παρακάτω γραμμική εξίσωση, η οποία συμπίπτει με την γραμμή βάσης, καθώς τα αποτελέσματα από την εκτίμηση κινδύνου βρέθηκαν εντός στατιστικού ελέγχου.



Γράφημα 3.17: Γραμμική εξίσωση στόχου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (με ανεξάρτητη μεταβλητή την ταχύτητα ανέμου) και υπόλοιπα παλινδρόμησης

Τα αριθμητικά αποτελέσματα για την κατασκευή του παραπάνω γραφήματος παρουσιάζονται παρακάτω:

Πίνακας 3.12: Αριθμητικά αποτελέσματα στόχου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (με ανεξάρτητη μεταβλητή την ταχύτητα ανέμου)

Περίοδος	Αρχή	Τέλος	Ταχύτητα ανέμου (m/Δευτερόλεπτο)	Πραγματικό Ηλεκτρική ενέργεια (MWh)	Γραμμή βάσης Προβλεπόμενο (MWh)	Στόχος (MWh)
1	2016-01-01	2016-02-01	6,2	25.831	26.384	26.384
2	2016-02-01	2016-03-01	7,3	29.793	29.152	29.152
3	2016-03-01	2016-04-01	6,0	24.589	25.334	25.334
4	2016-04-01	2016-05-01	4,7	17.491	18.886	18.886
5	2016-05-01	2016-06-01	5,1	21.936	21.443	21.443
6	2016-06-01	2016-07-01	4,9	20.211	19.853	19.853
7	2016-07-01	2016-08-01	4,4	18.498	18.347	18.347
8	2016-08-01	2016-09-01	4,1	16.706	16.954	16.954
9	2016-09-01	2016-10-01	3,8	16.149	15.002	15.002
10	2016-10-01	2016-11-01	4,9	18.928	20.296	20.296
11	2016-11-01	2016-12-01	5,2	21.965	20.861	20.861
12	2016-12-01	2017-01-01	6,0	25.839	25.424	25.424
13	2017-01-01	2017-02-01	6,0	22.352	25.428	25.428
14	2017-02-01	2017-03-01	6,4	23.890	24.728	24.728
15	2017-03-01	2017-04-01	7,0	28.551	30.015	30.015
16	2017-04-01	2017-05-01	6,5	28.202	26.528	26.528
17	2017-05-01	2017-06-01	6,0	24.809	25.567	25.567
18	2017-06-01	2017-07-01	5,3	21.652	21.286	21.286
19	2017-07-01	2017-08-01	3,9	16.533	16.002	16.002
20	2017-08-01	2017-09-01	4,0	16.880	16.409	16.409
21	2017-09-01	2017-10-01	3,4	13.909	13.166	13.166
22	2017-10-01	2017-11-01	5,0	20.313	20.980	20.980
23	2017-11-01	2017-12-01	5,7	22.611	23.326	23.326
24	2017-12-01	2018-01-01	5,6	23.557	23.539	23.539
25	2018-01-01	2018-02-01	6,5	27.432	27.509	27.509
26	2018-02-01	2018-03-01	5,5	20.527	20.747	20.747
27	2018-03-01	2018-04-01	6,0	26.601	25.293	25.293
28	2018-04-01	2018-05-01	6,4	28.222	26.498	26.498
29	2018-05-01	2018-06-01	5,6	22.953	23.340	23.340
30	2018-06-01	2018-07-01	4,4	17.948	17.509	17.509
31	2018-07-01	2018-08-01	4,2	17.955	17.270	17.270
32	2018-08-01	2018-09-01	3,8	17.017	15.611	15.611
33	2018-09-01	2018-10-01	3,9	16.288	15.428	15.428
34	2018-10-01	2018-11-01	5,1	21.965	21.312	21.312
35	2018-11-01	2018-12-01	5,8	25.629	23.687	23.687
36	2018-12-01	2019-01-01	4,9	20.738	20.476	20.476
37	2019-01-01	2019-02-01	6,7	27.529	28.472	28.472
38	2019-02-01	2019-03-01	6,8	25.119	26.071	26.071
39	2019-03-01	2019-04-01	6,2	26.599	26.395	26.395
40	2019-04-01	2019-05-01	6,9	26.505	28.609	28.609
41	2019-05-01	2019-06-01	5,1	22.851	21.199	21.199
42	2019-06-01	2019-07-01	4,8	19.851	19.349	19.349
43	2019-07-01	2019-08-01	4,0	17.049	16.386	16.386
44	2019-08-01	2019-09-01	3,7	16.229	14.945	14.945
45	2019-09-01	2019-10-01	3,9	15.858	15.217	15.217
46	2019-10-01	2019-11-01	4,6	19.317	19.099	19.099
47	2019-11-01	2019-12-01	5,2	22.169	21.117	21.117
48	2019-12-01	2020-01-01	5,8	25.261	24.589	24.589
49	2020-01-01	2020-02-01	4,9	21.664	20.220	20.220
50	2020-02-01	2020-03-01	5,3	20.210	20.723	20.723
51	2020-03-01	2020-04-01	7,1	29.622	30.478	30.478
52	2020-04-01	2020-05-01	7,0	28.001	28.917	28.917
53	2020-05-01	2020-06-01	5,8	23.283	24.322	24.322
54	2020-06-01	2020-07-01	4,0	15.942	16.000	16.000
55	2020-07-01	2020-08-01	4,5	18.434	18.362	18.362
56	2020-08-01	2020-09-01	4,0	16.438	16.443	16.443
57	2020-09-01	2020-10-01	4,2	17.471	16.854	16.854
58	2020-10-01	2020-11-01	4,8	20.586	19.773	19.773
59	2020-11-01	2020-12-01	5,8	22.920	23.762	23.762
60	2020-12-01	2021-01-01	6,1	25.543	25.838	25.838

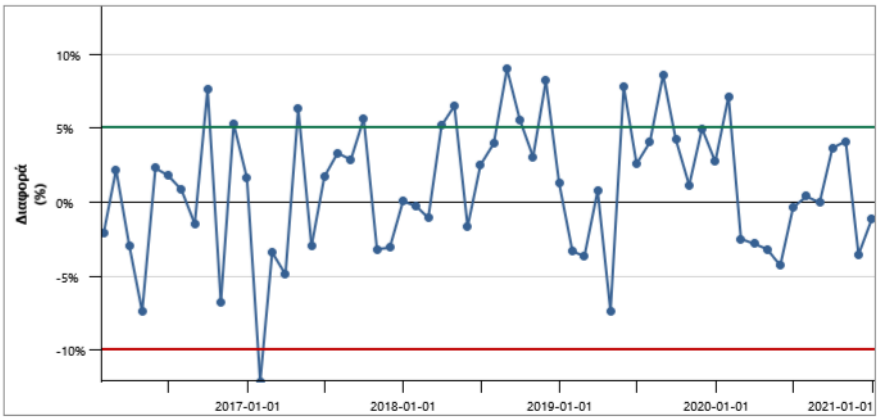
Καθώς η επίδραση του κινδύνου βρέθηκε εντός στατιστικού ελέγχου, οι τιμές για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για όλες τις περιόδους εκτίμησης συμπεριελήφθησαν στο παραπάνω γράφημα υπολογισμού του στόχου παραγωγής.

Πίνακας 3.13: Αριθμητικά αποτελέσματα στόχου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (με ανεξάρτητη μεταβλητή την ταχύτητα ανέμου) – εισαγωγή στο μοντέλο

Περίοδος	Ταχύτητα ανέμου (m/δευτερόλεπτο/ημέρα)	Πραγματικό Ηλεκτρική ενέργεια (MWh/ημέρα)	Γραμμή βάσης Προβλεπόμενο (MWh/ημέρα)	Στόχος (MWh/ημέρα)	Συμπεριλαμβανόμενο
1	6,2	833	851	851	Ναι
2	7,3	1.027	1.005	1.005	Ναι
3	6,0	793	817	817	Ναι
4	4,7	583	630	630	Ναι
5	5,1	708	692	692	Ναι
6	4,9	674	662	662	Ναι
7	4,4	597	592	592	Ναι
8	4,1	539	547	547	Ναι
9	3,8	538	500	500	Ναι
10	4,9	611	655	655	Ναι
11	5,2	732	695	695	Ναι
12	6,0	834	820	820	Ναι
13	6,0	721	820	820	Ναι
14	6,4	853	883	883	Ναι
15	7,0	921	968	968	Ναι
16	6,5	940	884	884	Ναι
17	6,0	800	825	825	Ναι
18	5,3	722	710	710	Ναι
19	3,9	533	516	516	Ναι
20	4,0	545	529	529	Ναι
21	3,4	464	439	439	Ναι
22	5,0	655	677	677	Ναι
23	5,7	754	778	778	Ναι
24	5,6	760	759	759	Ναι
25	6,5	885	887	887	Ναι
26	5,5	733	741	741	Ναι
27	6,0	858	816	816	Ναι
28	6,4	941	883	883	Ναι
29	5,6	740	753	753	Ναι
30	4,4	598	584	584	Ναι
31	4,2	579	557	557	Ναι
32	3,8	549	504	504	Ναι
33	3,9	543	514	514	Ναι
34	5,1	709	687	687	Ναι
35	5,8	854	790	790	Ναι
36	4,9	669	661	661	Ναι
37	6,7	888	918	918	Ναι
38	6,8	897	931	931	Ναι
39	6,2	858	851	851	Ναι
40	6,9	883	954	954	Ναι
41	5,1	737	684	684	Ναι
42	4,8	662	645	645	Ναι
43	4,0	550	529	529	Ναι
44	3,7	524	482	482	Ναι
45	3,9	529	507	507	Ναι
46	4,6	623	616	616	Ναι
47	5,2	739	704	704	Ναι
48	5,8	815	793	793	Ναι
49	4,9	699	652	652	Ναι
50	5,3	697	715	715	Ναι
51	7,1	956	983	983	Ναι
52	7,0	933	964	964	Ναι
53	5,8	751	785	785	Ναι
54	4,0	531	533	533	Ναι
55	4,5	595	592	592	Ναι
56	4,0	530	530	530	Ναι
57	4,2	582	562	562	Ναι
58	4,8	664	638	638	Ναι
59	5,8	764	792	792	Ναι
60	6,1	824	833	833	Ναι

Ωστόσο, αξίζει να σημειωθεί ότι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας βρίσκεται κάτω από το κάτω όριο ελέγχου στην αρχή του 2017 και πάνω από το άνω όριο ελέγχου για δέκα συνολικά από τις εξήντα περιόδους εκτίμησης του κινδύνου.

Πίνακας ελέγχου (Παραγωγή ηλεκτρισμού - Μήνας - Ταχύτητα ανέμου)



Γράφημα 3.18: Διάγραμμα ελέγχου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

Τα αριθμητικά αποτελέσματα για την κατασκευή του παραπάνω γραφήματος παρουσιάζονται παρακάτω:

Πίνακας 3.14: Διάγραμμα ελέγχου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας – αριθμητικά αποτελέσματα

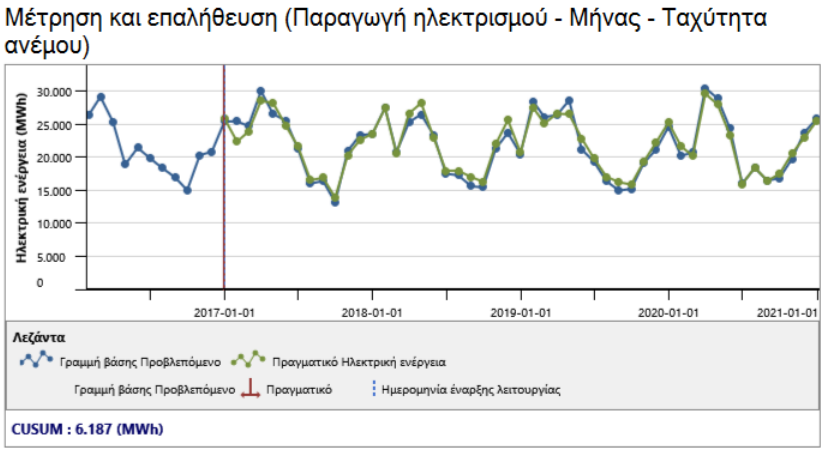
Περίοδος	Αρχή	Τέλος	Ταχύτητα ανέμου (m/Δευτερόλεπτο)	Πραγματικό Ηλεκτρική ενέργεια (MWh)	Γραμμή βάσης Προβλεπόμενο (MWh)	Στόχος (MWh)
1	2016-01-01	2016-02-01	6,2	25.831	26.384	26.384
2	2016-02-01	2016-03-01	7,3	29.793	29.152	29.152
3	2016-03-01	2016-04-01	6,0	24.589	25.334	25.334
4	2016-04-01	2016-05-01	4,7	17.491	18.886	18.886
5	2016-05-01	2016-06-01	5,1	21.936	21.443	21.443
6	2016-06-01	2016-07-01	4,9	20.211	19.853	19.853
7	2016-07-01	2016-08-01	4,4	18.498	18.347	18.347
8	2016-08-01	2016-09-01	4,1	16.706	16.954	16.954
9	2016-09-01	2016-10-01	3,8	16.149	15.002	15.002
10	2016-10-01	2016-11-01	4,9	18.928	20.296	20.296
11	2016-11-01	2016-12-01	5,2	21.965	20.861	20.861
12	2016-12-01	2017-01-01	6,0	25.839	25.424	25.424
13	2017-01-01	2017-02-01	6,0	22.352	25.428	25.428
14	2017-02-01	2017-03-01	6,4	23.890	24.728	24.728
15	2017-03-01	2017-04-01	7,0	28.551	30.015	30.015
16	2017-04-01	2017-05-01	6,5	28.202	26.528	26.528
17	2017-05-01	2017-06-01	6,0	24.809	25.567	25.567
18	2017-06-01	2017-07-01	5,3	21.652	21.286	21.286
19	2017-07-01	2017-08-01	3,9	16.533	16.002	16.002
20	2017-08-01	2017-09-01	4,0	16.880	16.409	16.409
21	2017-09-01	2017-10-01	3,4	13.909	13.166	13.166
22	2017-10-01	2017-11-01	5,0	20.313	20.980	20.980
23	2017-11-01	2017-12-01	5,7	22.611	23.326	23.326
24	2017-12-01	2018-01-01	5,6	23.557	23.539	23.539
25	2018-01-01	2018-02-01	6,5	27.432	27.509	27.509
26	2018-02-01	2018-03-01	5,5	20.527	20.747	20.747
27	2018-03-01	2018-04-01	6,0	26.601	25.293	25.293
28	2018-04-01	2018-05-01	6,4	28.222	26.498	26.498
29	2018-05-01	2018-06-01	5,6	22.953	23.340	23.340
30	2018-06-01	2018-07-01	4,4	17.948	17.509	17.509
31	2018-07-01	2018-08-01	4,2	17.955	17.270	17.270
32	2018-08-01	2018-09-01	3,8	17.017	15.611	15.611
33	2018-09-01	2018-10-01	3,9	16.288	15.428	15.428
34	2018-10-01	2018-11-01	5,1	21.965	21.312	21.312
35	2018-11-01	2018-12-01	5,8	25.629	23.687	23.687
36	2018-12-01	2019-01-01	4,9	20.738	20.476	20.476
37	2019-01-01	2019-02-01	6,7	27.529	28.472	28.472
38	2019-02-01	2019-03-01	6,8	25.119	26.071	26.071
39	2019-03-01	2019-04-01	6,2	26.599	26.395	26.395
40	2019-04-01	2019-05-01	6,9	26.505	28.609	28.609
41	2019-05-01	2019-06-01	5,1	22.851	21.199	21.199
42	2019-06-01	2019-07-01	4,8	19.851	19.349	19.349
43	2019-07-01	2019-08-01	4,0	17.049	16.386	16.386
44	2019-08-01	2019-09-01	3,7	16.229	14.945	14.945
45	2019-09-01	2019-10-01	3,9	15.858	15.217	15.217
46	2019-10-01	2019-11-01	4,6	19.317	19.099	19.099
47	2019-11-01	2019-12-01	5,2	22.169	21.117	21.117
48	2019-12-01	2020-01-01	5,8	25.261	24.589	24.589
49	2020-01-01	2020-02-01	4,9	21.664	20.220	20.220
50	2020-02-01	2020-03-01	5,3	20.210	20.723	20.723
51	2020-03-01	2020-04-01	7,1	29.622	30.478	30.478
52	2020-04-01	2020-05-01	7,0	28.001	28.917	28.917
53	2020-05-01	2020-06-01	5,8	23.283	24.322	24.322
54	2020-06-01	2020-07-01	4,0	15.942	16.000	16.000
55	2020-07-01	2020-08-01	4,5	18.434	18.362	18.362
56	2020-08-01	2020-09-01	4,0	16.438	16.443	16.443
57	2020-09-01	2020-10-01	4,2	17.471	16.854	16.854
58	2020-10-01	2020-11-01	4,8	20.586	19.773	19.773
59	2020-11-01	2020-12-01	5,8	22.920	23.762	23.762
60	2020-12-01	2021-01-01	6,1	25.543	25.838	25.838

Όλες οι τιμές συμπεριελήφθησαν στο γράφημα, καθώς η απόκλιση από τα όρια ελέγχου ήταν μικρότερη από το όριο ελέγχου 10% που τέθηκε παραπάνω.

Πίνακας 3.15: Διάγραμμα ελέγχου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας – αριθμητικά αποτελέσματα – εισαγωγή στο διάγραμμα ελέγχου

Περίοδος	Διαφορά (Πραγματικό - Στόχος) (MWh)	Διαφορά ((%))	Συμπεριλαμβανόμενο
1	-553	-2,10%	Ναι
2	641	2,20%	Ναι
3	-745	-2,94%	Ναι
4	-1.395	-7,38%	Ναι
5	493	2,30%	Ναι
6	358	1,80%	Ναι
7	152	0,83%	Ναι
8	-249	-1,47%	Ναι
9	1.146	7,64%	Ναι
10	-1.367	-6,74%	Ναι
11	1.104	5,29%	Ναι
12	414	1,63%	Ναι
13	-3.076	-12,10%	Ναι
14	-838	-3,39%	Ναι
15	-1.464	-4,88%	Ναι
16	1.674	6,31%	Ναι
17	-759	-2,97%	Ναι
18	366	1,72%	Ναι
19	531	3,32%	Ναι
20	472	2,87%	Ναι
21	743	5,64%	Ναι
22	-668	-3,18%	Ναι
23	-715	-3,07%	Ναι
24	17	0,07%	Ναι
25	-77	-0,28%	Ναι
26	-220	-1,06%	Ναι
27	1.308	5,17%	Ναι
28	1.724	6,50%	Ναι
29	-387	-1,66%	Ναι
30	440	2,51%	Ναι
31	684	3,96%	Ναι
32	1.406	9,01%	Ναι
33	860	5,58%	Ναι
34	654	3,07%	Ναι
35	1.942	8,20%	Ναι
36	261	1,28%	Ναι
37	-944	-3,31%	Ναι
38	-952	-3,65%	Ναι
39	204	0,77%	Ναι
40	-2.104	-7,35%	Ναι
41	1.653	7,80%	Ναι
42	502	2,59%	Ναι
43	663	4,04%	Ναι
44	1.284	8,59%	Ναι
45	641	4,21%	Ναι
46	218	1,14%	Ναι
47	1.052	4,98%	Ναι
48	672	2,73%	Ναι
49	1.443	7,14%	Ναι
50	-514	-2,48%	Ναι
51	-856	-2,81%	Ναι
52	-916	-3,17%	Ναι
53	-1.039	-4,27%	Ναι
54	-57	-0,36%	Ναι
55	72	0,39%	Ναι
56	-4	-0,03%	Ναι
57	617	3,66%	Ναι
58	814	4,12%	Ναι
59	-842	-3,54%	Ναι
60	-296	-1,14%	Ναι

Τέλος, πραγματοποιήθηκε η μέτρηση και επαλήθευση της προβλεπόμενης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Η προβλεπόμενη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ακολουθεί την γραμμή βάσης, ως εκ τούτου, τα αποτελέσματα από την εκτίμηση κινδύνου είναι αξιόπιστα στο επίπεδο εμπιστοσύνης 90% που τέθηκε παραπάνω.



Γράφημα 3.19: Μέτρηση και επαλήθευση σωρευτικού αθροιστικού διαγράμματος ελέγχου CUSUM (παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ταχύτητα ανέμου)

Τα αριθμητικά αποτελέσματα για την κατασκευή του παραπάνω γραφήματος παρουσιάζονται παρακάτω:

Πίνακας 3.16: Μέτρηση και επαλήθευση σωρευτικού αθροιστικού διαγράμματος ελέγχου CUSUM (παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ταχύτητα ανέμου) – αριθμητικά αποτελέσματα

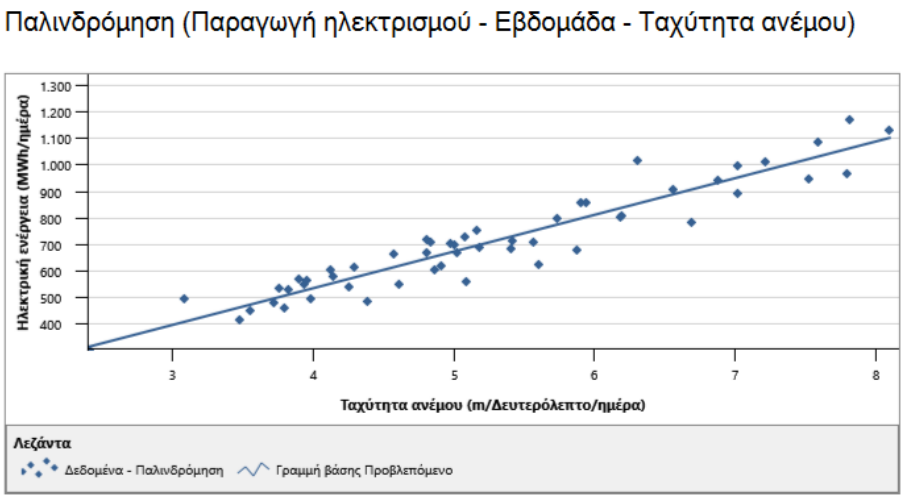
Περίοδος	Αρχή	Τέλος	Ταχύτητα ανέμου (m/Δευτερόλεπτο)	Πραγματικό Ηλεκτρική ενέργεια (MWh)	Γραμμή βάσης Προβλεπόμενο (MWh)	Διαφορά (Πραγματικό - Γραμμή βάσης) (MWh)
1	2016-01-01	2016-02-01	6,2	25.831	26.384	
2	2016-02-01	2016-03-01	7,3	29.793	29.152	
3	2016-03-01	2016-04-01	6,0	24.589	25.334	
4	2016-04-01	2016-05-01	4,7	17.491	18.886	
5	2016-05-01	2016-06-01	5,1	21.936	21.443	
6	2016-06-01	2016-07-01	4,9	20.211	19.853	
7	2016-07-01	2016-08-01	4,4	18.498	18.347	
8	2016-08-01	2016-09-01	4,1	16.706	16.954	
9	2016-09-01	2016-10-01	3,8	16.149	15.002	
10	2016-10-01	2016-11-01	4,9	18.928	20.296	
11	2016-11-01	2016-12-01	5,2	21.965	20.861	
12	2016-12-01	2017-01-01	6,0	25.839	25.424	
13	2017-01-01	2017-02-01	6,0	22.352	25.428	-3.076
14	2017-02-01	2017-03-01	6,4	23.890	24.728	-838
15	2017-03-01	2017-04-01	7,0	28.551	30.015	-1.464
16	2017-04-01	2017-05-01	6,5	28.202	26.528	1.674
17	2017-05-01	2017-06-01	6,0	24.809	25.567	-759
18	2017-06-01	2017-07-01	5,3	21.652	21.286	366
19	2017-07-01	2017-08-01	3,9	16.533	16.002	531
20	2017-08-01	2017-09-01	4,0	16.880	16.409	472
21	2017-09-01	2017-10-01	3,4	13.909	13.166	743
22	2017-10-01	2017-11-01	5,0	20.313	20.980	-668
23	2017-11-01	2017-12-01	5,7	22.611	23.326	-715
24	2017-12-01	2018-01-01	5,6	23.557	23.539	17
25	2018-01-01	2018-02-01	6,5	27.432	27.509	-77
26	2018-02-01	2018-03-01	5,5	20.527	20.747	-220
27	2018-03-01	2018-04-01	6,0	26.601	25.293	1.308
28	2018-04-01	2018-05-01	6,4	28.222	26.498	1.724
29	2018-05-01	2018-06-01	5,6	22.953	23.340	-387
30	2018-06-01	2018-07-01	4,4	17.948	17.509	440
31	2018-07-01	2018-08-01	4,2	17.955	17.270	684
32	2018-08-01	2018-09-01	3,8	17.017	15.611	1.406
33	2018-09-01	2018-10-01	3,9	16.288	15.428	860
34	2018-10-01	2018-11-01	5,1	21.965	21.312	654
35	2018-11-01	2018-12-01	5,8	25.629	23.687	1.942
36	2018-12-01	2019-01-01	4,9	20.738	20.476	261
37	2019-01-01	2019-02-01	6,7	27.529	28.472	-944
38	2019-02-01	2019-03-01	6,8	25.119	26.071	-952
39	2019-03-01	2019-04-01	6,2	26.599	26.395	204
40	2019-04-01	2019-05-01	6,9	26.505	28.609	-2.104
41	2019-05-01	2019-06-01	5,1	22.851	21.199	1.653
42	2019-06-01	2019-07-01	4,8	19.851	19.349	502
43	2019-07-01	2019-08-01	4,0	17.049	16.386	663
44	2019-08-01	2019-09-01	3,7	16.229	14.945	1.284
45	2019-09-01	2019-10-01	3,9	15.858	15.217	641
46	2019-10-01	2019-11-01	4,6	19.317	19.099	218
47	2019-11-01	2019-12-01	5,2	22.169	21.117	1.052
48	2019-12-01	2020-01-01	5,8	25.261	24.589	672
49	2020-01-01	2020-02-01	4,9	21.664	20.220	1.443
50	2020-02-01	2020-03-01	5,3	20.210	20.723	-514
51	2020-03-01	2020-04-01	7,1	29.622	30.478	-856
52	2020-04-01	2020-05-01	7,0	28.001	28.917	-916
53	2020-05-01	2020-06-01	5,8	23.283	24.322	-1.039
54	2020-06-01	2020-07-01	4,0	15.942	16.000	-57
55	2020-07-01	2020-08-01	4,5	18.434	18.362	72
56	2020-08-01	2020-09-01	4,0	16.438	16.443	-4
57	2020-09-01	2020-10-01	4,2	17.471	16.854	617
58	2020-10-01	2020-11-01	4,8	20.586	19.773	814
59	2020-11-01	2020-12-01	5,8	22.920	23.762	-842
60	2020-12-01	2021-01-01	6,1	25.543	25.838	-296

Πίνακας 3.17: Μέτρηση και επαλήθευση σωρευτικού αθροιστικού διαγράμματος ελέγχου CUSUM (παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ταχύτητα ανέμου) – αριθμητικά αποτελέσματα – εισαγωγή στο μοντέλο

Περίοδος	Συμπεριλαμβανόμενο
1	Ναι
2	Ναι
3	Ναι
4	Ναι
5	Ναι
6	Ναι
7	Ναι
8	Ναι
9	Ναι
10	Ναι
11	Ναι
12	Ναι
13	Ναι
14	Ναι
15	Ναι
16	Ναι
17	Ναι
18	Ναι
19	Ναι
20	Ναι
21	Ναι
22	Ναι
23	Ναι
24	Ναι
25	Ναι
26	Ναι
27	Ναι
28	Ναι
29	Ναι
30	Ναι
31	Ναι
32	Ναι
33	Ναι
34	Ναι
35	Ναι
36	Ναι
37	Ναι
38	Ναι
39	Ναι
40	Ναι
41	Ναι
42	Ναι
43	Ναι
44	Ναι
45	Ναι
46	Ναι
47	Ναι
48	Ναι
49	Ναι
50	Ναι
51	Ναι
52	Ναι
53	Ναι
54	Ναι
55	Ναι
56	Ναι
57	Ναι
58	Ναι
59	Ναι
60	Ναι

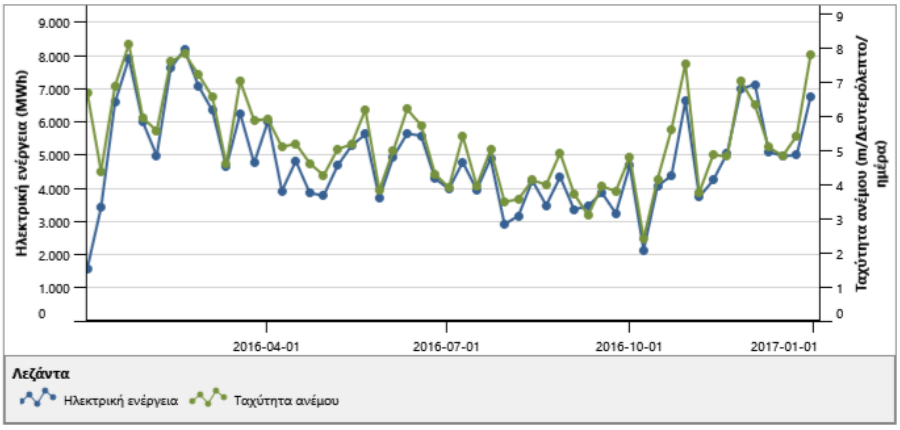
3.8.4. Εβδομαδιαία ανάλυση

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από την εκτίμηση κινδύνου σε εβδομαδιαία βάση. Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια επηρεάζεται θετικά από την ταχύτητα του ανέμου και μπορεί να υπολογιστεί από την παρακάτω γραμμική εξίσωση.



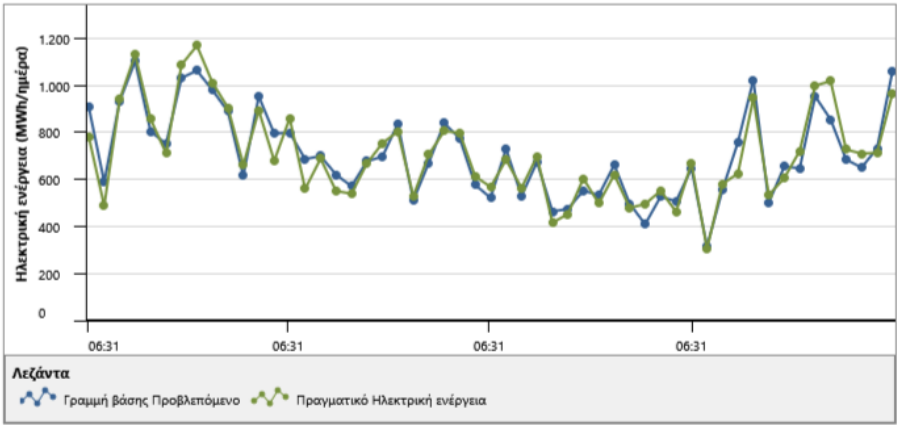
Γράφημα 3.20: Γραμμική εξίσωση παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ανεξάρτητη μεταβλητή την ταχύτητα ανέμου (εβδομαδιαία)

Εφαρμόζοντας την παραπάνω γραμμική εξίσωση κατασκευάστηκαν τα παρακάτω γραφήματα.



Γράφημα 3.21: Παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ταχύτητα ανέμου - παλινδρόμηση με εξαρτημένη μεταβλητή την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ανεξάρτητη μεταβλητή την ταχύτητα ανέμου (εβδομαδιαία)

Η εβδομαδιαία παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αναμένεται να κυμανθεί από 1.500MWh έως 8.000MWh και η ημερήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας εκτιμάται ότι θα κυμανθεί από περίπου 400MWh έως περίπου 1.100MWh.



Γράφημα 3.22: Γραμμική παλινδρόμηση με εξαρτημένη μεταβλητή την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ανεξάρτητη μεταβλητή την ταχύτητα ανέμου – πρόβλεψη ημερήσιας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

Για την παραγωγή της παραπάνω γραμμικής εξίσωσης και των παραπάνω γραφημάτων πραγματοποιήθηκε γραμμική παλινδρόμηση με εξαρτημένη μεταβλητή την εβδομαδιαία παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ανεξάρτητη μεταβλητή την ταχύτητα ανέμου. Το μοντέλο που δημιουργήθηκε έχει πολύ ισχυρή προβλεπτική ικανότητα, καθώς η τιμή R^2 υπολογίζεται ίση με 0,903, δηλαδή το μοντέλο εξηγεί το 95% της μεταβολής της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Σε εβδομαδιαία βάση, το μέσο υπόλοιπο, η μέση δηλαδή διαφορά ανάμεσα στην προβλεπόμενη και την πραγματική παραγωγή ενέργειας ισούται με -1,699MWh. Επιπρόσθετα, το μοντέλο είναι στατιστικά σημαντικό σε επίπεδο εμπιστοσύνης 99% καθώς η τιμή F-test (p value) ισούται με 0 <<< 0,01.

Πίνακας 3.18: Αριθμητικά αποτελέσματα παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ανεξάρτητη μεταβλητή την ταχύτητα ανέμου (εβδομαδιαία)

Εξίσωση:

Y = a*x+b	
Πίνακας δεδομένων	Παραγωγή ηλεκτρισμού - Εβδομάδα
Εξαρτημένη μεταβλητή	Ηλεκτρική ενέργεια (MWh)
Ανεξάρτητη μεταβλητή (x)	Ταχύτητα ανέμου (m/Δευτερόλεπτο)
Μέθοδος	Ημερήσια
Σταθμισμένο	Ναι

Αποτελέσματα παλινδρόμησης:

Αριθμός παρατηρήσεων:53
Αριθμός επαναλήψεων:14
Άθροισμα υπολοίπων:-90,0935
Μέσο υπόλοιπο:-1,6999
Άθροισμα τετραγώνων υπολοίπων - Απόλυτο:202.377,5743
Άθροισμα τετραγώνων υπολοίπων - Σχετικό:193.623,4914
Τυπικό σφάλμα εκτίμησης:61,6161
Συντελεστής πολλαπλού προσδιορισμού (R^2):0,903
Συντελεστής πολλαπλού προσδιορισμού - Ρυθμισμένος (Ra^2):0,9011
Ρίζα μέσου τετραγωνικού σφάλματος (RMSE):63
Συντελεστής μεταβολής του RMSE:0,09
F-test (τιμή p):0
Καθαρό σφάλμα μεροληψίας προσδιορισμού (NDBE):-0,00241
Στατιστική Durbin-Watson:1,75197

Αποτελέσματα συντελεστών:

Επίθετο	Τιμή	Τυπικό σφάλμα	λόγος-t	Τιμή p	Οριζόμενο από τον χρήστη
a	138,4309	6,347	21,8104	0	138,4309
b	-18,3	34,3362	-0,533	0,5964	-18,3

Αποτελέσματα

Ταχύτητα ανέμου (m/Δευτερόλεπτο)	Επιτυχία

Τα αριθμητικά αποτελέσματα από την γραμμική παλινδρόμηση παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 3.19: Αριθμητικά αποτελέσματα παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ανεξάρτητη μεταβλητή την ταχύτητα ανέμου (εβδομαδιαία) – συνέχεια

Περίοδος	Αρχή	Τέλος	Ταχύτητα ανέμου (m/Δευτερόλεπτο)	Πραγματικό Ηλεκτρική ενέργεια (MWh)	Γραμμή βάσης Προβλεπόμενο (MWh)	Ταχύτητα ανέμου (m/Δευτερόλεπτο/ημέρα)
1	2016-01-01	2016-01-03	6,7	1.563	1.816	6,7
2	2016-01-03	2016-01-10	4,4	3.413	4.119	4,4
3	2016-01-10	2016-01-17	6,9	6.582	6.532	6,9
4	2016-01-17	2016-01-24	8,1	7.911	7.717	8,1
5	2016-01-24	2016-01-31	5,9	5.998	5.632	5,9
6	2016-01-31	2016-02-07	5,6	4.981	5.261	5,6
7	2016-02-07	2016-02-14	7,6	7.613	7.220	7,6
8	2016-02-14	2016-02-21	7,8	8.185	7.442	7,8
9	2016-02-21	2016-02-28	7,2	7.085	6.864	7,2
10	2016-02-28	2016-03-06	6,6	6.340	6.225	6,6
11	2016-03-06	2016-03-13	4,6	4.637	4.308	4,6
12	2016-03-13	2016-03-20	7,0	6.254	6.674	7,0
13	2016-03-20	2016-03-27	5,9	4.755	5.564	5,9
14	2016-03-27	2016-04-03	5,9	6.022	5.593	5,9
15	2016-04-03	2016-04-10	5,1	3.915	4.804	5,1
16	2016-04-10	2016-04-17	5,2	4.819	4.897	5,2
17	2016-04-17	2016-04-24	4,6	3.857	4.344	4,6
18	2016-04-24	2016-05-01	4,3	3.774	3.998	4,3
19	2016-05-01	2016-05-08	5,0	4.677	4.740	5,0
20	2016-05-08	2016-05-15	5,2	5.279	4.879	5,2
21	2016-05-15	2016-05-22	6,2	5.627	5.861	6,2
22	2016-05-22	2016-05-29	3,8	3.703	3.577	3,8
23	2016-05-29	2016-06-05	5,0	4.937	4.694	5,0
24	2016-06-05	2016-06-12	6,2	5.644	5.875	6,2
25	2016-06-12	2016-06-19	5,7	5.584	5.425	5,7
26	2016-06-19	2016-06-26	4,3	4.293	4.037	4,3
27	2016-06-26	2016-07-03	3,9	3.976	3.655	3,9
28	2016-07-03	2016-07-10	5,4	4.785	5.111	5,4
29	2016-07-10	2016-07-17	4,0	3.948	3.705	4,0
30	2016-07-17	2016-07-24	5,0	4.888	4.719	5,0
31	2016-07-24	2016-07-31	3,5	2.911	3.248	3,5
32	2016-07-31	2016-08-07	3,6	3.168	3.320	3,6
33	2016-08-07	2016-08-14	4,1	4.227	3.866	4,1
34	2016-08-14	2016-08-21	4,0	3.485	3.734	4,0
35	2016-08-21	2016-08-28	4,9	4.340	4.633	4,9
36	2016-08-28	2016-09-04	3,7	3.354	3.477	3,7
37	2016-09-04	2016-09-11	3,1	3.465	2.866	3,1
38	2016-09-11	2016-09-18	3,9	3.863	3.687	3,9
39	2016-09-18	2016-09-25	3,8	3.241	3.552	3,8
40	2016-09-25	2016-10-02	4,8	4.680	4.529	4,8
41	2016-10-02	2016-10-09	2,4	2.135	2.206	2,4
42	2016-10-09	2016-10-16	4,1	4.065	3.891	4,1
43	2016-10-16	2016-10-23	5,6	4.377	5.304	5,6
44	2016-10-23	2016-10-30	7,5	6.622	7.160	7,5
45	2016-10-30	2016-11-06	3,8	3.734	3.516	3,8
46	2016-11-06	2016-11-13	4,9	4.241	4.583	4,9
47	2016-11-13	2016-11-20	4,8	5.048	4.533	4,8
48	2016-11-20	2016-11-27	7,0	6.992	6.674	7,0
49	2016-11-27	2016-12-04	6,3	7.129	5.986	6,3
50	2016-12-04	2016-12-11	5,1	5.092	4.794	5,1
51	2016-12-11	2016-12-18	4,8	4.970	4.554	4,8
52	2016-12-18	2016-12-25	5,4	4.994	5.118	5,4
53	2016-12-25	2017-01-01	7,8	6.759	7.420	7,8

Το σύνολο των 53 εβδομάδων για τις οποίες υπολογίστηκε η μηνιαία παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας συμπεριελήφθησαν στο μοντέλο πρόβλεψης.

Πίνακας 3.20: Αριθμητικά αποτελέσματα παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ανεξάρτητη μεταβλητή την ταχύτητα ανέμου (εβδομαδιαία) – εισαγωγή στο μοντέλο

Περίοδος	Πραγματικό Ηλεκτρική ενέργεια (MWh/ημέρα)	Γραμμή βάσης Προβλεπόμενο (MWh/ημέρα)	Συμπεριλαμβανόμενο
1	782	908	Ναι
2	488	588	Ναι
3	940	933	Ναι
4	1.130	1.102	Ναι
5	857	805	Ναι
6	712	752	Ναι
7	1.088	1.031	Ναι
8	1.169	1.063	Ναι
9	1.012	981	Ναι
10	906	889	Ναι
11	662	615	Ναι
12	893	953	Ναι
13	679	795	Ναι
14	860	799	Ναι
15	559	686	Ναι
16	688	700	Ναι
17	551	621	Ναι
18	539	571	Ναι
19	668	677	Ναι
20	754	697	Ναι
21	804	837	Ναι
22	529	511	Ναι
23	705	671	Ναι
24	806	839	Ναι
25	798	775	Ναι
26	613	577	Ναι
27	568	522	Ναι
28	684	730	Ναι
29	564	529	Ναι
30	698	674	Ναι
31	416	464	Ναι
32	453	474	Ναι
33	604	552	Ναι
34	498	533	Ναι
35	620	662	Ναι
36	479	497	Ναι
37	495	409	Ναι
38	552	527	Ναι
39	463	507	Ναι
40	669	647	Ναι
41	305	315	Ναι
42	581	556	Ναι
43	625	758	Ναι
44	946	1.023	Ναι
45	533	502	Ναι
46	606	655	Ναι
47	721	648	Ναι
48	999	953	Ναι
49	1.018	855	Ναι
50	727	685	Ναι
51	710	651	Ναι
52	713	731	Ναι
53	966	1.060	Ναι

Από το διάγραμμα ελέγχου CUSUM εξάγεται το συμπέρασμα ότι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας παραμένει εντός ελέγχου καθώς παλινδρομεί γύρω από το 0, ακόμη και στις αρχές του 2020 όπου η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μειώνεται εκ νέου.

Γράφημα 3.23: Διάγραμμα ελέγχου CUSUM (παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ταχύτητα ανέμου) (εβδομαδιαία)

Παρακάτω παρουσιάζονται τα αριθμητικά αποτελέσματα από τα οποία κατασκευάστηκε το διάγραμμα ελέγχου. Στη δεξιότερη στήλη παρουσιάζονται τα υπόλοιπα από τη γραμμική παλινδρόμηση.

Πίνακας 3.21: Αριθμητικά αποτελέσματα υπολογισμού σωρευτικού αθροίσματος παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας – ταχύτητας ανέμου

Περίοδος	Αρχή	Τέλος	Ταχύτητα ανέμου (m/Δευτερόλεπτο)	Πραγματικό Ηλεκτρική ενέργεια (MWh)	Γραμμή βάσης Προβλεπόμενο (MWh)	Διαφορά (Πραγματικό - Γραμμή βάσης) (MWh)
1	2016-01-01	2016-01-03	6,7	1.563	1.816	-252
2	2016-01-03	2016-01-10	4,4	3.413	4.119	-706
3	2016-01-10	2016-01-17	6,9	6.582	6.532	50
4	2016-01-17	2016-01-24	8,1	7.911	7.717	195
5	2016-01-24	2016-01-31	5,9	5.998	5.632	366
6	2016-01-31	2016-02-07	5,6	4.981	5.261	-280
7	2016-02-07	2016-02-14	7,6	7.613	7.220	392
8	2016-02-14	2016-02-21	7,8	8.185	7.442	743
9	2016-02-21	2016-02-28	7,2	7.085	6.864	221
10	2016-02-28	2016-03-06	6,6	6.340	6.225	115
11	2016-03-06	2016-03-13	4,6	4.637	4.308	329
12	2016-03-13	2016-03-20	7,0	6.254	6.674	-421
13	2016-03-20	2016-03-27	5,9	4.755	5.564	-809
14	2016-03-27	2016-04-03	5,9	6.022	5.593	429
15	2016-04-03	2016-04-10	5,1	3.915	4.804	-889
16	2016-04-10	2016-04-17	5,2	4.819	4.897	-78
17	2016-04-17	2016-04-24	4,6	3.857	4.344	-487
18	2016-04-24	2016-05-01	4,3	3.774	3.998	-224
19	2016-05-01	2016-05-08	5,0	4.677	4.740	-63
20	2016-05-08	2016-05-15	5,2	5.279	4.879	400
21	2016-05-15	2016-05-22	6,2	5.627	5.861	-234
22	2016-05-22	2016-05-29	3,8	3.703	3.577	127
23	2016-05-29	2016-06-05	5,0	4.937	4.694	243
24	2016-06-05	2016-06-12	6,2	5.644	5.875	-231
25	2016-06-12	2016-06-19	5,7	5.584	5.425	159
26	2016-06-19	2016-06-26	4,3	4.293	4.037	256
27	2016-06-26	2016-07-03	3,9	3.976	3.655	321
28	2016-07-03	2016-07-10	5,4	4.785	5.111	-326
29	2016-07-10	2016-07-17	4,0	3.948	3.705	243
30	2016-07-17	2016-07-24	5,0	4.888	4.719	169
31	2016-07-24	2016-07-31	3,5	2.911	3.248	-337
32	2016-07-31	2016-08-07	3,6	3.168	3.320	-151
33	2016-08-07	2016-08-14	4,1	4.227	3.866	362
34	2016-08-14	2016-08-21	4,0	3.485	3.734	-249
35	2016-08-21	2016-08-28	4,9	4.340	4.633	-293

36	2016-08-28	2016-09-04	3,7	3.354	3.477	-122
37	2016-09-04	2016-09-11	3,1	3.465	2.866	599
38	2016-09-11	2016-09-18	3,9	3.863	3.687	176
39	2016-09-18	2016-09-25	3,8	3.241	3.552	-311
40	2016-09-25	2016-10-02	4,8	4.680	4.529	151
41	2016-10-02	2016-10-09	2,4	2.135	2.206	-71
42	2016-10-09	2016-10-16	4,1	4.065	3.891	174
43	2016-10-16	2016-10-23	5,6	4.377	5.304	-927
44	2016-10-23	2016-10-30	7,5	6.622	7.160	-537
45	2016-10-30	2016-11-06	3,8	3.734	3.516	218
46	2016-11-06	2016-11-13	4,9	4.241	4.583	-342
47	2016-11-13	2016-11-20	4,8	5.048	4.533	515
48	2016-11-20	2016-11-27	7,0	6.992	6.674	317
49	2016-11-27	2016-12-04	6,3	7.129	5.986	1.144
50	2016-12-04	2016-12-11	5,1	5.092	4.794	299
51	2016-12-11	2016-12-18	4,8	4.970	4.554	416
52	2016-12-18	2016-12-25	5,4	4.994	5.118	-125
53	2016-12-25	2017-01-01	7,8	6.759	7.420	-661
54	2017-01-01	2017-01-08	5,2	3.685	4.911	-1.227
55	2017-01-08	2017-01-15	7,3	6.974	6.949	24
56	2017-01-15	2017-01-22	4,6	3.450	4.308	-858
57	2017-01-22	2017-01-29	7,6	6.313	7.206	-893
58	2017-01-29	2017-02-05	4,7	5.069	4.422	646
59	2017-02-05	2017-02-12	7,6	6.938	7.213	-275
60	2017-02-12	2017-02-19	7,0	6.598	6.653	-55
61	2017-02-19	2017-02-26	5,2	4.602	4.879	-278
62	2017-02-26	2017-03-05	8,9	7.438	8.484	-1.045
63	2017-03-05	2017-03-12	8,2	7.306	7.856	-550
64	2017-03-12	2017-03-19	7,6	8.002	7.256	746
65	2017-03-19	2017-03-26	5,0	4.169	4.686	-517
66	2017-03-26	2017-04-02	5,4	4.959	5.097	-138
67	2017-04-02	2017-04-09	7,4	7.824	7.035	789
68	2017-04-09	2017-04-16	5,0	5.330	4.690	640
69	2017-04-16	2017-04-23	6,8	6.339	6.482	-143
70	2017-04-23	2017-04-30	7,1	7.199	6.732	467
71	2017-04-30	2017-05-07	6,8	6.916	6.503	413
72	2017-05-07	2017-05-14	5,2	4.517	4.890	-372
73	2017-05-14	2017-05-21	6,7	5.293	6.342	-1.049
74	2017-05-21	2017-05-28	4,9	4.814	4.622	192
75	2017-05-28	2017-06-04	6,5	6.381	6.135	246
76	2017-06-04	2017-06-11	5,3	5.572	4.965	607
77	2017-06-11	2017-06-18	5,9	5.655	5.572	84
78	2017-06-18	2017-06-25	5,2	4.727	4.904	-177
79	2017-06-25	2017-07-02	4,1	3.851	3.866	-15
80	2017-07-02	2017-07-09	4,3	4.139	3.994	145
81	2017-07-09	2017-07-16	4,3	4.534	4.083	451
82	2017-07-16	2017-07-23	3,4	2.731	3.166	-435
83	2017-07-23	2017-07-30	3,9	3.941	3.673	268
84	2017-07-30	2017-08-06	3,6	3.233	3.391	-157
85	2017-08-06	2017-08-13	3,7	3.559	3.473	86
86	2017-08-13	2017-08-20	4,3	4.386	3.994	391
87	2017-08-20	2017-08-27	5,0	4.353	4.701	-348
88	2017-08-27	2017-09-03	3,7	3.085	3.437	-352
89	2017-09-03	2017-09-10	3,9	4.108	3.634	474
90	2017-09-10	2017-09-17	3,0	2.653	2.766	-114
91	2017-09-17	2017-09-24	2,5	2.465	2.263	202
92	2017-09-24	2017-10-01	3,8	3.669	3.548	121
93	2017-10-01	2017-10-08	4,1	3.840	3.866	-26
94	2017-10-08	2017-10-15	4,2	3.439	3.926	-488
95	2017-10-15	2017-10-22	5,2	5.247	4.897	350
96	2017-10-22	2017-10-29	5,0	4.525	4.765	-240
97	2017-10-29	2017-11-05	6,4	5.547	6.061	-513
98	2017-11-05	2017-11-12	6,8	6.004	6.417	-413
99	2017-11-12	2017-11-19	4,4	4.895	4.162	733
100	2017-11-19	2017-11-26	6,1	5.568	5.771	-204
101	2017-11-26	2017-12-03	5,6	4.847	5.265	-418
102	2017-12-03	2017-12-10	6,0	5.039	5.707	-668
103	2017-12-10	2017-12-17	5,7	5.797	5.361	436
104	2017-12-17	2017-12-24	5,0	4.592	4.744	-152
105	2017-12-24	2017-12-31	6,0	6.060	5.647	413

Περίοδος	Αρχή	Τέλος	Ταχύτητα ανέμου (m/Δευτερόλεπτο)	Πραγματικό Ηλεκτρική ενέργεια (MWh)	Γραμμή βάσης Προβλεπόμενο (MWh)	Διαφορά (Πραγματικό - Γραμμή βάσης) (MWh)
106	2017-12-31	2018-01-07	8,3	8.705	7.891	813
107	2018-01-07	2018-01-14	6,4	6.009	6.068	-59
108	2018-01-14	2018-01-21	4,1	3.600	3.851	-251
109	2018-01-21	2018-01-28	7,3	6.969	6.939	30
110	2018-01-28	2018-02-04	6,5	5.913	6.200	-287
111	2018-02-04	2018-02-11	5,2	4.427	4.890	-463
112	2018-02-11	2018-02-18	4,9	4.821	4.601	220
113	2018-02-18	2018-02-25	5,0	4.376	4.715	-339
114	2018-02-25	2018-03-04	6,6	6.516	6.289	227
115	2018-03-04	2018-03-11	6,1	6.240	5.743	497
116	2018-03-11	2018-03-18	7,7	8.505	7.349	1.156
117	2018-03-18	2018-03-25	5,3	4.909	5.015	-106
118	2018-03-25	2018-04-01	4,9	4.651	4.579	72
119	2018-04-01	2018-04-08	8,3	7.389	7.877	-488
120	2018-04-08	2018-04-15	4,9	4.990	4.576	414
121	2018-04-15	2018-04-22	8,4	8.915	7.998	917
122	2018-04-22	2018-04-29	4,6	5.443	4.287	1.156
123	2018-04-29	2018-05-06	5,9	5.333	5.629	-295
124	2018-05-06	2018-05-13	5,4	5.068	5.061	7
125	2018-05-13	2018-05-20	5,0	4.478	4.708	-230
126	2018-05-20	2018-05-27	5,8	6.014	5.518	496
127	2018-05-27	2018-06-03	5,5	5.213	5.197	16
128	2018-06-03	2018-06-10	5,2	4.542	4.876	-334
129	2018-06-10	2018-06-17	4,0	3.683	3.755	-72
130	2018-06-17	2018-06-24	4,5	4.719	4.194	525
131	2018-06-24	2018-07-01	3,7	3.334	3.505	-171
132	2018-07-01	2018-07-08	4,5	4.211	4.212	0
133	2018-07-08	2018-07-15	3,9	3.838	3.669	168
134	2018-07-15	2018-07-22	3,8	3.472	3.552	-80
135	2018-07-22	2018-07-29	4,9	5.333	4.604	729
136	2018-07-29	2018-08-05	3,5	2.925	3.245	-319
137	2018-08-05	2018-08-12	3,6	3.398	3.323	75
138	2018-08-12	2018-08-19	3,4	3.028	3.120	-91
139	2018-08-19	2018-08-26	4,6	4.797	4.369	428
140	2018-08-26	2018-09-02	4,3	4.589	3.991	598
141	2018-09-02	2018-09-09	3,3	3.277	3.066	211
142	2018-09-09	2018-09-16	2,4	2.377	2.231	146
143	2018-09-16	2018-09-23	4,5	4.214	4.223	-8
144	2018-09-23	2018-09-30	5,4	5.423	5.104	319
145	2018-09-30	2018-10-07	3,7	3.823	3.494	329
146	2018-10-07	2018-10-14	4,3	3.771	4.016	-244
147	2018-10-14	2018-10-21	7,0	7.216	6.674	541
148	2018-10-21	2018-10-28	5,6	5.544	5.347	197
149	2018-10-28	2018-11-04	4,9	4.712	4.597	115
150	2018-11-04	2018-11-11	8,2	7.796	7.849	-52
151	2018-11-11	2018-11-18	5,1	5.880	4.819	1.061
152	2018-11-18	2018-11-25	5,0	4.614	4.669	-55
153	2018-11-25	2018-12-02	4,6	5.138	4.365	773
154	2018-12-02	2018-12-09	4,6	3.891	4.337	-446
155	2018-12-09	2018-12-16	3,4	3.443	3.163	280
156	2018-12-16	2018-12-23	6,6	6.627	6.314	314
157	2018-12-23	2018-12-30	5,6	5.374	5.307	66
158	2018-12-30	2019-01-06	4,7	4.684	4.401	283
159	2019-01-06	2019-01-13	8,8	8.773	8.434	339
160	2019-01-13	2019-01-20	4,2	3.108	3.962	-854
161	2019-01-20	2019-01-27	7,6	7.317	7.235	82
162	2019-01-27	2019-02-03	7,1	6.295	6.707	-411
163	2019-02-03	2019-02-10	7,0	7.372	6.610	762
164	2019-02-10	2019-02-17	7,1	6.096	6.721	-625
165	2019-02-17	2019-02-24	5,1	4.333	4.822	-489
166	2019-02-24	2019-03-03	6,8	6.112	6.446	-334
167	2019-03-03	2019-03-10	5,3	4.661	4.983	-322
168	2019-03-10	2019-03-17	9,1	8.604	8.659	-55
169	2019-03-17	2019-03-24	6,1	5.777	5.768	9
170	2019-03-24	2019-03-31	5,5	5.819	5.172	647
171	2019-03-31	2019-04-07	7,8	7.615	7.474	141
172	2019-04-07	2019-04-14	6,3	4.773	6.025	-1.252
173	2019-04-14	2019-04-21	7,7	7.011	7.335	-324
174	2019-04-21	2019-04-28	6,7	6.023	6.350	-327
175	2019-04-28	2019-05-05	4,7	4.709	4.387	322

Περίοδος	Αρχή	Τέλος	Ταχύτητα ανέμου (m/δευτερόλεπτο)	Πραγματικό Ηλεκτρική ενέργεια (MWh)	Γραμμή βάσης Προβλεπόμενο (MWh)	Διαφορά (Πραγματικό - Γραμμή βάσης) (MWh)
176	2019-05-05	2019-05-12	5,9	5.906	5.629	278
177	2019-05-12	2019-05-19	5,0	4.948	4.708	240
178	2019-05-19	2019-05-26	5,6	6.442	5.275	1.167
179	2019-05-26	2019-06-02	4,0	3.380	3.748	-368
180	2019-06-02	2019-06-09	4,4	4.325	4.140	185
181	2019-06-09	2019-06-16	5,8	5.330	5.514	-185
182	2019-06-16	2019-06-23	4,4	4.701	4.123	579
183	2019-06-23	2019-06-30	4,8	4.406	4.558	-152
184	2019-06-30	2019-07-07	4,5	4.224	4.215	9
185	2019-07-07	2019-07-14	4,3	4.567	4.001	566
186	2019-07-14	2019-07-21	4,7	4.445	4.387	58
187	2019-07-21	2019-07-28	3,1	2.969	2.863	106
188	2019-07-28	2019-08-04	3,5	3.071	3.298	-227
189	2019-08-04	2019-08-11	4,1	4.278	3.848	431
190	2019-08-11	2019-08-18	3,5	3.453	3.277	176
191	2019-08-18	2019-08-25	3,7	3.406	3.487	-81
192	2019-08-25	2019-09-01	3,5	3.675	3.287	388
193	2019-09-01	2019-09-08	3,9	4.149	3.648	501
194	2019-09-08	2019-09-15	4,7	4.907	4.408	499
195	2019-09-15	2019-09-22	3,0	2.386	2.773	-387
196	2019-09-22	2019-09-29	4,0	3.428	3.784	-355
197	2019-09-29	2019-10-06	3,7	3.558	3.452	106
198	2019-10-06	2019-10-13	3,7	3.337	3.441	-104
199	2019-10-13	2019-10-20	6,1	5.813	5.789	23
200	2019-10-20	2019-10-27	4,2	4.040	3.916	124
201	2019-10-27	2019-11-03	5,9	5.459	5.575	-116
202	2019-11-03	2019-11-10	4,9	5.159	4.633	526
203	2019-11-10	2019-11-17	6,6	6.742	6.303	438
204	2019-11-17	2019-11-24	4,3	3.753	4.008	-255
205	2019-11-24	2019-12-01	4,4	4.613	4.151	461
206	2019-12-01	2019-12-08	4,8	4.965	4.554	411
207	2019-12-08	2019-12-15	6,8	6.313	6.489	-176
208	2019-12-15	2019-12-22	6,9	6.438	6.564	-125
209	2019-12-22	2019-12-29	5,4	5.332	5.065	268
210	2019-12-29	2020-01-05	4,5	4.689	4.230	459
211	2020-01-05	2020-01-12	5,7	6.231	5.425	806
212	2020-01-12	2020-01-19	5,1	5.430	4.836	594
213	2020-01-19	2020-01-26	4,7	4.158	4.383	-225
214	2020-01-26	2020-02-02	3,8	3.681	3.516	165
215	2020-02-02	2020-02-09	4,9	4.601	4.665	-64
216	2020-02-09	2020-02-16	4,2	3.539	3.905	-366
217	2020-02-16	2020-02-23	6,9	5.794	6.528	-734
218	2020-02-23	2020-03-01	5,6	5.963	5.300	662
219	2020-03-01	2020-03-08	6,7	5.832	6.392	-560
220	2020-03-08	2020-03-15	7,6	7.222	7.188	34
221	2020-03-15	2020-03-22	7,2	7.474	6.817	657
222	2020-03-22	2020-03-29	5,9	5.322	5.586	-264
223	2020-03-29	2020-04-05	7,8	7.305	7.388	-84
224	2020-04-05	2020-04-12	5,9	5.448	5.622	-174
225	2020-04-12	2020-04-19	7,8	8.120	7.424	696
226	2020-04-19	2020-04-26	6,7	5.775	6.392	-617
227	2020-04-26	2020-05-03	8,2	7.358	7.806	-448
228	2020-05-03	2020-05-10	6,2	5.321	5.921	-600
229	2020-05-10	2020-05-17	6,0	5.124	5.672	-547
230	2020-05-17	2020-05-24	5,2	4.569	4.918	-349
231	2020-05-24	2020-05-31	5,1	5.006	4.776	231
232	2020-05-31	2020-06-07	4,0	3.682	3.723	-41
233	2020-06-07	2020-06-14	5,9	4.981	5.611	-630
234	2020-06-14	2020-06-21	2,6	2.588	2.395	193
235	2020-06-21	2020-06-28	3,8	3.555	3.512	43
236	2020-06-28	2020-07-05	4,3	4.204	4.001	202
237	2020-07-05	2020-07-12	3,9	3.517	3.619	-102
238	2020-07-12	2020-07-19	5,2	4.841	4.879	-38
239	2020-07-19	2020-07-26	3,9	3.836	3.662	174
240	2020-07-26	2020-08-02	4,9	4.595	4.572	23
241	2020-08-02	2020-08-09	4,4	4.118	4.115	3
242	2020-08-09	2020-08-16	3,3	3.350	3.091	258
243	2020-08-16	2020-08-23	4,2	3.635	3.912	-277
244	2020-08-23	2020-08-30	4,0	3.515	3.723	-208
245	2020-08-30	2020-09-06	5,6	4.942	5.272	-330

Περίοδος	Αρχή	Τέλος	Ταχύτητα ανέμου (m/δευτερόλεπτο)	Πραγματικό Ηλεκτρική ενέργεια (MWh)	Γραμμή βάσης Προβλεπόμενο (MWh)	Διαφορά (Πραγματικό - Γραμμή βάσης) (MWh)
246	2020-09-06	2020-09-13	3,9	3.552	3.662	-110
247	2020-09-13	2020-09-20	4,3	4.867	4.051	815
248	2020-09-20	2020-09-27	3,2	2.707	2.970	-263
249	2020-09-27	2020-10-04	4,2	4.356	3.941	415
250	2020-10-04	2020-10-11	4,9	4.632	4.579	53
251	2020-10-11	2020-10-18	5,3	4.629	4.968	-339
252	2020-10-18	2020-10-25	5,4	5.244	5.093	150
253	2020-10-25	2020-11-01	4,2	4.557	3.969	588
254	2020-11-01	2020-11-08	7,0	6.066	6.635	-570
255	2020-11-08	2020-11-15	3,9	4.217	3.655	562
256	2020-11-15	2020-11-22	7,5	6.923	7.099	-176
257	2020-11-22	2020-11-29	5,0	4.382	4.722	-340
258	2020-11-29	2020-12-06	4,9	4.049	4.647	-598
259	2020-12-06	2020-12-13	5,9	5.219	5.543	-324
260	2020-12-13	2020-12-20	5,0	4.971	4.669	302
261	2020-12-20	2020-12-27	7,5	6.992	7.185	-193
262	2020-12-27	2021-01-01	7,5	5.645	5.105	540

Οι τιμές της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για το σύνολο των 53 εβδομάδων για τις οποίες υπολογίστηκε η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας περιόδων εκτίμησης συμπεριελήφθησαν στο διάγραμμα ελέγχου, συνεπώς τα αποτελέσματα της εκτίμησης κινδύνου παραμένουν εντός ελέγχου.

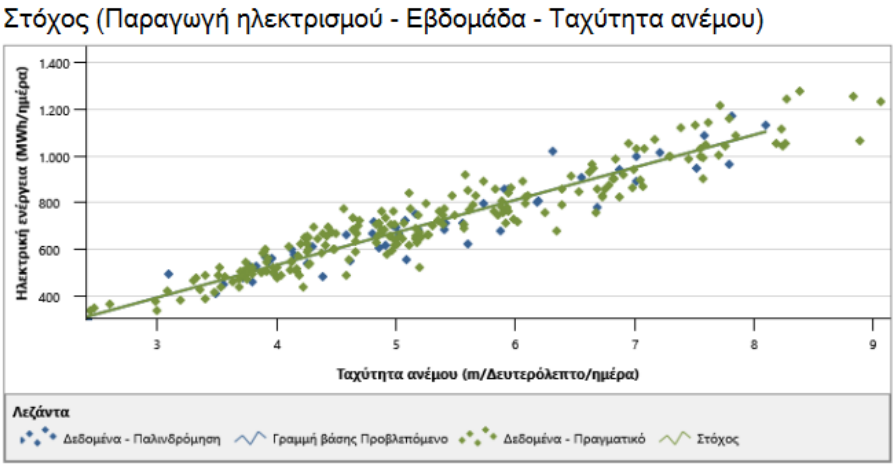
Πίνακας 3.22: Αριθμητικά αποτελέσματα υπολογισμού σωρευτικού αθροίσματος παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας – ταχύτητας ανέμου – εισαγωγή στο μοντέλο

Περίοδος	CUSUM (MWh)	Συμπεριλαμβανόμενο
1	-252	Ναι
2	-958	Ναι
3	-908	Ναι
4	-713	Ναι
5	-347	Ναι
6	-627	Ναι
7	-235	Ναι
8	508	Ναι
9	729	Ναι
10	844	Ναι
11	1.173	Ναι
12	752	Ναι
13	-57	Ναι
14	372	Ναι
15	-517	Ναι
16	-595	Ναι
17	-1.082	Ναι
18	-1.306	Ναι
19	-1.369	Ναι
20	-969	Ναι
21	-1.203	Ναι
22	-1.076	Ναι
23	-833	Ναι
24	-1.064	Ναι
25	-905	Ναι
26	-649	Ναι
27	-328	Ναι
28	-653	Ναι
29	-411	Ναι
30	-241	Ναι
31	-579	Ναι
32	-730	Ναι
33	-368	Ναι
34	-617	Ναι
35	-910	Ναι
36	-1.032	Ναι
37	-434	Ναι
38	-258	Ναι
39	-569	Ναι
40	-418	Ναι
41	-489	Ναι
42	-315	Ναι
43	-1.242	Ναι
44	-1.780	Ναι
45	-1.562	Ναι
46	-1.904	Ναι
47	-1.389	Ναι
48	-1.072	Ναι
49	72	Ναι
50	370	Ναι
51	786	Ναι
52	661	Ναι
53	0	Ναι
54	-1.227	Ναι
55	-1.202	Ναι
56	-2.061	Ναι
57	-2.953	Ναι
58	-2.307	Ναι
59	-2.582	Ναι
60	-2.637	Ναι
61	-2.915	Ναι
62	-3.960	Ναι
63	-4.510	Ναι
64	-3.764	Ναι
65	-4.281	Ναι
66	-4.419	Ναι
67	-3.630	Ναι
68	-2.991	Ναι
69	-3.133	Ναι
70	-2.666	Ναι
71	-2.253	Ναι
72	-2.625	Ναι
73	-3.675	Ναι
74	-3.483	Ναι
75	-3.237	Ναι
76	-2.630	Ναι
77	-2.546	Ναι
78	-2.723	Ναι
79	-2.738	Ναι
80	-2.593	Ναι
81	-2.142	Ναι
82	-2.576	Ναι
83	-2.309	Ναι
84	-2.466	Ναι
85	-2.380	Ναι
86	-1.988	Ναι
87	-2.336	Ναι
88	-2.688	Ναι
89	-2.214	Ναι
90	-2.328	Ναι
91	-2.126	Ναι
92	-2.005	Ναι
93	-2.031	Ναι
94	-2.519	Ναι
95	-2.169	Ναι
96	-2.409	Ναι
97	-2.922	Ναι
98	-3.335	Ναι
99	-2.602	Ναι
100	-2.806	Ναι
101	-3.223	Ναι
102	-3.892	Ναι
103	-3.456	Ναι
104	-3.608	Ναι
105	-3.195	Ναι
106	-2.381	Ναι
107	-2.440	Ναι
108	-2.691	Ναι
109	-2.661	Ναι
110	-2.948	Ναι
111	-3.411	Ναι
112	-3.191	Ναι
113	-3.529	Ναι
114	-3.303	Ναι
115	-2.806	Ναι
116	-1.650	Ναι
117	-1.756	Ναι
118	-1.684	Ναι
119	-2.172	Ναι
120	-1.758	Ναι

Περίοδος	CUSUM (MWh)	Συμπεριλαμβανόμενο
121	-841	Ναι
122	315	Ναι
123	20	Ναι
124	27	Ναι
125	-203	Ναι
126	293	Ναι
127	309	Ναι
128	-25	Ναι
129	-96	Ναι
130	429	Ναι
131	258	Ναι
132	258	Ναι
133	426	Ναι
134	346	Ναι
135	1.075	Ναι
136	755	Ναι
137	830	Ναι
138	739	Ναι
139	1.167	Ναι
140	1.766	Ναι
141	1.977	Ναι
142	2.123	Ναι
143	2.115	Ναι
144	2.434	Ναι
145	2.763	Ναι
146	2.519	Ναι
147	3.060	Ναι
148	3.257	Ναι
149	3.372	Ναι
150	3.320	Ναι
151	4.381	Ναι
152	4.326	Ναι
153	5.099	Ναι
154	4.653	Ναι
155	4.933	Ναι
156	5.246	Ναι
157	5.313	Ναι
158	5.595	Ναι
159	5.934	Ναι
160	5.080	Ναι
161	5.162	Ναι
162	4.750	Ναι
163	5.513	Ναι
164	4.888	Ναι
165	4.399	Ναι
166	4.065	Ναι
167	3.743	Ναι
168	3.689	Ναι
169	3.698	Ναι
170	4.345	Ναι
171	4.486	Ναι
172	3.234	Ναι
173	2.910	Ναι
174	2.584	Ναι
175	2.906	Ναι
176	3.183	Ναι
177	3.424	Ναι
178	4.591	Ναι
179	4.223	Ναι
180	4.408	Ναι
181	4.223	Ναι
182	4.802	Ναι
183	4.650	Ναι
184	4.659	Ναι
185	5.225	Ναι
186	5.284	Ναι
187	5.390	Ναι
188	5.163	Ναι
189	5.593	Ναι
190	5.769	Ναι
191	5.688	Ναι

Περίοδος	CUSUM (MWh)	Συμπεριλαμβανόμενο
192	6.076	Ναι
193	6.577	Ναι
194	7.076	Ναι
195	6.688	Ναι
196	6.333	Ναι
197	6.440	Ναι
198	6.336	Ναι
199	6.359	Ναι
200	6.484	Ναι
201	6.368	Ναι
202	6.893	Ναι
203	7.332	Ναι
204	7.077	Ναι
205	7.539	Ναι
206	7.949	Ναι
207	7.773	Ναι
208	7.648	Ναι
209	7.915	Ναι
210	8.375	Ναι
211	9.180	Ναι
212	9.774	Ναι
213	9.549	Ναι
214	9.714	Ναι
215	9.650	Ναι
216	9.284	Ναι
217	8.550	Ναι
218	9.213	Ναι
219	8.652	Ναι
220	8.686	Ναι
221	9.343	Ναι
222	9.079	Ναι
223	8.995	Ναι
224	8.822	Ναι
225	9.518	Ναι
226	8.900	Ναι
227	8.452	Ναι
228	7.852	Ναι
229	7.305	Ναι
230	6.955	Ναι
231	7.186	Ναι
232	7.145	Ναι
233	6.515	Ναι
234	6.708	Ναι
235	6.751	Ναι
236	6.953	Ναι
237	6.851	Ναι
238	6.813	Ναι
239	6.987	Ναι
240	7.010	Ναι
241	7.013	Ναι
242	7.271	Ναι
243	6.995	Ναι
244	6.787	Ναι
245	6.457	Ναι
246	6.347	Ναι
247	7.162	Ναι
248	6.899	Ναι
249	7.314	Ναι
250	7.367	Ναι
251	7.028	Ναι
252	7.178	Ναι
253	7.765	Ναι
254	7.196	Ναι
255	7.758	Ναι
256	7.582	Ναι
257	7.241	Ναι
258	6.643	Ναι
259	6.319	Ναι
260	6.621	Ναι
261	6.428	Ναι
262	6.968	Ναι

Ο στόχος για την εβδομαδιαία παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ανάλογα με την μεταβολή της ταχύτητας ανέμου αναπαρίσταται από την παρακάτω γραμμική εξίσωση, η οποία συμπίπτει με την γραμμή βάσης, καθώς τα αποτελέσματα από την εκτίμηση κινδύνου βρέθηκαν εντός στατιστικού ελέγχου.



Γράφημα 3.24: Γραμμική εξίσωση στόχου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (με ανεξάρτητη μεταβλητή την ταχύτητα ανέμου) και υπόλοιπα παλινδρόμησης

Τα αριθμητικά αποτελέσματα για την κατασκευή του παραπάνω γραφήματος παρουσιάζονται παρακάτω:

Πίνακας 3.23: Αριθμητικά αποτελέσματα στόχου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (με ανεξάρτητη μεταβλητή την ταχύτητα ανέμου)

Περίοδος	Αρχή	Τέλος	Ταχύτητα ανέμου (m/Δευτερόλεπτο)	Πραγματικό Ηλεκτρική ενέργεια (MWh)	Γραμμή βάσης Προβλεπόμενο (MWh)	Στόχος (MWh)
1	2016-01-01	2016-01-03	6,7	1.563	1.816	1.816
2	2016-01-03	2016-01-10	4,4	3.413	4.119	4.119
3	2016-01-10	2016-01-17	6,9	6.582	6.532	6.532
4	2016-01-17	2016-01-24	8,1	7.911	7.717	7.717
5	2016-01-24	2016-01-31	5,9	5.998	5.632	5.632
6	2016-01-31	2016-02-07	5,6	4.981	5.261	5.261
7	2016-02-07	2016-02-14	7,6	7.613	7.220	7.220
8	2016-02-14	2016-02-21	7,8	8.185	7.442	7.442
9	2016-02-21	2016-02-28	7,2	7.085	6.864	6.864
10	2016-02-28	2016-03-06	6,6	6.340	6.225	6.225
11	2016-03-06	2016-03-13	4,6	4.637	4.308	4.308
12	2016-03-13	2016-03-20	7,0	6.254	6.674	6.674
13	2016-03-20	2016-03-27	5,9	4.755	5.564	5.564
14	2016-03-27	2016-04-03	5,9	6.022	5.593	5.593
15	2016-04-03	2016-04-10	5,1	3.915	4.804	4.804
16	2016-04-10	2016-04-17	5,2	4.819	4.897	4.897
17	2016-04-17	2016-04-24	4,6	3.857	4.344	4.344
18	2016-04-24	2016-05-01	4,3	3.774	3.998	3.998
19	2016-05-01	2016-05-08	5,0	4.677	4.740	4.740
20	2016-05-08	2016-05-15	5,2	5.279	4.879	4.879
21	2016-05-15	2016-05-22	6,2	5.627	5.861	5.861
22	2016-05-22	2016-05-29	3,8	3.703	3.577	3.577
23	2016-05-29	2016-06-05	5,0	4.937	4.694	4.694
24	2016-06-05	2016-06-12	6,2	5.644	5.875	5.875
25	2016-06-12	2016-06-19	5,7	5.584	5.425	5.425
26	2016-06-19	2016-06-26	4,3	4.293	4.037	4.037
27	2016-06-26	2016-07-03	3,9	3.976	3.655	3.655
28	2016-07-03	2016-07-10	5,4	4.785	5.111	5.111
29	2016-07-10	2016-07-17	4,0	3.948	3.705	3.705
30	2016-07-17	2016-07-24	5,0	4.888	4.719	4.719
31	2016-07-24	2016-07-31	3,5	2.911	3.248	3.248
32	2016-07-31	2016-08-07	3,6	3.168	3.320	3.320
33	2016-08-07	2016-08-14	4,1	4.227	3.866	3.866
34	2016-08-14	2016-08-21	4,0	3.485	3.734	3.734
35	2016-08-21	2016-08-28	4,9	4.340	4.633	4.633
36	2016-08-28	2016-09-04	3,7	3.354	3.477	3.477

Περίοδος	Αρχή	Τέλος	Ταχύτητα ανέμου (m/ Δευτερόλεπτο)	Πραγματικό Ηλεκτρική ενέργεια (MWh)	Γραμμή βάσης Προβλεπόμενο (MWh)	Στόχος (MWh)
37	2016-09-04	2016-09-11	3,1	3.465	2.866	2.866
38	2016-09-11	2016-09-18	3,9	3.863	3.687	3.687
39	2016-09-18	2016-09-25	3,8	3.241	3.552	3.552
40	2016-09-25	2016-10-02	4,8	4.680	4.529	4.529
41	2016-10-02	2016-10-09	2,4	2.135	2.206	2.206
42	2016-10-09	2016-10-16	4,1	4.065	3.891	3.891
43	2016-10-16	2016-10-23	5,6	4.377	5.304	5.304
44	2016-10-23	2016-10-30	7,5	6.622	7.160	7.160
45	2016-10-30	2016-11-06	3,8	3.734	3.516	3.516
46	2016-11-06	2016-11-13	4,9	4.241	4.583	4.583
47	2016-11-13	2016-11-20	4,8	5.048	4.533	4.533
48	2016-11-20	2016-11-27	7,0	6.992	6.674	6.674
49	2016-11-27	2016-12-04	6,3	7.129	5.986	5.986
50	2016-12-04	2016-12-11	5,1	5.092	4.794	4.794
51	2016-12-11	2016-12-18	4,8	4.970	4.554	4.554
52	2016-12-18	2016-12-25	5,4	4.994	5.118	5.118
53	2016-12-25	2017-01-01	7,8	6.759	7.420	7.420
54	2017-01-01	2017-01-08	5,2	3.685	4.911	4.911
55	2017-01-08	2017-01-15	7,3	6.974	6.949	6.949
56	2017-01-15	2017-01-22	4,6	3.450	4.308	4.308
57	2017-01-22	2017-01-29	7,6	6.313	7.206	7.206
58	2017-01-29	2017-02-05	4,7	5.069	4.422	4.422
59	2017-02-05	2017-02-12	7,6	6.938	7.213	7.213
60	2017-02-12	2017-02-19	7,0	6.598	6.653	6.653
61	2017-02-19	2017-02-26	5,2	4.602	4.879	4.879
62	2017-02-26	2017-03-05	8,9	7.438	8.484	8.484
63	2017-03-05	2017-03-12	8,2	7.306	7.856	7.856
64	2017-03-12	2017-03-19	7,6	8.002	7.256	7.256
65	2017-03-19	2017-03-26	5,0	4.169	4.686	4.686
66	2017-03-26	2017-04-02	5,4	4.959	5.097	5.097
67	2017-04-02	2017-04-09	7,4	7.824	7.035	7.035
68	2017-04-09	2017-04-16	5,0	5.330	4.690	4.690
69	2017-04-16	2017-04-23	6,8	6.339	6.482	6.482
70	2017-04-23	2017-04-30	7,1	7.199	6.732	6.732
71	2017-04-30	2017-05-07	6,8	6.916	6.503	6.503
72	2017-05-07	2017-05-14	5,2	4.517	4.890	4.890
73	2017-05-14	2017-05-21	6,7	5.293	6.342	6.342
74	2017-05-21	2017-05-28	4,9	4.814	4.622	4.622
75	2017-05-28	2017-06-04	6,5	6.381	6.135	6.135
76	2017-06-04	2017-06-11	5,3	5.572	4.965	4.965
77	2017-06-11	2017-06-18	5,9	5.655	5.572	5.572
78	2017-06-18	2017-06-25	5,2	4.727	4.904	4.904
79	2017-06-25	2017-07-02	4,1	3.851	3.866	3.866
80	2017-07-02	2017-07-09	4,3	4.139	3.994	3.994
81	2017-07-09	2017-07-16	4,3	4.534	4.083	4.083
82	2017-07-16	2017-07-23	3,4	2.731	3.166	3.166
83	2017-07-23	2017-07-30	3,9	3.941	3.673	3.673
84	2017-07-30	2017-08-06	3,6	3.233	3.391	3.391
85	2017-08-06	2017-08-13	3,7	3.559	3.473	3.473
86	2017-08-13	2017-08-20	4,3	4.386	3.994	3.994
87	2017-08-20	2017-08-27	5,0	4.353	4.701	4.701
88	2017-08-27	2017-09-03	3,7	3.085	3.437	3.437
89	2017-09-03	2017-09-10	3,9	4.108	3.634	3.634
90	2017-09-10	2017-09-17	3,0	2.653	2.766	2.766
91	2017-09-17	2017-09-24	2,5	2.465	2.263	2.263
92	2017-09-24	2017-10-01	3,8	3.669	3.548	3.548
93	2017-10-01	2017-10-08	4,1	3.840	3.866	3.866
94	2017-10-08	2017-10-15	4,2	3.439	3.926	3.926
95	2017-10-15	2017-10-22	5,2	5.247	4.897	4.897
96	2017-10-22	2017-10-29	5,0	4.525	4.765	4.765
97	2017-10-29	2017-11-05	6,4	5.547	6.061	6.061
98	2017-11-05	2017-11-12	6,8	6.004	6.417	6.417
99	2017-11-12	2017-11-19	4,4	4.895	4.162	4.162
100	2017-11-19	2017-11-26	6,1	5.568	5.771	5.771
101	2017-11-26	2017-12-03	5,6	4.847	5.265	5.265
102	2017-12-03	2017-12-10	6,0	5.039	5.707	5.707
103	2017-12-10	2017-12-17	5,7	5.797	5.361	5.361
104	2017-12-17	2017-12-24	5,0	4.592	4.744	4.744
105	2017-12-24	2017-12-31	6,0	6.060	5.647	5.647
106	2017-12-31	2018-01-07	8,3	8.705	7.891	7.891
107	2018-01-07	2018-01-14	6,4	6.009	6.068	6.068

Περίοδος	Αρχή	Τέλος	Ταχύτητα ανέμου (m/δευτερόλεπτο)	Πραγματικό Ηλεκτρική ενέργεια (MWh)	Γραμμή βάσης Προβλεπόμενο (MWh)	Στόχος (MWh)
108	2018-01-14	2018-01-21	4,1	3.600	3.851	3.851
109	2018-01-21	2018-01-28	7,3	6.969	6.939	6.939
110	2018-01-28	2018-02-04	6,5	5.913	6.200	6.200
111	2018-02-04	2018-02-11	5,2	4.427	4.890	4.890
112	2018-02-11	2018-02-18	4,9	4.821	4.601	4.601
113	2018-02-18	2018-02-25	5,0	4.376	4.715	4.715
114	2018-02-25	2018-03-04	6,6	6.516	6.289	6.289
115	2018-03-04	2018-03-11	6,1	6.240	5.743	5.743
116	2018-03-11	2018-03-18	7,7	8.505	7.349	7.349
117	2018-03-18	2018-03-25	5,3	4.909	5.015	5.015
118	2018-03-25	2018-04-01	4,9	4.651	4.579	4.579
119	2018-04-01	2018-04-08	8,3	7.389	7.877	7.877
120	2018-04-08	2018-04-15	4,9	4.990	4.576	4.576
121	2018-04-15	2018-04-22	8,4	8.915	7.998	7.998
122	2018-04-22	2018-04-29	4,6	5.443	4.287	4.287
123	2018-04-29	2018-05-06	5,9	5.333	5.629	5.629
124	2018-05-06	2018-05-13	5,4	5.068	5.061	5.061
125	2018-05-13	2018-05-20	5,0	4.478	4.708	4.708
126	2018-05-20	2018-05-27	5,8	6.014	5.518	5.518
127	2018-05-27	2018-06-03	5,5	5.213	5.197	5.197
128	2018-06-03	2018-06-10	5,2	4.542	4.876	4.876
129	2018-06-10	2018-06-17	4,0	3.683	3.755	3.755
130	2018-06-17	2018-06-24	4,5	4.719	4.194	4.194
131	2018-06-24	2018-07-01	3,7	3.334	3.505	3.505
132	2018-07-01	2018-07-08	4,5	4.211	4.212	4.212
133	2018-07-08	2018-07-15	3,9	3.838	3.669	3.669
134	2018-07-15	2018-07-22	3,8	3.472	3.552	3.552
135	2018-07-22	2018-07-29	4,9	5.333	4.604	4.604
136	2018-07-29	2018-08-05	3,5	2.925	3.245	3.245
137	2018-08-05	2018-08-12	3,6	3.398	3.323	3.323
138	2018-08-12	2018-08-19	3,4	3.028	3.120	3.120
139	2018-08-19	2018-08-26	4,6	4.797	4.369	4.369
140	2018-08-26	2018-09-02	4,3	4.589	3.991	3.991
141	2018-09-02	2018-09-09	3,3	3.277	3.066	3.066
142	2018-09-09	2018-09-16	2,4	2.377	2.231	2.231
143	2018-09-16	2018-09-23	4,5	4.214	4.223	4.223
144	2018-09-23	2018-09-30	5,4	5.423	5.104	5.104
145	2018-09-30	2018-10-07	3,7	3.823	3.494	3.494
146	2018-10-07	2018-10-14	4,3	3.771	4.016	4.016
147	2018-10-14	2018-10-21	7,0	7.216	6.674	6.674
148	2018-10-21	2018-10-28	5,6	5.544	5.347	5.347
149	2018-10-28	2018-11-04	4,9	4.712	4.597	4.597
150	2018-11-04	2018-11-11	8,2	7.796	7.849	7.849
151	2018-11-11	2018-11-18	5,1	5.880	4.819	4.819
152	2018-11-18	2018-11-25	5,0	4.614	4.669	4.669
153	2018-11-25	2018-12-02	4,6	5.138	4.365	4.365
154	2018-12-02	2018-12-09	4,6	3.891	4.337	4.337
155	2018-12-09	2018-12-16	3,4	3.443	3.163	3.163
156	2018-12-16	2018-12-23	6,6	6.627	6.314	6.314
157	2018-12-23	2018-12-30	5,6	5.374	5.307	5.307
158	2018-12-30	2019-01-06	4,7	4.684	4.401	4.401
159	2019-01-06	2019-01-13	8,8	8.773	8.434	8.434
160	2019-01-13	2019-01-20	4,2	3.108	3.962	3.962
161	2019-01-20	2019-01-27	7,6	7.317	7.235	7.235
162	2019-01-27	2019-02-03	7,1	6.295	6.707	6.707
163	2019-02-03	2019-02-10	7,0	7.372	6.610	6.610
164	2019-02-10	2019-02-17	7,1	6.096	6.721	6.721
165	2019-02-17	2019-02-24	5,1	4.333	4.822	4.822
166	2019-02-24	2019-03-03	6,8	6.112	6.446	6.446
167	2019-03-03	2019-03-10	5,3	4.661	4.983	4.983
168	2019-03-10	2019-03-17	9,1	8.604	8.659	8.659
169	2019-03-17	2019-03-24	6,1	5.777	5.768	5.768
170	2019-03-24	2019-03-31	5,5	5.819	5.172	5.172
171	2019-03-31	2019-04-07	7,8	7.615	7.474	7.474
172	2019-04-07	2019-04-14	6,3	4.773	6.025	6.025
173	2019-04-14	2019-04-21	7,7	7.011	7.335	7.335
174	2019-04-21	2019-04-28	6,7	6.023	6.350	6.350
175	2019-04-28	2019-05-05	4,7	4.709	4.387	4.387
176	2019-05-05	2019-05-12	5,9	5.906	5.629	5.629
177	2019-05-12	2019-05-19	5,0	4.948	4.708	4.708
178	2019-05-19	2019-05-26	5,6	6.442	5.275	5.275

Περίοδος	Αρχή	Τέλος	Ταχύτητα ανέμου (m/Δευτερόλεπτο)	Πραγματικό Ηλεκτρική ενέργεια (MWh)	Γραμμή βάσης Προβλεπόμενο (MWh)	Στόχος (MWh)
179	2019-05-26	2019-06-02	4,0	3.380	3.748	3.748
180	2019-06-02	2019-06-09	4,4	4.325	4.140	4.140
181	2019-06-09	2019-06-16	5,8	5.330	5.514	5.514
182	2019-06-16	2019-06-23	4,4	4.701	4.123	4.123
183	2019-06-23	2019-06-30	4,8	4.406	4.558	4.558
184	2019-06-30	2019-07-07	4,5	4.224	4.215	4.215
185	2019-07-07	2019-07-14	4,3	4.567	4.001	4.001
186	2019-07-14	2019-07-21	4,7	4.445	4.387	4.387
187	2019-07-21	2019-07-28	3,1	2.969	2.863	2.863
188	2019-07-28	2019-08-04	3,5	3.071	3.298	3.298
189	2019-08-04	2019-08-11	4,1	4.278	3.848	3.848
190	2019-08-11	2019-08-18	3,5	3.453	3.277	3.277
191	2019-08-18	2019-08-25	3,7	3.406	3.487	3.487
192	2019-08-25	2019-09-01	3,5	3.675	3.287	3.287
193	2019-09-01	2019-09-08	3,9	4.149	3.648	3.648
194	2019-09-08	2019-09-15	4,7	4.907	4.408	4.408
195	2019-09-15	2019-09-22	3,0	2.386	2.773	2.773
196	2019-09-22	2019-09-29	4,0	3.428	3.784	3.784
197	2019-09-29	2019-10-06	3,7	3.558	3.452	3.452
198	2019-10-06	2019-10-13	3,7	3.337	3.441	3.441
199	2019-10-13	2019-10-20	6,1	5.813	5.789	5.789
200	2019-10-20	2019-10-27	4,2	4.040	3.916	3.916
201	2019-10-27	2019-11-03	5,9	5.459	5.575	5.575
202	2019-11-03	2019-11-10	4,9	5.159	4.633	4.633
203	2019-11-10	2019-11-17	6,6	6.742	6.303	6.303
204	2019-11-17	2019-11-24	4,3	3.753	4.008	4.008
205	2019-11-24	2019-12-01	4,4	4.613	4.151	4.151
206	2019-12-01	2019-12-08	4,8	4.965	4.554	4.554
207	2019-12-08	2019-12-15	6,8	6.313	6.489	6.489
208	2019-12-15	2019-12-22	6,9	6.438	6.564	6.564
209	2019-12-22	2019-12-29	5,4	5.332	5.065	5.065
210	2019-12-29	2020-01-05	4,5	4.689	4.230	4.230
211	2020-01-05	2020-01-12	5,7	6.231	5.425	5.425
212	2020-01-12	2020-01-19	5,1	5.430	4.836	4.836
213	2020-01-19	2020-01-26	4,7	4.158	4.383	4.383
214	2020-01-26	2020-02-02	3,8	3.681	3.516	3.516
215	2020-02-02	2020-02-09	4,9	4.601	4.665	4.665
216	2020-02-09	2020-02-16	4,2	3.539	3.905	3.905
217	2020-02-16	2020-02-23	6,9	5.794	6.528	6.528
218	2020-02-23	2020-03-01	5,6	5.963	5.300	5.300
219	2020-03-01	2020-03-08	6,7	5.832	6.392	6.392
220	2020-03-08	2020-03-15	7,6	7.222	7.188	7.188
221	2020-03-15	2020-03-22	7,2	7.474	6.817	6.817
222	2020-03-22	2020-03-29	5,9	5.322	5.586	5.586
223	2020-03-29	2020-04-05	7,8	7.305	7.388	7.388
224	2020-04-05	2020-04-12	5,9	5.448	5.622	5.622
225	2020-04-12	2020-04-19	7,8	8.120	7.424	7.424
226	2020-04-19	2020-04-26	6,7	5.775	6.392	6.392
227	2020-04-26	2020-05-03	8,2	7.358	7.806	7.806
228	2020-05-03	2020-05-10	6,2	5.321	5.921	5.921
229	2020-05-10	2020-05-17	6,0	5.124	5.672	5.672
230	2020-05-17	2020-05-24	5,2	4.569	4.918	4.918
231	2020-05-24	2020-05-31	5,1	5.006	4.776	4.776
232	2020-05-31	2020-06-07	4,0	3.682	3.723	3.723
233	2020-06-07	2020-06-14	5,9	4.981	5.611	5.611
234	2020-06-14	2020-06-21	2,6	2.588	2.395	2.395
235	2020-06-21	2020-06-28	3,8	3.555	3.512	3.512
236	2020-06-28	2020-07-05	4,3	4.204	4.001	4.001
237	2020-07-05	2020-07-12	3,9	3.517	3.619	3.619
238	2020-07-12	2020-07-19	5,2	4.841	4.879	4.879
239	2020-07-19	2020-07-26	3,9	3.836	3.662	3.662
240	2020-07-26	2020-08-02	4,9	4.595	4.572	4.572
241	2020-08-02	2020-08-09	4,4	4.118	4.115	4.115
242	2020-08-09	2020-08-16	3,3	3.350	3.091	3.091
243	2020-08-16	2020-08-23	4,2	3.635	3.912	3.912
244	2020-08-23	2020-08-30	4,0	3.515	3.723	3.723
245	2020-08-30	2020-09-06	5,6	4.942	5.272	5.272
246	2020-09-06	2020-09-13	3,9	3.552	3.662	3.662
247	2020-09-13	2020-09-20	4,3	4.867	4.051	4.051
248	2020-09-20	2020-09-27	3,2	2.707	2.970	2.970
249	2020-09-27	2020-10-04	4,2	4.356	3.941	3.941

Περίοδος	Αρχή	Τέλος	Ταχύτητα ανέμου (m/Δευτερόλεπτο)	Πραγματικό Ηλεκτρική ενέργεια (MWh)	Γραμμή βάσης Προβλεπόμενο (MWh)	Στόχος (MWh)
250	2020-10-04	2020-10-11	4,9	4.632	4.579	4.579
251	2020-10-11	2020-10-18	5,3	4.629	4.968	4.968
252	2020-10-18	2020-10-25	5,4	5.244	5.093	5.093
253	2020-10-25	2020-11-01	4,2	4.557	3.969	3.969
254	2020-11-01	2020-11-08	7,0	6.066	6.635	6.635
255	2020-11-08	2020-11-15	3,9	4.217	3.655	3.655
256	2020-11-15	2020-11-22	7,5	6.923	7.099	7.099
257	2020-11-22	2020-11-29	5,0	4.382	4.722	4.722
258	2020-11-29	2020-12-06	4,9	4.049	4.647	4.647
259	2020-12-06	2020-12-13	5,9	5.219	5.543	5.543
260	2020-12-13	2020-12-20	5,0	4.971	4.669	4.669
261	2020-12-20	2020-12-27	7,5	6.992	7.185	7.185
262	2020-12-27	2021-01-01	7,5	5.645	5.105	5.105

Καθώς η επίδραση του κινδύνου βρέθηκε εντός στατιστικού ελέγχου, οι τιμές για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για όλες τις περιόδους εκτίμησης συμπεριελήφθησαν στο παραπάνω γράφημα υπολογισμού του στόχου παραγωγής.

Πίνακας 3.24: Αριθμητικά αποτελέσματα στόχου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (με ανεξάρτητη μεταβλητή την ταχύτητα ανέμου) – εισαγωγή στο μοντέλο

Περίοδος	Ταχύτητα ανέμου (m/δευτερόλεπτο/ημέρα)	Πραγματικό Ηλεκτρική ενέργεια (MWh/ημέρα)	Γραμμή βάσης Προβλεπόμενο (MWh/ημέρα)	Στόχος (MWh/ημέρα)	Συμπεριλαμβανόμενο
1	6,7	782	908	908	Ναι
2	4,4	488	588	588	Ναι
3	6,9	940	933	933	Ναι
4	8,1	1.130	1.102	1.102	Ναι
5	5,9	857	805	805	Ναι
6	5,6	712	752	752	Ναι
7	7,6	1.088	1.031	1.031	Ναι
8	7,8	1.169	1.063	1.063	Ναι
9	7,2	1.012	981	981	Ναι
10	6,6	906	889	889	Ναι
11	4,6	662	615	615	Ναι
12	7,0	893	953	953	Ναι
13	5,9	679	795	795	Ναι
14	5,9	860	799	799	Ναι
15	5,1	559	686	686	Ναι
16	5,2	688	700	700	Ναι
17	4,6	551	621	621	Ναι
18	4,3	539	571	571	Ναι
19	5,0	668	677	677	Ναι
20	5,2	754	697	697	Ναι
21	6,2	804	837	837	Ναι
22	3,8	529	511	511	Ναι
23	5,0	705	671	671	Ναι
24	6,2	806	839	839	Ναι
25	5,7	798	775	775	Ναι
26	4,3	613	577	577	Ναι
27	3,9	568	522	522	Ναι
28	5,4	684	730	730	Ναι
29	4,0	564	529	529	Ναι
30	5,0	698	674	674	Ναι
31	3,5	416	464	464	Ναι
32	3,6	453	474	474	Ναι
33	4,1	604	552	552	Ναι
34	4,0	498	533	533	Ναι
35	4,9	620	662	662	Ναι
36	3,7	479	497	497	Ναι
37	3,1	495	409	409	Ναι
38	3,9	552	527	527	Ναι
39	3,8	463	507	507	Ναι
40	4,8	669	647	647	Ναι
41	2,4	305	315	315	Ναι
42	4,1	581	556	556	Ναι
43	5,6	625	758	758	Ναι
44	7,5	946	1.023	1.023	Ναι
45	3,8	533	502	502	Ναι
46	4,9	606	655	655	Ναι
47	4,8	721	648	648	Ναι
48	7,0	999	953	953	Ναι
49	6,3	1.018	855	855	Ναι
50	5,1	727	685	685	Ναι
51	4,8	710	651	651	Ναι
52	5,4	713	731	731	Ναι
53	7,8	966	1.060	1.060	Ναι

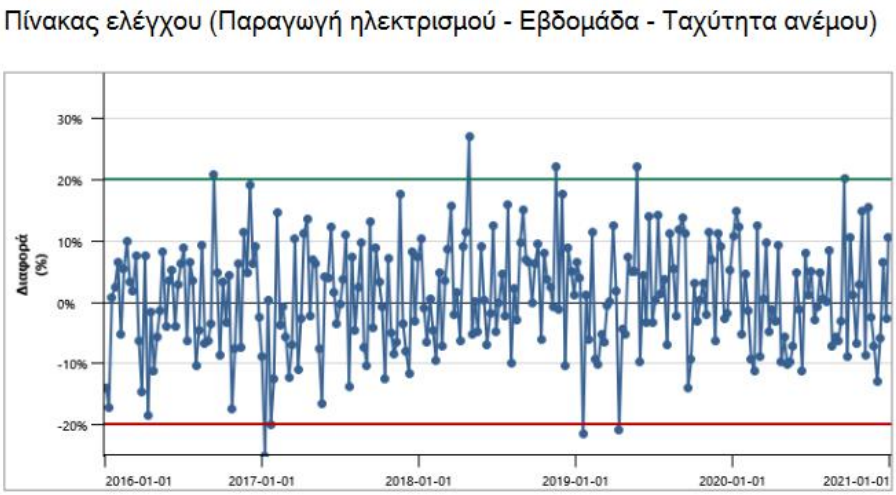
Περίοδος	Ταχύτητα ανέμου (m/ Δευτερόλεπτο/ ημέρα)	Πραγματικό Ηλεκτρική ενέργεια (MWh/ημέρα)	Γραμμή βάσης Προβλεπόμενο (MWh/ημέρα)	Στόχος (MWh/ημέρα)	Συμπεριλαμβανόμενο
54	5,2	526	702	702	Ναι
55	7,3	996	993	993	Ναι
56	4,6	493	615	615	Ναι
57	7,6	902	1.029	1.029	Ναι
58	4,7	724	632	632	Ναι
59	7,6	991	1.030	1.030	Ναι
60	7,0	943	950	950	Ναι
61	5,2	657	697	697	Ναι
62	8,9	1.063	1.212	1.212	Ναι
63	8,2	1.044	1.122	1.122	Ναι
64	7,6	1.143	1.037	1.037	Ναι
65	5,0	596	669	669	Ναι
66	5,4	708	728	728	Ναι
67	7,4	1.118	1.005	1.005	Ναι
68	5,0	761	670	670	Ναι
69	6,8	906	926	926	Ναι
70	7,1	1.028	962	962	Ναι
71	6,8	988	929	929	Ναι
72	5,2	645	699	699	Ναι
73	6,7	756	906	906	Ναι
74	4,9	688	660	660	Ναι
75	6,5	912	876	876	Ναι
76	5,3	796	709	709	Ναι
77	5,9	808	796	796	Ναι
78	5,2	675	701	701	Ναι
79	4,1	550	552	552	Ναι
80	4,3	591	571	571	Ναι
81	4,3	648	583	583	Ναι
82	3,4	390	452	452	Ναι
83	3,9	563	525	525	Ναι
84	3,6	462	484	484	Ναι
85	3,7	508	496	496	Ναι
86	4,3	627	571	571	Ναι
87	5,0	622	672	672	Ναι
88	3,7	441	491	491	Ναι
89	3,9	587	519	519	Ναι
90	3,0	379	395	395	Ναι
91	2,5	352	323	323	Ναι
92	3,8	524	507	507	Ναι
93	4,1	549	552	552	Ναι
94	4,2	491	561	561	Ναι
95	5,2	750	700	700	Ναι
96	5,0	646	681	681	Ναι
97	6,4	792	866	866	Ναι
98	6,8	858	917	917	Ναι
99	4,4	699	595	595	Ναι
100	6,1	795	824	824	Ναι
101	5,6	692	752	752	Ναι
102	6,0	720	815	815	Ναι
103	5,7	828	766	766	Ναι
104	5,0	656	678	678	Ναι
105	6,0	866	807	807	Ναι
106	8,3	1.244	1.127	1.127	Ναι
107	6,4	858	867	867	Ναι
108	4,1	514	550	550	Ναι
109	7,3	996	991	991	Ναι
110	6,5	845	886	886	Ναι
111	5,2	632	699	699	Ναι
112	4,9	689	657	657	Ναι
113	5,0	625	674	674	Ναι
114	6,6	931	898	898	Ναι
115	6,1	891	820	820	Ναι
116	7,7	1.215	1.050	1.050	Ναι
117	5,3	701	716	716	Ναι
118	4,9	664	654	654	Ναι
119	8,3	1.056	1.125	1.125	Ναι
120	4,9	713	654	654	Ναι
121	8,4	1.274	1.143	1.143	Ναι
122	4,6	778	612	612	Ναι
123	5,9	762	804	804	Ναι

Περίοδος	Ταχύτητα ανέμου (m/ Δευτερόλεπτο/ ημέρα)	Πραγματικό Ηλεκτρική ενέργεια (MWh/ημέρα)	Γραμμή βάσης Προβλεπόμενο (MWh/ημέρα)	Στόχος (MWh/ημέρα)	Συμπεριλαμβανόμενο
124	5,4	724	723	723	Ναι
125	5,0	640	673	673	Ναι
126	5,8	859	788	788	Ναι
127	5,5	745	742	742	Ναι
128	5,2	649	697	697	Ναι
129	4,0	526	536	536	Ναι
130	4,5	674	599	599	Ναι
131	3,7	476	501	501	Ναι
132	4,5	602	602	602	Ναι
133	3,9	548	524	524	Ναι
134	3,8	496	507	507	Ναι
135	4,9	762	658	658	Ναι
136	3,5	418	464	464	Ναι
137	3,6	485	475	475	Ναι
138	3,4	433	446	446	Ναι
139	4,6	685	624	624	Ναι
140	4,3	656	570	570	Ναι
141	3,3	468	438	438	Ναι
142	2,4	340	319	319	Ναι
143	4,5	602	603	603	Ναι
144	5,4	775	729	729	Ναι
145	3,7	546	499	499	Ναι
146	4,3	539	574	574	Ναι
147	7,0	1.031	953	953	Ναι
148	5,6	792	764	764	Ναι
149	4,9	673	657	657	Ναι
150	8,2	1.114	1.121	1.121	Ναι
151	5,1	840	688	688	Ναι
152	5,0	659	667	667	Ναι
153	4,6	734	624	624	Ναι
154	4,6	556	620	620	Ναι
155	3,4	492	452	452	Ναι
156	6,6	947	902	902	Ναι
157	5,6	768	758	758	Ναι
158	4,7	669	629	629	Ναι
159	8,8	1.253	1.205	1.205	Ναι
160	4,2	444	566	566	Ναι
161	7,6	1.045	1.034	1.034	Ναι
162	7,1	899	958	958	Ναι
163	7,0	1.053	944	944	Ναι
164	7,1	871	960	960	Ναι
165	5,1	619	689	689	Ναι
166	6,8	873	921	921	Ναι
167	5,3	666	712	712	Ναι
168	9,1	1.229	1.237	1.237	Ναι
169	6,1	825	824	824	Ναι
170	5,5	831	739	739	Ναι
171	7,8	1.088	1.068	1.068	Ναι
172	6,3	682	861	861	Ναι
173	7,7	1.002	1.048	1.048	Ναι
174	6,7	860	907	907	Ναι
175	4,7	673	627	627	Ναι
176	5,9	844	804	804	Ναι
177	5,0	707	673	673	Ναι
178	5,6	920	754	754	Ναι
179	4,0	483	535	535	Ναι
180	4,4	618	591	591	Ναι
181	5,8	761	788	788	Ναι
182	4,4	672	589	589	Ναι
183	4,8	629	651	651	Ναι
184	4,5	603	602	602	Ναι
185	4,3	652	572	572	Ναι
186	4,7	635	627	627	Ναι
187	3,1	424	409	409	Ναι
188	3,5	439	471	471	Ναι
189	4,1	611	550	550	Ναι
190	3,5	493	468	468	Ναι
191	3,7	487	498	498	Ναι
192	3,5	525	470	470	Ναι
193	3,9	593	521	521	Ναι

Περίοδος	Ταχύτητα ανέμου (m/ Δευτερόλεπτο/ ημέρα)	Πραγματικό Ηλεκτρική ενέργεια (MWh/ημέρα)	Γραμμή βάσης Προβλεπόμενο (MWh/ημέρα)	Στόχος (MWh/ημέρα)	Συμπεριλαμβανόμενο
194	4,7	701	630	630	Ναι
195	3,0	341	396	396	Ναι
196	4,0	490	541	541	Ναι
197	3,7	508	493	493	Ναι
198	3,7	477	492	492	Ναι
199	6,1	830	827	827	Ναι
200	4,2	577	559	559	Ναι
201	5,9	780	796	796	Ναι
202	4,9	737	662	662	Ναι
203	6,6	963	900	900	Ναι
204	4,3	536	573	573	Ναι
205	4,4	659	593	593	Ναι
206	4,8	709	651	651	Ναι
207	6,8	902	927	927	Ναι
208	6,9	920	938	938	Ναι
209	5,4	762	724	724	Ναι
210	4,5	670	604	604	Ναι
211	5,7	890	775	775	Ναι
212	5,1	776	691	691	Ναι
213	4,7	594	626	626	Ναι
214	3,8	526	502	502	Ναι
215	4,9	657	666	666	Ναι
216	4,2	506	558	558	Ναι
217	6,9	828	933	933	Ναι
218	5,6	852	757	757	Ναι
219	6,7	833	913	913	Ναι
220	7,6	1.032	1.027	1.027	Ναι
221	7,2	1.068	974	974	Ναι
222	5,9	760	798	798	Ναι
223	7,8	1.044	1.055	1.055	Ναι
224	5,9	778	803	803	Ναι
225	7,8	1.160	1.061	1.061	Ναι
226	6,7	825	913	913	Ναι
227	8,2	1.051	1.115	1.115	Ναι
228	6,2	760	846	846	Ναι
229	6,0	732	810	810	Ναι
230	5,2	653	703	703	Ναι
231	5,1	715	682	682	Ναι
232	4,0	526	532	532	Ναι
233	5,9	712	802	802	Ναι
234	2,6	370	342	342	Ναι
235	3,8	508	502	502	Ναι
236	4,3	601	572	572	Ναι
237	3,9	502	517	517	Ναι
238	5,2	692	697	697	Ναι
239	3,9	548	523	523	Ναι
240	4,9	656	653	653	Ναι
241	4,4	588	588	588	Ναι
242	3,3	479	442	442	Ναι
243	4,2	519	559	559	Ναι
244	4,0	502	532	532	Ναι
245	5,6	706	753	753	Ναι
246	3,9	507	523	523	Ναι
247	4,3	695	579	579	Ναι
248	3,2	387	424	424	Ναι
249	4,2	622	563	563	Ναι
250	4,9	662	654	654	Ναι
251	5,3	661	710	710	Ναι
252	5,4	749	728	728	Ναι
253	4,2	651	567	567	Ναι
254	7,0	867	948	948	Ναι
255	3,9	602	522	522	Ναι
256	7,5	989	1.014	1.014	Ναι
257	5,0	626	675	675	Ναι
258	4,9	578	664	664	Ναι
259	5,9	746	792	792	Ναι
260	5,0	710	667	667	Ναι
261	7,5	999	1.026	1.026	Ναι
262	7,5	1.129	1.021	1.021	Ναι

Σε επίπεδο εβδομάδας, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας βρίσκεται κάτω από το κάτω όριο ελέγχου τρεις εβδομάδες και πάνω από το άνω όριο ελέγχου τέσσερις εβδομάδες συνολικά από τις 53 εβδομάδες του έτους.

Γράφημα 3.25: Διάγραμμα ελέγχου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας



Τα αριθμητικά αποτελέσματα για την κατασκευή του παραπάνω γραφήματος παρουσιάζονται παρακάτω:

Πίνακας 3.25: Διάγραμμα ελέγχου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας – αριθμητικά αποτελέσματα

Περίοδος	Αρχή	Τέλος	Ταχύτητα ανέμου (m/ Δευτερόλεπτο)	Πραγματικό Ηλεκτρική ενέργεια (MWh)	Γραμμή βάσης Προβλεπόμενο (MWh)	Στόχος (MWh)
1	2016-01-01	2016-01-03	6,7	1.563	1.816	1.816
2	2016-01-03	2016-01-10	4,4	3.413	4.119	4.119
3	2016-01-10	2016-01-17	6,9	6.582	6.532	6.532
4	2016-01-17	2016-01-24	8,1	7.911	7.717	7.717
5	2016-01-24	2016-01-31	5,9	5.998	5.632	5.632
6	2016-01-31	2016-02-07	5,6	4.981	5.261	5.261
7	2016-02-07	2016-02-14	7,6	7.613	7.220	7.220
8	2016-02-14	2016-02-21	7,8	8.185	7.442	7.442
9	2016-02-21	2016-02-28	7,2	7.085	6.864	6.864
10	2016-02-28	2016-03-06	6,6	6.340	6.225	6.225
11	2016-03-06	2016-03-13	4,6	4.637	4.308	4.308
12	2016-03-13	2016-03-20	7,0	6.254	6.674	6.674
13	2016-03-20	2016-03-27	5,9	4.755	5.564	5.564
14	2016-03-27	2016-04-03	5,9	6.022	5.593	5.593
15	2016-04-03	2016-04-10	5,1	3.915	4.804	4.804
16	2016-04-10	2016-04-17	5,2	4.819	4.897	4.897
17	2016-04-17	2016-04-24	4,6	3.857	4.344	4.344
18	2016-04-24	2016-05-01	4,3	3.774	3.998	3.998
19	2016-05-01	2016-05-08	5,0	4.677	4.740	4.740
20	2016-05-08	2016-05-15	5,2	5.279	4.879	4.879
21	2016-05-15	2016-05-22	6,2	5.627	5.861	5.861
22	2016-05-22	2016-05-29	3,8	3.703	3.577	3.577
23	2016-05-29	2016-06-05	5,0	4.937	4.694	4.694
24	2016-06-05	2016-06-12	6,2	5.644	5.875	5.875
25	2016-06-12	2016-06-19	5,7	5.584	5.425	5.425
26	2016-06-19	2016-06-26	4,3	4.293	4.037	4.037
27	2016-06-26	2016-07-03	3,9	3.976	3.655	3.655
28	2016-07-03	2016-07-10	5,4	4.785	5.111	5.111
29	2016-07-10	2016-07-17	4,0	3.948	3.705	3.705
30	2016-07-17	2016-07-24	5,0	4.888	4.719	4.719
31	2016-07-24	2016-07-31	3,5	2.911	3.248	3.248
32	2016-07-31	2016-08-07	3,6	3.168	3.320	3.320
33	2016-08-07	2016-08-14	4,1	4.227	3.866	3.866
34	2016-08-14	2016-08-21	4,0	3.485	3.734	3.734
35	2016-08-21	2016-08-28	4,9	4.340	4.633	4.633

Περίοδος	Αρχή	Τέλος	Ταχύτητα ανέμου (m/Δευτερόλεπτο)	Πραγματικό Ηλεκτρική ενέργεια (MWh)	Γραμμή βάσης Προβλεπόμενο (MWh)	Στόχος (MWh)
36	2016-08-28	2016-09-04	3,7	3.354	3.477	3.477
37	2016-09-04	2016-09-11	3,1	3.465	2.866	2.866
38	2016-09-11	2016-09-18	3,9	3.863	3.687	3.687
39	2016-09-18	2016-09-25	3,8	3.241	3.552	3.552
40	2016-09-25	2016-10-02	4,8	4.680	4.529	4.529
41	2016-10-02	2016-10-09	2,4	2.135	2.206	2.206
42	2016-10-09	2016-10-16	4,1	4.065	3.891	3.891
43	2016-10-16	2016-10-23	5,6	4.377	5.304	5.304
44	2016-10-23	2016-10-30	7,5	6.622	7.160	7.160
45	2016-10-30	2016-11-06	3,8	3.734	3.516	3.516
46	2016-11-06	2016-11-13	4,9	4.241	4.583	4.583
47	2016-11-13	2016-11-20	4,8	5.048	4.533	4.533
48	2016-11-20	2016-11-27	7,0	6.992	6.674	6.674
49	2016-11-27	2016-12-04	6,3	7.129	5.986	5.986
50	2016-12-04	2016-12-11	5,1	5.092	4.794	4.794
51	2016-12-11	2016-12-18	4,8	4.970	4.554	4.554
52	2016-12-18	2016-12-25	5,4	4.994	5.118	5.118
53	2016-12-25	2017-01-01	7,8	6.759	7.420	7.420
54	2017-01-01	2017-01-08	5,2	3.685	4.911	4.911
55	2017-01-08	2017-01-15	7,3	6.974	6.949	6.949
56	2017-01-15	2017-01-22	4,6	3.450	4.308	4.308
57	2017-01-22	2017-01-29	7,6	6.313	7.206	7.206
58	2017-01-29	2017-02-05	4,7	5.069	4.422	4.422
59	2017-02-05	2017-02-12	7,6	6.938	7.213	7.213
60	2017-02-12	2017-02-19	7,0	6.598	6.653	6.653
61	2017-02-19	2017-02-26	5,2	4.602	4.879	4.879
62	2017-02-26	2017-03-05	8,9	7.438	8.484	8.484
63	2017-03-05	2017-03-12	8,2	7.306	7.856	7.856
64	2017-03-12	2017-03-19	7,6	8.002	7.256	7.256
65	2017-03-19	2017-03-26	5,0	4.169	4.686	4.686
66	2017-03-26	2017-04-02	5,4	4.959	5.097	5.097
67	2017-04-02	2017-04-09	7,4	7.824	7.035	7.035
68	2017-04-09	2017-04-16	5,0	5.330	4.690	4.690
69	2017-04-16	2017-04-23	6,8	6.339	6.482	6.482
70	2017-04-23	2017-04-30	7,1	7.199	6.732	6.732
71	2017-04-30	2017-05-07	6,8	6.916	6.503	6.503
72	2017-05-07	2017-05-14	5,2	4.517	4.890	4.890
73	2017-05-14	2017-05-21	6,7	5.293	6.342	6.342
74	2017-05-21	2017-05-28	4,9	4.814	4.622	4.622
75	2017-05-28	2017-06-04	6,5	6.381	6.135	6.135
76	2017-06-04	2017-06-11	5,3	5.572	4.965	4.965
77	2017-06-11	2017-06-18	5,9	5.655	5.572	5.572
78	2017-06-18	2017-06-25	5,2	4.727	4.904	4.904
79	2017-06-25	2017-07-02	4,1	3.851	3.866	3.866
80	2017-07-02	2017-07-09	4,3	4.139	3.994	3.994
81	2017-07-09	2017-07-16	4,3	4.534	4.083	4.083
82	2017-07-16	2017-07-23	3,4	2.731	3.166	3.166
83	2017-07-23	2017-07-30	3,9	3.941	3.673	3.673
84	2017-07-30	2017-08-06	3,6	3.233	3.391	3.391
85	2017-08-06	2017-08-13	3,7	3.559	3.473	3.473
86	2017-08-13	2017-08-20	4,3	4.386	3.994	3.994
87	2017-08-20	2017-08-27	5,0	4.353	4.701	4.701
88	2017-08-27	2017-09-03	3,7	3.085	3.437	3.437
89	2017-09-03	2017-09-10	3,9	4.108	3.634	3.634
90	2017-09-10	2017-09-17	3,0	2.653	2.766	2.766
91	2017-09-17	2017-09-24	2,5	2.465	2.263	2.263
92	2017-09-24	2017-10-01	3,8	3.669	3.548	3.548
93	2017-10-01	2017-10-08	4,1	3.840	3.866	3.866
94	2017-10-08	2017-10-15	4,2	3.439	3.926	3.926
95	2017-10-15	2017-10-22	5,2	5.247	4.897	4.897
96	2017-10-22	2017-10-29	5,0	4.525	4.765	4.765
97	2017-10-29	2017-11-05	6,4	5.547	6.061	6.061
98	2017-11-05	2017-11-12	6,8	6.004	6.417	6.417
99	2017-11-12	2017-11-19	4,4	4.895	4.162	4.162
100	2017-11-19	2017-11-26	6,1	5.568	5.771	5.771
101	2017-11-26	2017-12-03	5,6	4.847	5.265	5.265
102	2017-12-03	2017-12-10	6,0	5.039	5.707	5.707
103	2017-12-10	2017-12-17	5,7	5.797	5.361	5.361
104	2017-12-17	2017-12-24	5,0	4.592	4.744	4.744
105	2017-12-24	2017-12-31	6,0	6.060	5.647	5.647
106	2017-12-31	2018-01-07	8,3	8.705	7.891	7.891

Περίοδος	Αρχή	Τέλος	Ταχύτητα ανέμου (m/Δευτερόλεπτο)	Πραγματικό Ηλεκτρική ενέργεια (MWh)	Γραμμή βάσης Προβλεπόμενο (MWh)	Στόχος (MWh)
107	2018-01-07	2018-01-14	6,4	6.009	6.068	6.068
108	2018-01-14	2018-01-21	4,1	3.600	3.851	3.851
109	2018-01-21	2018-01-28	7,3	6.969	6.939	6.939
110	2018-01-28	2018-02-04	6,5	5.913	6.200	6.200
111	2018-02-04	2018-02-11	5,2	4.427	4.890	4.890
112	2018-02-11	2018-02-18	4,9	4.821	4.601	4.601
113	2018-02-18	2018-02-25	5,0	4.376	4.715	4.715
114	2018-02-25	2018-03-04	6,6	6.516	6.289	6.289
115	2018-03-04	2018-03-11	6,1	6.240	5.743	5.743
116	2018-03-11	2018-03-18	7,7	8.505	7.349	7.349
117	2018-03-18	2018-03-25	5,3	4.909	5.015	5.015
118	2018-03-25	2018-04-01	4,9	4.651	4.579	4.579
119	2018-04-01	2018-04-08	8,3	7.389	7.877	7.877
120	2018-04-08	2018-04-15	4,9	4.990	4.576	4.576
121	2018-04-15	2018-04-22	8,4	8.915	7.998	7.998
122	2018-04-22	2018-04-29	4,6	5.443	4.287	4.287
123	2018-04-29	2018-05-06	5,9	5.333	5.629	5.629
124	2018-05-06	2018-05-13	5,4	5.068	5.061	5.061
125	2018-05-13	2018-05-20	5,0	4.478	4.708	4.708
126	2018-05-20	2018-05-27	5,8	6.014	5.518	5.518
127	2018-05-27	2018-06-03	5,5	5.213	5.197	5.197
128	2018-06-03	2018-06-10	5,2	4.542	4.876	4.876
129	2018-06-10	2018-06-17	4,0	3.683	3.755	3.755
130	2018-06-17	2018-06-24	4,5	4.719	4.194	4.194
131	2018-06-24	2018-07-01	3,7	3.334	3.505	3.505
132	2018-07-01	2018-07-08	4,5	4.211	4.212	4.212
133	2018-07-08	2018-07-15	3,9	3.838	3.669	3.669
134	2018-07-15	2018-07-22	3,8	3.472	3.552	3.552
135	2018-07-22	2018-07-29	4,9	5.333	4.604	4.604
136	2018-07-29	2018-08-05	3,5	2.925	3.245	3.245
137	2018-08-05	2018-08-12	3,6	3.398	3.323	3.323
138	2018-08-12	2018-08-19	3,4	3.028	3.120	3.120
139	2018-08-19	2018-08-26	4,6	4.797	4.369	4.369
140	2018-08-26	2018-09-02	4,3	4.589	3.991	3.991
141	2018-09-02	2018-09-09	3,3	3.277	3.066	3.066
142	2018-09-09	2018-09-16	2,4	2.377	2.231	2.231
143	2018-09-16	2018-09-23	4,5	4.214	4.223	4.223
144	2018-09-23	2018-09-30	5,4	5.423	5.104	5.104
145	2018-09-30	2018-10-07	3,7	3.823	3.494	3.494
146	2018-10-07	2018-10-14	4,3	3.771	4.016	4.016
147	2018-10-14	2018-10-21	7,0	7.216	6.674	6.674
148	2018-10-21	2018-10-28	5,6	5.544	5.347	5.347
149	2018-10-28	2018-11-04	4,9	4.712	4.597	4.597
150	2018-11-04	2018-11-11	8,2	7.796	7.849	7.849
151	2018-11-11	2018-11-18	5,1	5.880	4.819	4.819
152	2018-11-18	2018-11-25	5,0	4.614	4.669	4.669
153	2018-11-25	2018-12-02	4,6	5.138	4.365	4.365
154	2018-12-02	2018-12-09	4,6	3.891	4.337	4.337
155	2018-12-09	2018-12-16	3,4	3.443	3.163	3.163
156	2018-12-16	2018-12-23	6,6	6.627	6.314	6.314
157	2018-12-23	2018-12-30	5,6	5.374	5.307	5.307
158	2018-12-30	2019-01-06	4,7	4.684	4.401	4.401
159	2019-01-06	2019-01-13	8,8	8.773	8.434	8.434
160	2019-01-13	2019-01-20	4,2	3.108	3.962	3.962
161	2019-01-20	2019-01-27	7,6	7.317	7.235	7.235
162	2019-01-27	2019-02-03	7,1	6.295	6.707	6.707
163	2019-02-03	2019-02-10	7,0	7.372	6.610	6.610
164	2019-02-10	2019-02-17	7,1	6.096	6.721	6.721
165	2019-02-17	2019-02-24	5,1	4.333	4.822	4.822
166	2019-02-24	2019-03-03	6,8	6.112	6.446	6.446
167	2019-03-03	2019-03-10	5,3	4.661	4.983	4.983
168	2019-03-10	2019-03-17	9,1	8.604	8.659	8.659
169	2019-03-17	2019-03-24	6,1	5.777	5.768	5.768
170	2019-03-24	2019-03-31	5,5	5.819	5.172	5.172
171	2019-03-31	2019-04-07	7,8	7.615	7.474	7.474
172	2019-04-07	2019-04-14	6,3	4.773	6.025	6.025
173	2019-04-14	2019-04-21	7,7	7.011	7.335	7.335
174	2019-04-21	2019-04-28	6,7	6.023	6.350	6.350
175	2019-04-28	2019-05-05	4,7	4.709	4.387	4.387
176	2019-05-05	2019-05-12	5,9	5.906	5.629	5.629
177	2019-05-12	2019-05-19	5,0	4.948	4.708	4.708

Περίοδος	Αρχή	Τέλος	Ταχύτητα ανέμου (m/Δευτερόλεπτο)	Πραγματικό Ηλεκτρική ενέργεια (MWh)	Γραμμή βάσης Προβλεπόμενο (MWh)	Στόχος (MWh)
178	2019-05-19	2019-05-26	5,6	6.442	5.275	5.275
179	2019-05-26	2019-06-02	4,0	3.380	3.748	3.748
180	2019-06-02	2019-06-09	4,4	4.325	4.140	4.140
181	2019-06-09	2019-06-16	5,8	5.330	5.514	5.514
182	2019-06-16	2019-06-23	4,4	4.701	4.123	4.123
183	2019-06-23	2019-06-30	4,8	4.406	4.558	4.558
184	2019-06-30	2019-07-07	4,5	4.224	4.215	4.215
185	2019-07-07	2019-07-14	4,3	4.567	4.001	4.001
186	2019-07-14	2019-07-21	4,7	4.445	4.387	4.387
187	2019-07-21	2019-07-28	3,1	2.969	2.863	2.863
188	2019-07-28	2019-08-04	3,5	3.071	3.298	3.298
189	2019-08-04	2019-08-11	4,1	4.278	3.848	3.848
190	2019-08-11	2019-08-18	3,5	3.453	3.277	3.277
191	2019-08-18	2019-08-25	3,7	3.406	3.487	3.487
192	2019-08-25	2019-09-01	3,5	3.675	3.287	3.287
193	2019-09-01	2019-09-08	3,9	4.149	3.648	3.648
194	2019-09-08	2019-09-15	4,7	4.907	4.408	4.408
195	2019-09-15	2019-09-22	3,0	2.386	2.773	2.773
196	2019-09-22	2019-09-29	4,0	3.428	3.784	3.784
197	2019-09-29	2019-10-06	3,7	3.558	3.452	3.452
198	2019-10-06	2019-10-13	3,7	3.337	3.441	3.441
199	2019-10-13	2019-10-20	6,1	5.813	5.789	5.789
200	2019-10-20	2019-10-27	4,2	4.040	3.916	3.916
201	2019-10-27	2019-11-03	5,9	5.459	5.575	5.575
202	2019-11-03	2019-11-10	4,9	5.159	4.633	4.633
203	2019-11-10	2019-11-17	6,6	6.742	6.303	6.303
204	2019-11-17	2019-11-24	4,3	3.753	4.008	4.008
205	2019-11-24	2019-12-01	4,4	4.613	4.151	4.151
206	2019-12-01	2019-12-08	4,8	4.965	4.554	4.554
207	2019-12-08	2019-12-15	6,8	6.313	6.489	6.489
208	2019-12-15	2019-12-22	6,9	6.438	6.564	6.564
209	2019-12-22	2019-12-29	5,4	5.332	5.065	5.065
210	2019-12-29	2020-01-05	4,5	4.689	4.230	4.230
211	2020-01-05	2020-01-12	5,7	6.231	5.425	5.425
212	2020-01-12	2020-01-19	5,1	5.430	4.836	4.836
213	2020-01-19	2020-01-26	4,7	4.158	4.383	4.383
214	2020-01-26	2020-02-02	3,8	3.681	3.516	3.516
215	2020-02-02	2020-02-09	4,9	4.601	4.665	4.665
216	2020-02-09	2020-02-16	4,2	3.539	3.905	3.905
217	2020-02-16	2020-02-23	6,9	5.794	6.528	6.528
218	2020-02-23	2020-03-01	5,6	5.963	5.300	5.300
219	2020-03-01	2020-03-08	6,7	5.832	6.392	6.392
220	2020-03-08	2020-03-15	7,6	7.222	7.188	7.188
221	2020-03-15	2020-03-22	7,2	7.474	6.817	6.817
222	2020-03-22	2020-03-29	5,9	5.322	5.586	5.586
223	2020-03-29	2020-04-05	7,8	7.305	7.388	7.388
224	2020-04-05	2020-04-12	5,9	5.448	5.622	5.622
225	2020-04-12	2020-04-19	7,8	8.120	7.424	7.424
226	2020-04-19	2020-04-26	6,7	5.775	6.392	6.392
227	2020-04-26	2020-05-03	8,2	7.358	7.806	7.806
228	2020-05-03	2020-05-10	6,2	5.321	5.921	5.921
229	2020-05-10	2020-05-17	6,0	5.124	5.672	5.672
230	2020-05-17	2020-05-24	5,2	4.569	4.918	4.918
231	2020-05-24	2020-05-31	5,1	5.006	4.776	4.776
232	2020-05-31	2020-06-07	4,0	3.682	3.723	3.723
233	2020-06-07	2020-06-14	5,9	4.981	5.611	5.611
234	2020-06-14	2020-06-21	2,6	2.588	2.395	2.395
235	2020-06-21	2020-06-28	3,8	3.555	3.512	3.512
236	2020-06-28	2020-07-05	4,3	4.204	4.001	4.001
237	2020-07-05	2020-07-12	3,9	3.517	3.619	3.619
238	2020-07-12	2020-07-19	5,2	4.841	4.879	4.879
239	2020-07-19	2020-07-26	3,9	3.836	3.662	3.662
240	2020-07-26	2020-08-02	4,9	4.595	4.572	4.572
241	2020-08-02	2020-08-09	4,4	4.118	4.115	4.115
242	2020-08-09	2020-08-16	3,3	3.350	3.091	3.091
243	2020-08-16	2020-08-23	4,2	3.635	3.912	3.912
244	2020-08-23	2020-08-30	4,0	3.515	3.723	3.723
245	2020-08-30	2020-09-06	5,6	4.942	5.272	5.272
246	2020-09-06	2020-09-13	3,9	3.552	3.662	3.662
247	2020-09-13	2020-09-20	4,3	4.867	4.051	4.051
248	2020-09-20	2020-09-27	3,2	2.707	2.970	2.970

Περίοδος	Αρχή	Τέλος	Ταχύτητα ανέμου (m/Δευτερόλεπτο)	Πραγματικό Ηλεκτρική ενέργεια (MWh)	Γραμμή βάσης Προβλεπόμενο (MWh)	Στόχος (MWh)
249	2020-09-27	2020-10-04	4,2	4.356	3.941	3.941
250	2020-10-04	2020-10-11	4,9	4.632	4.579	4.579
251	2020-10-11	2020-10-18	5,3	4.629	4.968	4.968
252	2020-10-18	2020-10-25	5,4	5.244	5.093	5.093
253	2020-10-25	2020-11-01	4,2	4.557	3.969	3.969
254	2020-11-01	2020-11-08	7,0	6.066	6.635	6.635
255	2020-11-08	2020-11-15	3,9	4.217	3.655	3.655
256	2020-11-15	2020-11-22	7,5	6.923	7.099	7.099
257	2020-11-22	2020-11-29	5,0	4.382	4.722	4.722
258	2020-11-29	2020-12-06	4,9	4.049	4.647	4.647
259	2020-12-06	2020-12-13	5,9	5.219	5.543	5.543
260	2020-12-13	2020-12-20	5,0	4.971	4.669	4.669
261	2020-12-20	2020-12-27	7,5	6.992	7.185	7.185
262	2020-12-27	2021-01-01	7,5	5.645	5.105	5.105

Όλες οι τιμές συμπεριελήφθησαν στο γράφημα:

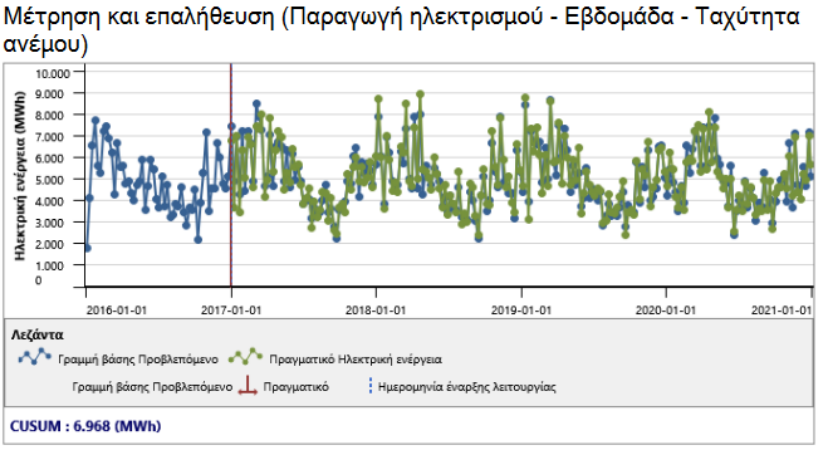
Περίοδος	Διαφορά (Πραγματικά - Στόχος) (MWh)	Διαφορά ((%))	Συμπεριλαμβανόμενο
1	-252	-13,89%	Ναι
2	-706	-17,14%	Ναι
3	50	0,77%	Ναι
4	195	2,52%	Ναι
5	366	6,50%	Ναι
6	-280	-5,33%	Ναι
7	392	5,43%	Ναι
8	743	9,98%	Ναι
9	221	3,22%	Ναι
10	115	1,85%	Ναι
11	329	7,63%	Ναι
12	-421	-6,30%	Ναι
13	-809	-14,54%	Ναι
14	429	7,67%	Ναι
15	-889	-18,50%	Ναι
16	-78	-1,60%	Ναι
17	-487	-11,20%	Ναι
18	-224	-5,60%	Ναι
19	-63	-1,33%	Ναι
20	400	8,19%	Ναι
21	-234	-3,99%	Ναι
22	127	3,55%	Ναι
23	243	5,19%	Ναι
24	-231	-3,94%	Ναι
25	159	2,93%	Ναι
26	256	6,35%	Ναι
27	321	8,79%	Ναι
28	-326	-6,37%	Ναι
29	243	6,55%	Ναι
30	169	3,59%	Ναι
31	-337	-10,38%	Ναι
32	-151	-4,55%	Ναι
33	362	9,35%	Ναι
34	-249	-6,67%	Ναι
35	-293	-6,33%	Ναι
36	-122	-3,52%	Ναι
37	599	20,89%	Ναι
38	176	4,77%	Ναι
39	-311	-8,75%	Ναι
40	151	3,32%	Ναι
41	-71	-3,22%	Ναι
42	174	4,48%	Ναι
43	-927	-17,48%	Ναι
44	-537	-7,51%	Ναι
45	218	6,20%	Ναι
46	-342	-7,47%	Ναι
47	515	11,35%	Ναι
48	317	4,75%	Ναι
49	1.144	19,11%	Ναι
50	299	6,23%	Ναι
51	416	9,12%	Ναι
52	-125	-2,44%	Ναι

Περίοδος	Διαφορά (Πραγματικά - Στόχος) (MWh)	Διαφορά ((%))	Συμπεριλαμβανόμενο
53	-661	-8,91%	Ναι
54	-1.227	-24,98%	Ναι
55	24	0,35%	Ναι
56	-858	-19,92%	Ναι
57	-893	-12,39%	Ναι
58	646	14,61%	Ναι
59	-275	-3,81%	Ναι
60	-55	-0,83%	Ναι
61	-278	-5,69%	Ναι
62	-1.045	-12,32%	Ναι
63	-550	-7,00%	Ναι
64	746	10,28%	Ναι
65	-517	-11,03%	Ναι
66	-138	-2,70%	Ναι
67	789	11,21%	Ναι
68	640	13,64%	Ναι
69	-143	-2,20%	Ναι
70	467	6,94%	Ναι
71	413	6,35%	Ναι
72	-372	-7,62%	Ναι
73	-1.049	-16,55%	Ναι
74	192	4,15%	Ναι
75	246	4,01%	Ναι
76	607	12,23%	Ναι
77	84	1,51%	Ναι
78	-177	-3,62%	Ναι
79	-15	-0,38%	Ναι
80	145	3,64%	Ναι
81	451	11,05%	Ναι
82	-435	-13,73%	Ναι
83	268	7,29%	Ναι
84	-157	-4,64%	Ναι
85	86	2,49%	Ναι
86	391	9,80%	Ναι
87	-348	-7,40%	Ναι
88	-352	-10,25%	Ναι
89	474	13,05%	Ναι
90	-114	-4,11%	Ναι
91	202	8,92%	Ναι
92	121	3,40%	Ναι
93	-26	-0,67%	Ναι
94	-488	-12,42%	Ναι
95	350	7,16%	Ναι
96	-240	-5,04%	Ναι
97	-513	-8,47%	Ναι
98	-413	-6,44%	Ναι
99	733	17,62%	Ναι
100	-204	-3,53%	Ναι
101	-418	-7,93%	Ναι
102	-668	-11,71%	Ναι
103	436	8,13%	Ναι
104	-152	-3,20%	Ναι
105	413	7,32%	Ναι
106	813	10,31%	Ναι
107	-59	-0,97%	Ναι
108	-251	-6,52%	Ναι
109	30	0,44%	Ναι
110	-287	-4,63%	Ναι
111	-463	-9,47%	Ναι
112	220	4,79%	Ναι
113	-339	-7,19%	Ναι
114	227	3,60%	Ναι
115	497	8,65%	Ναι
116	1.156	15,73%	Ναι
117	-106	-2,11%	Ναι
118	72	1,57%	Ναι
119	-488	-6,19%	Ναι
120	414	9,05%	Ναι
121	917	11,46%	Ναι
122	1.156	26,98%	Ναι
123	-295	-5,25%	Ναι

Περίοδος	Διαφορά (Πραγματικό - Στόχος) (MWh)	Διαφορά ((%))	Συμπεριλαμβανόμενο
124	7	0,13%	Ναι
125	-230	-4,88%	Ναι
126	496	8,99%	Ναι
127	16	0,31%	Ναι
128	-334	-6,85%	Ναι
129	-72	-1,91%	Ναι
130	525	12,52%	Ναι
131	-171	-4,88%	Ναι
132	0	-0,01%	Ναι
133	168	4,59%	Ναι
134	-80	-2,25%	Ναι
135	729	15,83%	Ναι
136	-319	-9,85%	Ναι
137	75	2,25%	Ναι
138	-91	-2,92%	Ναι
139	428	9,81%	Ναι
140	598	15,00%	Ναι
141	211	6,89%	Ναι
142	146	6,56%	Ναι
143	-8	-0,19%	Ναι
144	319	6,25%	Ναι
145	329	9,41%	Ναι
146	-244	-6,08%	Ναι
147	541	8,11%	Ναι
148	197	3,69%	Ναι
149	115	2,50%	Ναι
150	-52	-0,67%	Ναι
151	1.061	22,02%	Ναι
152	-55	-1,17%	Ναι
153	773	17,70%	Ναι
154	-446	-10,28%	Ναι
155	280	8,85%	Ναι
156	314	4,97%	Ναι
157	66	1,25%	Ναι
158	283	6,42%	Ναι
159	339	4,02%	Ναι
160	-854	-21,56%	Ναι
161	82	1,13%	Ναι
162	-411	-6,13%	Ναι
163	762	11,53%	Ναι
164	-625	-9,30%	Ναι
165	-489	-10,13%	Ναι
166	-334	-5,18%	Ναι
167	-322	-6,46%	Ναι
168	-55	-0,63%	Ναι
169	9	0,16%	Ναι
170	647	12,52%	Ναι
171	141	1,88%	Ναι
172	-1.252	-20,78%	Ναι
173	-324	-4,41%	Ναι
174	-327	-5,15%	Ναι
175	322	7,34%	Ναι
176	278	4,93%	Ναι
177	240	5,11%	Ναι
178	1.167	22,12%	Ναι
179	-368	-9,81%	Ναι
180	185	4,46%	Ναι
181	-185	-3,35%	Ναι
182	579	14,04%	Ναι
183	-152	-3,33%	Ναι
184	9	0,22%	Ναι
185	566	14,14%	Ναι
186	58	1,33%	Ναι
187	106	3,70%	Ναι
188	-227	-6,88%	Ναι
189	431	11,19%	Ναι
190	176	5,38%	Ναι
191	-81	-2,34%	Ναι
192	388	11,80%	Ναι
193	501	13,74%	Ναι
194	499	11,31%	Ναι
195	-387	-13,97%	Ναι
196	-355	-9,38%	Ναι
197	106	3,08%	Ναι
198	-104	-3,02%	Ναι
199	23	0,40%	Ναι
200	124	3,18%	Ναι
201	-116	-2,08%	Ναι
202	526	11,35%	Ναι
203	438	6,96%	Ναι
204	-255	-6,36%	Ναι
205	461	11,12%	Ναι
206	411	9,02%	Ναι
207	-176	-2,72%	Ναι
208	-125	-1,91%	Ναι
209	268	5,28%	Ναι
210	459	10,85%	Ναι
211	806	14,85%	Ναι
212	594	12,28%	Ναι
213	-225	-5,14%	Ναι
214	165	4,69%	Ναι
215	-64	-1,37%	Ναι
216	-366	-9,37%	Ναι
217	-734	-11,24%	Ναι
218	662	12,50%	Ναι
219	-560	-8,77%	Ναι
220	34	0,47%	Ναι
221	657	9,64%	Ναι
222	-264	-4,73%	Ναι
223	-84	-1,13%	Ναι
224	-174	-3,09%	Ναι
225	696	9,37%	Ναι
226	-617	-9,66%	Ναι
227	-448	-5,74%	Ναι
228	-600	-10,13%	Ναι
229	-547	-9,65%	Ναι
230	-349	-7,11%	Ναι
231	231	4,83%	Ναι
232	-41	-1,11%	Ναι
233	-630	-11,23%	Ναι
234	193	8,07%	Ναι
235	43	1,22%	Ναι
236	202	5,06%	Ναι
237	-102	-2,82%	Ναι
238	-38	-0,78%	Ναι
239	174	4,75%	Ναι
240	23	0,50%	Ναι
241	3	0,07%	Ναι
242	258	8,36%	Ναι
243	-277	-7,07%	Ναι
244	-208	-5,58%	Ναι
245	-330	-6,26%	Ναι
246	-110	-3,01%	Ναι
247	815	20,13%	Ναι
248	-263	-8,86%	Ναι
249	415	10,54%	Ναι
250	53	1,15%	Ναι
251	-339	-6,83%	Ναι
252	150	2,95%	Ναι
253	588	14,80%	Ναι
254	-570	-8,58%	Ναι
255	562	15,39%	Ναι
256	-176	-2,48%	Ναι
257	-340	-7,21%	Ναι
258	-598	-12,88%	Ναι
259	-324	-5,85%	Ναι
260	302	6,47%	Ναι
261	-193	-2,68%	Ναι
262	540	10,58%	Ναι

Πίνακας 3.26: Διάγραμμα ελέγχου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας – αριθμητικά αποτελέσματα – εισαγωγή στο διάγραμμα ελέγχου

Τέλος, πραγματοποιήθηκε η μέτρηση και επαλήθευση της προβλεπόμενης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ανά εβδομάδα. Η προβλεπόμενη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ακολουθεί την γραμμή βάσης, ως εκ τούτου, τα αποτελέσματα από την εκτίμηση κινδύνου είναι αξιόπιστα στο επίπεδο εμπιστοσύνης 90% που τέθηκε παραπάνω.



Γράφημα 3.26: Μέτρηση και επαλήθευση σωρευτικού αθροιστικού διαγράμματος ελέγχου CUSUM (παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ταχύτητα ανέμου)

Τα αριθμητικά αποτελέσματα για την κατασκευή του παραπάνω γραφήματος παρουσιάζονται παρακάτω. Στη δεξιότερη στήλη παρουσιάζονται τα υπόλοιπα από τη γραμμική παλινδρόμηση.

Πίνακας 3.27: Μέτρηση και επαλήθευση σωρευτικού αθροιστικού διαγράμματος ελέγχου CUSUM (παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ταχύτητα ανέμου) – αριθμητικά αποτελέσματα

Περίοδος	Αρχή	Τέλος	Ταχύτητα ανέμου (m/Δευτερόλεπτο)	Πραγματικό Ηλεκτρική ενέργεια (MWh)	Γραμμή βάσης Προβλεπόμενο (MWh)	Διαφορά (Πραγματικό - Γραμμή βάσης) (MWh)
1	2016-01-01	2016-01-03	6,7	1.563	1.816	
2	2016-01-03	2016-01-10	4,4	3.413	4.119	
3	2016-01-10	2016-01-17	6,9	6.582	6.532	
4	2016-01-17	2016-01-24	8,1	7.911	7.717	
5	2016-01-24	2016-01-31	5,9	5.998	5.632	
6	2016-01-31	2016-02-07	5,6	4.981	5.261	
7	2016-02-07	2016-02-14	7,6	7.613	7.220	
8	2016-02-14	2016-02-21	7,8	8.185	7.442	
9	2016-02-21	2016-02-28	7,2	7.085	6.864	
10	2016-02-28	2016-03-06	6,6	6.340	6.225	
11	2016-03-06	2016-03-13	4,6	4.637	4.308	
12	2016-03-13	2016-03-20	7,0	6.254	6.674	
13	2016-03-20	2016-03-27	5,9	4.755	5.564	
14	2016-03-27	2016-04-03	5,9	6.022	5.593	
15	2016-04-03	2016-04-10	5,1	3.915	4.804	
16	2016-04-10	2016-04-17	5,2	4.819	4.897	
17	2016-04-17	2016-04-24	4,6	3.857	4.344	
18	2016-04-24	2016-05-01	4,3	3.774	3.998	
19	2016-05-01	2016-05-08	5,0	4.677	4.740	
20	2016-05-08	2016-05-15	5,2	5.279	4.879	
21	2016-05-15	2016-05-22	6,2	5.627	5.861	
22	2016-05-22	2016-05-29	3,8	3.703	3.577	
23	2016-05-29	2016-06-05	5,0	4.937	4.694	
24	2016-06-05	2016-06-12	6,2	5.644	5.875	
25	2016-06-12	2016-06-19	5,7	5.584	5.425	
26	2016-06-19	2016-06-26	4,3	4.293	4.037	
27	2016-06-26	2016-07-03	3,9	3.976	3.655	
28	2016-07-03	2016-07-10	5,4	4.785	5.111	
29	2016-07-10	2016-07-17	4,0	3.948	3.705	
30	2016-07-17	2016-07-24	5,0	4.888	4.719	
31	2016-07-24	2016-07-31	3,5	2.911	3.248	
32	2016-07-31	2016-08-07	3,6	3.168	3.320	
33	2016-08-07	2016-08-14	4,1	4.227	3.866	
34	2016-08-14	2016-08-21	4,0	3.485	3.734	

Περίοδος	Αρχή	Τέλος	Ταχύτητα ανέμου (m/Δευτερόλεπτο)	Πραγματικό Ηλεκτρική ενέργεια (MWh)	Γραμμή βάσης Προβλεπόμενο (MWh)	Διαφορά (Πραγματικό - Γραμμή βάσης) (MWh)
35	2016-08-21	2016-08-28	4,9	4.340	4.633	
36	2016-08-28	2016-09-04	3,7	3.354	3.477	
37	2016-09-04	2016-09-11	3,1	3.465	2.866	
38	2016-09-11	2016-09-18	3,9	3.863	3.687	
39	2016-09-18	2016-09-25	3,8	3.241	3.552	
40	2016-09-25	2016-10-02	4,8	4.680	4.529	
41	2016-10-02	2016-10-09	2,4	2.135	2.206	
42	2016-10-09	2016-10-16	4,1	4.065	3.891	
43	2016-10-16	2016-10-23	5,6	4.377	5.304	
44	2016-10-23	2016-10-30	7,5	6.622	7.160	
45	2016-10-30	2016-11-06	3,8	3.734	3.516	
46	2016-11-06	2016-11-13	4,9	4.241	4.583	
47	2016-11-13	2016-11-20	4,8	5.048	4.533	
48	2016-11-20	2016-11-27	7,0	6.992	6.674	
49	2016-11-27	2016-12-04	6,3	7.129	5.986	
50	2016-12-04	2016-12-11	5,1	5.092	4.794	
51	2016-12-11	2016-12-18	4,8	4.970	4.554	
52	2016-12-18	2016-12-25	5,4	4.994	5.118	
53	2016-12-25	2017-01-01	7,8	6.759	7.420	
54	2017-01-01	2017-01-08	5,2	3.685	4.911	-1.227
55	2017-01-08	2017-01-15	7,3	6.974	6.949	24
56	2017-01-15	2017-01-22	4,6	3.450	4.308	-858
57	2017-01-22	2017-01-29	7,6	6.313	7.206	-893
58	2017-01-29	2017-02-05	4,7	5.069	4.422	646
59	2017-02-05	2017-02-12	7,6	6.938	7.213	-275
60	2017-02-12	2017-02-19	7,0	6.598	6.653	-55
61	2017-02-19	2017-02-26	5,2	4.602	4.879	-278
62	2017-02-26	2017-03-05	8,9	7.438	8.484	-1.045
63	2017-03-05	2017-03-12	8,2	7.306	7.856	-550
64	2017-03-12	2017-03-19	7,6	8.002	7.256	746
65	2017-03-19	2017-03-26	5,0	4.169	4.686	-517
66	2017-03-26	2017-04-02	5,4	4.959	5.097	-138
67	2017-04-02	2017-04-09	7,4	7.824	7.035	789
68	2017-04-09	2017-04-16	5,0	5.330	4.690	640
69	2017-04-16	2017-04-23	6,8	6.339	6.482	-143
70	2017-04-23	2017-04-30	7,1	7.199	6.732	467
71	2017-04-30	2017-05-07	6,8	6.916	6.503	413
72	2017-05-07	2017-05-14	5,2	4.517	4.890	-372
73	2017-05-14	2017-05-21	6,7	5.293	6.342	-1.049
74	2017-05-21	2017-05-28	4,9	4.814	4.622	192
75	2017-05-28	2017-06-04	6,5	6.381	6.135	246
76	2017-06-04	2017-06-11	5,3	5.572	4.965	607
77	2017-06-11	2017-06-18	5,9	5.655	5.572	84
78	2017-06-18	2017-06-25	5,2	4.727	4.904	-177
79	2017-06-25	2017-07-02	4,1	3.851	3.866	-15
80	2017-07-02	2017-07-09	4,3	4.139	3.994	145
81	2017-07-09	2017-07-16	4,3	4.534	4.083	451
82	2017-07-16	2017-07-23	3,4	2.731	3.166	-435
83	2017-07-23	2017-07-30	3,9	3.941	3.673	268
84	2017-07-30	2017-08-06	3,6	3.233	3.391	-157
85	2017-08-06	2017-08-13	3,7	3.559	3.473	86
86	2017-08-13	2017-08-20	4,3	4.386	3.994	391
87	2017-08-20	2017-08-27	5,0	4.353	4.701	-348
88	2017-08-27	2017-09-03	3,7	3.085	3.437	-352
89	2017-09-03	2017-09-10	3,9	4.108	3.634	474
90	2017-09-10	2017-09-17	3,0	2.653	2.766	-114
91	2017-09-17	2017-09-24	2,5	2.465	2.263	202
92	2017-09-24	2017-10-01	3,8	3.669	3.548	121
93	2017-10-01	2017-10-08	4,1	3.840	3.866	-26
94	2017-10-08	2017-10-15	4,2	3.439	3.926	-488
95	2017-10-15	2017-10-22	5,2	5.247	4.897	350
96	2017-10-22	2017-10-29	5,0	4.525	4.765	-240
97	2017-10-29	2017-11-05	6,4	5.547	6.061	-513
98	2017-11-05	2017-11-12	6,8	6.004	6.417	-413
99	2017-11-12	2017-11-19	4,4	4.895	4.162	733
100	2017-11-19	2017-11-26	6,1	5.568	5.771	-204
101	2017-11-26	2017-12-03	5,6	4.847	5.265	-418
102	2017-12-03	2017-12-10	6,0	5.039	5.707	-668
103	2017-12-10	2017-12-17	5,7	5.797	5.361	436
104	2017-12-17	2017-12-24	5,0	4.592	4.744	-152

Περίοδος	Αρχή	Τέλος	Ταχύτητα ανέμου (m/ Δευτερόλεπτο)	Πραγματικό Ηλεκτρική ενέργεια (MWh)	Γραμμή βάσης Προβλεπόμενο (MWh)	Διαφορά (Πραγματικό - Γραμμή βάσης) (MWh)
105	2017-12-24	2017-12-31	6,0	6.060	5.647	413
106	2017-12-31	2018-01-07	8,3	8.705	7.891	813
107	2018-01-07	2018-01-14	6,4	6.009	6.068	-59
108	2018-01-14	2018-01-21	4,1	3.600	3.851	-251
109	2018-01-21	2018-01-28	7,3	6.969	6.939	30
110	2018-01-28	2018-02-04	6,5	5.913	6.200	-287
111	2018-02-04	2018-02-11	5,2	4.427	4.890	-463
112	2018-02-11	2018-02-18	4,9	4.821	4.601	220
113	2018-02-18	2018-02-25	5,0	4.376	4.715	-339
114	2018-02-25	2018-03-04	6,6	6.516	6.289	227
115	2018-03-04	2018-03-11	6,1	6.240	5.743	497
116	2018-03-11	2018-03-18	7,7	8.505	7.349	1.156
117	2018-03-18	2018-03-25	5,3	4.909	5.015	-106
118	2018-03-25	2018-04-01	4,9	4.651	4.579	72
119	2018-04-01	2018-04-08	8,3	7.389	7.877	-488
120	2018-04-08	2018-04-15	4,9	4.990	4.576	414
121	2018-04-15	2018-04-22	8,4	8.915	7.998	917
122	2018-04-22	2018-04-29	4,6	5.443	4.287	1.156
123	2018-04-29	2018-05-06	5,9	5.333	5.629	-295
124	2018-05-06	2018-05-13	5,4	5.068	5.061	7
125	2018-05-13	2018-05-20	5,0	4.478	4.708	-230
126	2018-05-20	2018-05-27	5,8	6.014	5.518	496
127	2018-05-27	2018-06-03	5,5	5.213	5.197	16
128	2018-06-03	2018-06-10	5,2	4.542	4.876	-334
129	2018-06-10	2018-06-17	4,0	3.683	3.755	-72
130	2018-06-17	2018-06-24	4,5	4.719	4.194	525
131	2018-06-24	2018-07-01	3,7	3.334	3.505	-171
132	2018-07-01	2018-07-08	4,5	4.211	4.212	0
133	2018-07-08	2018-07-15	3,9	3.838	3.669	168
134	2018-07-15	2018-07-22	3,8	3.472	3.552	-80
135	2018-07-22	2018-07-29	4,9	5.333	4.604	729
136	2018-07-29	2018-08-05	3,5	2.925	3.245	-319
137	2018-08-05	2018-08-12	3,6	3.398	3.323	75
138	2018-08-12	2018-08-19	3,4	3.028	3.120	-91
139	2018-08-19	2018-08-26	4,6	4.797	4.369	428
140	2018-08-26	2018-09-02	4,3	4.589	3.991	598
141	2018-09-02	2018-09-09	3,3	3.277	3.066	211
142	2018-09-09	2018-09-16	2,4	2.377	2.231	146
143	2018-09-16	2018-09-23	4,5	4.214	4.223	-8
144	2018-09-23	2018-09-30	5,4	5.423	5.104	319
145	2018-09-30	2018-10-07	3,7	3.823	3.494	329
146	2018-10-07	2018-10-14	4,3	3.771	4.016	-244
147	2018-10-14	2018-10-21	7,0	7.216	6.674	541
148	2018-10-21	2018-10-28	5,6	5.544	5.347	197
149	2018-10-28	2018-11-04	4,9	4.712	4.597	115
150	2018-11-04	2018-11-11	8,2	7.796	7.849	-52
151	2018-11-11	2018-11-18	5,1	5.880	4.819	1.061
152	2018-11-18	2018-11-25	5,0	4.614	4.669	-55
153	2018-11-25	2018-12-02	4,6	5.138	4.365	773
154	2018-12-02	2018-12-09	4,6	3.891	4.337	-446
155	2018-12-09	2018-12-16	3,4	3.443	3.163	280
156	2018-12-16	2018-12-23	6,6	6.627	6.314	314
157	2018-12-23	2018-12-30	5,6	5.374	5.307	66
158	2018-12-30	2019-01-06	4,7	4.684	4.401	283
159	2019-01-06	2019-01-13	8,8	8.773	8.434	339
160	2019-01-13	2019-01-20	4,2	3.108	3.962	-854
161	2019-01-20	2019-01-27	7,6	7.317	7.235	82
162	2019-01-27	2019-02-03	7,1	6.295	6.707	-411
163	2019-02-03	2019-02-10	7,0	7.372	6.610	762
164	2019-02-10	2019-02-17	7,1	6.096	6.721	-625
165	2019-02-17	2019-02-24	5,1	4.333	4.822	-489
166	2019-02-24	2019-03-03	6,8	6.112	6.446	-334
167	2019-03-03	2019-03-10	5,3	4.661	4.983	-322
168	2019-03-10	2019-03-17	9,1	8.604	8.659	-55
169	2019-03-17	2019-03-24	6,1	5.777	5.768	9
170	2019-03-24	2019-03-31	5,5	5.819	5.172	647
171	2019-03-31	2019-04-07	7,8	7.615	7.474	141
172	2019-04-07	2019-04-14	6,3	4.773	6.025	-1.252
173	2019-04-14	2019-04-21	7,7	7.011	7.335	-324
174	2019-04-21	2019-04-28	6,7	6.023	6.350	-327

Περίοδος	Αρχή	Τέλος	Ταχύτητα ανέμου (m/ Δευτερόλεπτο)	Πραγματικό Ηλεκτρική ενέργεια (MWh)	Γραμμή βάσης Προβλεπόμενο (MWh)	Διαφορά (Πραγματικό - Γραμμή βάσης) (MWh)
175	2019-04-28	2019-05-05	4,7	4.709	4.387	322
176	2019-05-05	2019-05-12	5,9	5.906	5.629	278
177	2019-05-12	2019-05-19	5,0	4.948	4.708	240
178	2019-05-19	2019-05-26	5,6	6.442	5.275	1.167
179	2019-05-26	2019-06-02	4,0	3.380	3.748	-368
180	2019-06-02	2019-06-09	4,4	4.325	4.140	185
181	2019-06-09	2019-06-16	5,8	5.330	5.514	-185
182	2019-06-16	2019-06-23	4,4	4.701	4.123	579
183	2019-06-23	2019-06-30	4,8	4.406	4.558	-152
184	2019-06-30	2019-07-07	4,5	4.224	4.215	9
185	2019-07-07	2019-07-14	4,3	4.567	4.001	566
186	2019-07-14	2019-07-21	4,7	4.445	4.387	58
187	2019-07-21	2019-07-28	3,1	2.969	2.863	106
188	2019-07-28	2019-08-04	3,5	3.071	3.298	-227
189	2019-08-04	2019-08-11	4,1	4.278	3.848	431
190	2019-08-11	2019-08-18	3,5	3.453	3.277	176
191	2019-08-18	2019-08-25	3,7	3.406	3.487	-81
192	2019-08-25	2019-09-01	3,5	3.675	3.287	388
193	2019-09-01	2019-09-08	3,9	4.149	3.648	501
194	2019-09-08	2019-09-15	4,7	4.907	4.408	499
195	2019-09-15	2019-09-22	3,0	2.386	2.773	-387
196	2019-09-22	2019-09-29	4,0	3.428	3.784	-355
197	2019-09-29	2019-10-06	3,7	3.558	3.452	106
198	2019-10-06	2019-10-13	3,7	3.337	3.441	-104
199	2019-10-13	2019-10-20	6,1	5.813	5.789	23
200	2019-10-20	2019-10-27	4,2	4.040	3.916	124
201	2019-10-27	2019-11-03	5,9	5.459	5.575	-116
202	2019-11-03	2019-11-10	4,9	5.159	4.633	526
203	2019-11-10	2019-11-17	6,6	6.742	6.303	438
204	2019-11-17	2019-11-24	4,3	3.753	4.008	-255
205	2019-11-24	2019-12-01	4,4	4.613	4.151	461
206	2019-12-01	2019-12-08	4,8	4.965	4.554	411
207	2019-12-08	2019-12-15	6,8	6.313	6.489	-176
208	2019-12-15	2019-12-22	6,9	6.438	6.564	-125
209	2019-12-22	2019-12-29	5,4	5.332	5.065	268
210	2019-12-29	2020-01-05	4,5	4.689	4.230	459
211	2020-01-05	2020-01-12	5,7	6.231	5.425	806
212	2020-01-12	2020-01-19	5,1	5.430	4.836	594
213	2020-01-19	2020-01-26	4,7	4.158	4.383	-225
214	2020-01-26	2020-02-02	3,8	3.681	3.516	165
215	2020-02-02	2020-02-09	4,9	4.601	4.665	-64
216	2020-02-09	2020-02-16	4,2	3.539	3.905	-366
217	2020-02-16	2020-02-23	6,9	5.794	6.528	-734
218	2020-02-23	2020-03-01	5,6	5.963	5.300	662
219	2020-03-01	2020-03-08	6,7	5.832	6.392	-560
220	2020-03-08	2020-03-15	7,6	7.222	7.188	34
221	2020-03-15	2020-03-22	7,2	7.474	6.817	657
222	2020-03-22	2020-03-29	5,9	5.322	5.586	-264
223	2020-03-29	2020-04-05	7,8	7.305	7.388	-84
224	2020-04-05	2020-04-12	5,9	5.448	5.622	-174
225	2020-04-12	2020-04-19	7,8	8.120	7.424	696
226	2020-04-19	2020-04-26	6,7	5.775	6.392	-617
227	2020-04-26	2020-05-03	8,2	7.358	7.806	-448
228	2020-05-03	2020-05-10	6,2	5.321	5.921	-600
229	2020-05-10	2020-05-17	6,0	5.124	5.672	-547
230	2020-05-17	2020-05-24	5,2	4.569	4.918	-349
231	2020-05-24	2020-05-31	5,1	5.006	4.776	231
232	2020-05-31	2020-06-07	4,0	3.682	3.723	-41
233	2020-06-07	2020-06-14	5,9	4.981	5.611	-630
234	2020-06-14	2020-06-21	2,6	2.588	2.395	193
235	2020-06-21	2020-06-28	3,8	3.555	3.512	43
236	2020-06-28	2020-07-05	4,3	4.204	4.001	202
237	2020-07-05	2020-07-12	3,9	3.517	3.619	-102
238	2020-07-12	2020-07-19	5,2	4.841	4.879	-38
239	2020-07-19	2020-07-26	3,9	3.836	3.662	174
240	2020-07-26	2020-08-02	4,9	4.595	4.572	23
241	2020-08-02	2020-08-09	4,4	4.118	4.115	3
242	2020-08-09	2020-08-16	3,3	3.350	3.091	258
243	2020-08-16	2020-08-23	4,2	3.635	3.912	-277
244	2020-08-23	2020-08-30	4,0	3.515	3.723	-208

Περίοδος	Αρχή	Τέλος	Ταχύτητα ανέμου (m/ Δευτερόλεπτο)	Πραγματικό Ηλεκτρική ενέργεια (MWh)	Γραμμή βάσης Προβλεπόμενο (MWh)	Διαφορά (Πραγματικό - Γραμμή βάσης) (MWh)
245	2020-08-30	2020-09-06	5,6	4.942	5.272	-330
246	2020-09-06	2020-09-13	3,9	3.552	3.662	-110
247	2020-09-13	2020-09-20	4,3	4.867	4.051	815
248	2020-09-20	2020-09-27	3,2	2.707	2.970	-263
249	2020-09-27	2020-10-04	4,2	4.356	3.941	415
250	2020-10-04	2020-10-11	4,9	4.632	4.579	53
251	2020-10-11	2020-10-18	5,3	4.629	4.968	-339
252	2020-10-18	2020-10-25	5,4	5.244	5.093	150
253	2020-10-25	2020-11-01	4,2	4.557	3.969	588
254	2020-11-01	2020-11-08	7,0	6.066	6.635	-570
255	2020-11-08	2020-11-15	3,9	4.217	3.655	562
256	2020-11-15	2020-11-22	7,5	6.923	7.099	-176
257	2020-11-22	2020-11-29	5,0	4.382	4.722	-340
258	2020-11-29	2020-12-06	4,9	4.049	4.647	-598
259	2020-12-06	2020-12-13	5,9	5.219	5.543	-324
260	2020-12-13	2020-12-20	5,0	4.971	4.669	302
261	2020-12-20	2020-12-27	7,5	6.992	7.185	-193
262	2020-12-27	2021-01-01	7,5	5.645	5.105	540

Όλες οι τιμές συμπεριελήφθησαν στο μοντέλο πρόβλεψης.

Πίνακας 3.28: Μέτρηση και επαλήθευση σωρευτικού αθροιστικού διαγράμματος ελέγχου CUSUM (παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ταχύτητα ανέμου) – αριθμητικά αποτελέσματα – εισαγωγή στο μοντέλο

Περίοδος	Συμπεριλαμβανόμενο
1	Ναι
2	Ναι
3	Ναι
4	Ναι
5	Ναι
6	Ναι
7	Ναι
8	Ναι
9	Ναι
10	Ναι
11	Ναι
12	Ναι
13	Ναι
14	Ναι
15	Ναι
16	Ναι
17	Ναι
18	Ναι
19	Ναι
20	Ναι
21	Ναι
22	Ναι
23	Ναι
24	Ναι
25	Ναι
26	Ναι
27	Ναι
28	Ναι
29	Ναι
30	Ναι
31	Ναι
32	Ναι
33	Ναι
34	Ναι
35	Ναι
36	Ναι
37	Ναι
38	Ναι
39	Ναι
40	Ναι
41	Ναι
42	Ναι
43	Ναι
44	Ναι
45	Ναι
46	Ναι
47	Ναι
48	Ναι

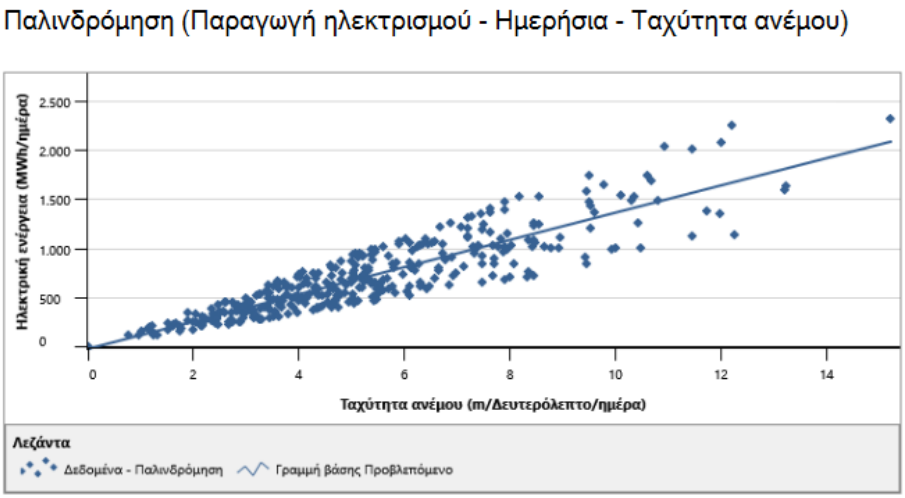
Περίοδος	Συμπεριλαμβανόμενο
49	Ναι
50	Ναι
51	Ναι
52	Ναι
53	Ναι
54	Ναι
55	Ναι
56	Ναι
57	Ναι
58	Ναι
59	Ναι
60	Ναι
61	Ναι
62	Ναι
63	Ναι
64	Ναι
65	Ναι
66	Ναι
67	Ναι
68	Ναι
69	Ναι
70	Ναι
71	Ναι
72	Ναι
73	Ναι
74	Ναι
75	Ναι
76	Ναι
77	Ναι
78	Ναι
79	Ναι
80	Ναι
81	Ναι
82	Ναι
83	Ναι
84	Ναι
85	Ναι
86	Ναι
87	Ναι
88	Ναι
89	Ναι
90	Ναι
91	Ναι
92	Ναι
93	Ναι
94	Ναι
95	Ναι
96	Ναι
97	Ναι
98	Ναι
99	Ναι
100	Ναι
101	Ναι
102	Ναι
103	Ναι
104	Ναι
105	Ναι
106	Ναι
107	Ναι
108	Ναι
109	Ναι
110	Ναι
111	Ναι
112	Ναι
113	Ναι
114	Ναι
115	Ναι
116	Ναι
117	Ναι
118	Ναι
119	Ναι

Περίοδος	Συμπεριλαμβανόμενο
120	Ναι
121	Ναι
122	Ναι
123	Ναι
124	Ναι
125	Ναι
126	Ναι
127	Ναι
128	Ναι
129	Ναι
130	Ναι
131	Ναι
132	Ναι
133	Ναι
134	Ναι
135	Ναι
136	Ναι
137	Ναι
138	Ναι
139	Ναι
140	Ναι
141	Ναι
142	Ναι
143	Ναι
144	Ναι
145	Ναι
146	Ναι
147	Ναι
148	Ναι
149	Ναι
150	Ναι
151	Ναι
152	Ναι
153	Ναι
154	Ναι
155	Ναι
156	Ναι
157	Ναι
158	Ναι
159	Ναι
160	Ναι
161	Ναι
162	Ναι
163	Ναι
164	Ναι
165	Ναι
166	Ναι
167	Ναι
168	Ναι
169	Ναι
170	Ναι
171	Ναι
172	Ναι
173	Ναι
174	Ναι
175	Ναι
176	Ναι
177	Ναι
178	Ναι
179	Ναι
180	Ναι
181	Ναι
182	Ναι
183	Ναι
184	Ναι
185	Ναι
186	Ναι
187	Ναι
188	Ναι
189	Ναι
190	Ναι

Περίοδος	Συμπεριλαμβανόμενο
191	Ναι
192	Ναι
193	Ναι
194	Ναι
195	Ναι
196	Ναι
197	Ναι
198	Ναι
199	Ναι
200	Ναι
201	Ναι
202	Ναι
203	Ναι
204	Ναι
205	Ναι
206	Ναι
207	Ναι
208	Ναι
209	Ναι
210	Ναι
211	Ναι
212	Ναι
213	Ναι
214	Ναι
215	Ναι
216	Ναι
217	Ναι
218	Ναι
219	Ναι
220	Ναι
221	Ναι
222	Ναι
223	Ναι
224	Ναι
225	Ναι
226	Ναι
227	Ναι
228	Ναι
229	Ναι
230	Ναι
231	Ναι
232	Ναι
233	Ναι
234	Ναι
235	Ναι
236	Ναι
237	Ναι
238	Ναι
239	Ναι
240	Ναι
241	Ναι
242	Ναι
243	Ναι
244	Ναι
245	Ναι
246	Ναι
247	Ναι
248	Ναι
249	Ναι
250	Ναι
251	Ναι
252	Ναι
253	Ναι
254	Ναι
255	Ναι
256	Ναι
257	Ναι
258	Ναι
259	Ναι
260	Ναι
261	Ναι
262	Ναι

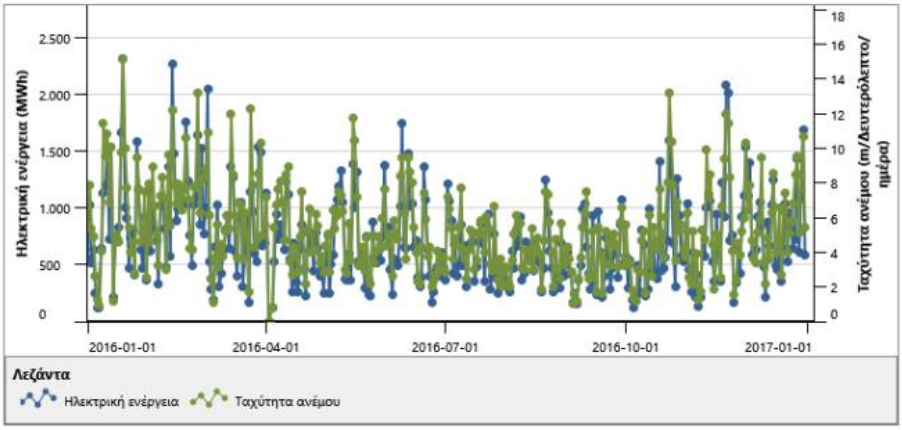
3.8.5. Ημερήσια ανάλυση

Τέλος, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από την εκτίμηση κινδύνου σε ημερήσια βάση. Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια επηρεάζεται θετικά από την ταχύτητα του ανέμου και μπορεί να υπολογιστεί από την παρακάτω γραμμική εξίσωση. Παρατηρείται ότι σε επίπεδο ημέρας, η ακρίβεια πρόβλεψης της γραμμικής εξίσωσης η οποία προέκυψε από τη γραμμική παλινδρόμηση είναι καλύτερη για ταχύτητες κάτω από 6m/sec/ημέρα.

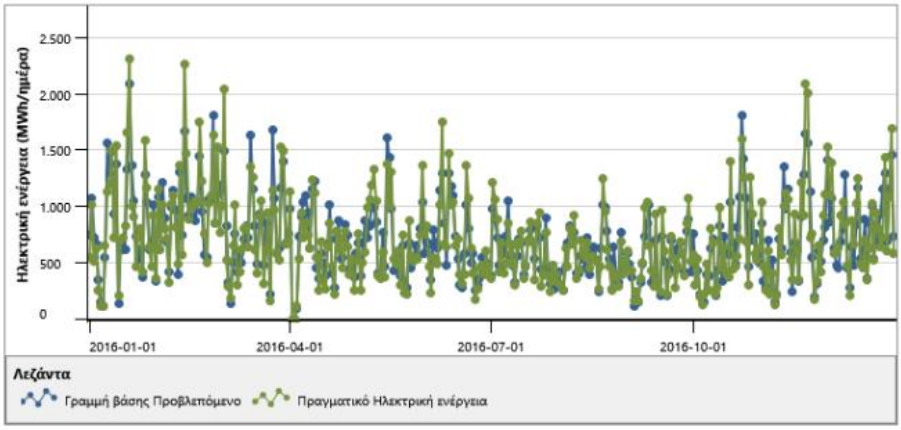


Γράφημα 3.27: Γραμμική εξίσωση παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ανεξάρτητη μεταβλητή την ταχύτητα ανέμου (ημερήσια)

Εφαρμόζοντας την παραπάνω γραμμική εξίσωση κατασκευάστηκαν τα παρακάτω γραφήματα. Η ημερήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αναμένεται να κυμανθεί από περίπου 200MWh έως περίπου 2.250MWh. Παρατηρείται ότι τα υπόλοιπα (residuals) μικραίνουν σε επίπεδο ημέρας, το οποίο ωστόσο δεν συνεπάγεται βελτίωση της ακρίβειας του μοντέλου πρόβλεψης, αλλά οφείλεται στην κατάτμηση των περιόδων εκτίμησης.



Γράφημα 3.28: Παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ταχύτητα ανέμου - παλινδρόμηση με εξαρτημένη μεταβλητή την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ανεξάρτητη μεταβλητή την ταχύτητα ανέμου (ημερήσια)



Γράφημα 3.29: Παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ταχύτητα ανέμου - παλινδρόμηση με εξαρτημένη μεταβλητή την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ανεξάρτητη μεταβλητή την ταχύτητα ανέμου (ημερήσια)

Για την παραγωγή της παραπάνω γραμμικής εξίσωσης και των παραπάνω γραφημάτων πραγματοποιήθηκε γραμμική παλινδρόμηση με εξαρτημένη μεταβλητή την ημερήσια παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ανεξάρτητη μεταβλητή την ταχύτητα ανέμου. Το μοντέλο που δημιουργήθηκε έχει πολύ ισχυρή προβλεπτική ικανότητα, καθώς η τιμή R^2 υπολογίζεται ίση με 0,80, δηλαδή το μοντέλο εξηγεί το 89,4% της μεταβολής της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Σε ημερήσια βάση, το μέσο υπόλοιπο, η μέση δηλαδή διαφορά ανάμεσα στην προβλεπόμενη και την πραγματική παραγωγή ενέργειας ισούται με 5,28E-15MWh. Επιπρόσθετα, το μοντέλο

είναι στατιστικά σημαντικό σε επίπεδο εμπιστοσύνης 99% καθώς η τιμή F-test (p value) ισούται με 0 <<< 0,01.

Πίνακας 3.29: Αριθμητικά αποτελέσματα παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ανεξάρτητη μεταβλητή την ταχύτητα ανέμου (ημερήσια)

Εξίσωση:

Y = a*x+b	
Πίνακας δεδομένων	Παραγωγή ηλεκτρισμού
Εξαρτημένη μεταβλητή	Ηλεκτρική ενέργεια (MWh)
Ανεξάρτητη μεταβλητή (x)	Ταχύτητα ανέμου (m/Δευτερόλεπτο)
Μέθοδος	Ημερήσια
Σταθμισμένο	Ναι

Αποτελέσματα παλινδρόμησης:

Αριθμός παρατηρήσεων:366
Αριθμός επαναλήψεων:11
Άθροισμα υπολοίπων:1,9327E-12
Μέσο υπόλοιπο:5,2805E-15
Άθροισμα τετραγώνων υπολοίπων - Απόλυτο:11.049.376,7092
Άθροισμα τετραγώνων υπολοίπων - Σχετικό:11.049.376,7092
Τυπικό σφάλμα εκτίμησης:174,2281
Συντελεστής πολλαπλού προσδιορισμού (R^2):0,8025
Συντελεστής πολλαπλού προσδιορισμού - Ρυθμισμένος (Ra^2):0,802
Ρίζα μέσου τετραγωνικού σφάλματος (RMSE):174
Συντελεστής μεταβολής του RMSE:0,25
F-test (τιμή p):0
Καθαρό σφάλμα μεροληψίας προσδιορισμού (NDBE):7,49285E-18
Στατιστική Durbin-Watson:1,88133

Αποτελέσματα συντελεστών:

Επίθετο	Τιμή	Τυπικό σφάλμα	λόγος-t	Τιμή p	Οριζόμενο από τον χρήστη
a	138,3186	3,6011	38,4096	0	138,3186
b	-17,7136	20,898	-0,8476	0,3972	-17,7136

Αποτελέσματα

Ταχύτητα ανέμου (m/Δευτερόλεπτο)	Επιτυχία

Τα αριθμητικά αποτελέσματα από την γραμμική παλινδρόμηση παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 3.30: Αριθμητικά αποτελέσματα παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ανεξάρτητη μεταβλητή την ταχύτητα ανέμου (ημερήσια)

Περίοδος	Αρχή	Τέλος	Ταχύτητα ανέμου (m/ Δευτερόλεπτο)	Πραγματικό Ηλεκτρική ενέργεια (MWh)	Γραμμή βάσης Προβλεπόμενο (MWh)	Ταχύτητα ανέμου (m/ Δευτερόλεπτο/ ημέρα)
1	2016-01-01	2016-01-02	5,5	544	742	5,5
2	2016-01-02	2016-01-03	7,9	1.019	1.074	7,9
3	2016-01-03	2016-01-04	5,4	511	728	5,4
4	2016-01-04	2016-01-05	4,9	633	660	4,9
5	2016-01-05	2016-01-06	2,7	252	350	2,7
6	2016-01-06	2016-01-07	1,2	117	153	1,2
7	2016-01-07	2016-01-08	1,0	119	114	1,0
8	2016-01-08	2016-01-09	4,1	647	549	4,1
9	2016-01-09	2016-01-10	11,4	1.134	1.566	11,4
10	2016-01-10	2016-01-11	9,5	1.202	1.298	9,5
11	2016-01-11	2016-01-12	10,8	1.489	1.476	10,8
12	2016-01-12	2016-01-13	6,9	724	938	6,9
13	2016-01-13	2016-01-14	10,1	1.538	1.380	10,1
14	2016-01-14	2016-01-15	1,2	210	143	1,2
15	2016-01-15	2016-01-16	5,0	697	674	5,0
16	2016-01-16	2016-01-17	4,6	722	621	4,6
17	2016-01-17	2016-01-18	4,6	830	617	4,6
18	2016-01-18	2016-01-19	9,8	1.655	1.334	9,8
19	2016-01-19	2016-01-20	15,2	2.315	2.086	15,2
20	2016-01-20	2016-01-21	10,0	1.005	1.366	10,0
21	2016-01-21	2016-01-22	7,7	905	1.045	7,7
22	2016-01-22	2016-01-23	5,4	466	731	5,4
23	2016-01-23	2016-01-24	4,0	734	535	4,0
24	2016-01-24	2016-01-25	4,6	808	621	4,6
25	2016-01-25	2016-01-26	2,8	416	367	2,8
26	2016-01-26	2016-01-27	9,4	1.585	1.287	9,4
27	2016-01-27	2016-01-28	7,6	1.161	1.038	7,6
28	2016-01-28	2016-01-29	4,6	636	613	4,6
29	2016-01-29	2016-01-30	5,1	469	688	5,1
30	2016-01-30	2016-01-31	7,5	923	1.016	7,5
31	2016-01-31	2016-02-01	2,6	363	335	2,6
32	2016-02-01	2016-02-02	7,9	1.151	1.081	7,9
33	2016-02-02	2016-02-03	4,6	619	617	4,6
34	2016-02-03	2016-02-04	8,9	1.012	1.216	8,9
35	2016-02-04	2016-02-05	6,7	802	902	6,7
36	2016-02-05	2016-02-06	5,1	707	685	5,1
37	2016-02-06	2016-02-07	3,2	326	424	3,2
38	2016-02-07	2016-02-08	7,3	1.027	991	7,3
39	2016-02-08	2016-02-09	8,4	1.091	1.138	8,4
40	2016-02-09	2016-02-10	7,1	817	967	7,1
41	2016-02-10	2016-02-11	3,0	485	400	3,0
42	2016-02-11	2016-02-12	9,6	1.363	1.309	9,6
43	2016-02-12	2016-02-13	5,5	570	745	5,5
44	2016-02-13	2016-02-14	12,2	2.259	1.669	12,2
45	2016-02-14	2016-02-15	7,9	1.472	1.074	7,9
46	2016-02-15	2016-02-16	6,8	886	920	6,8
47	2016-02-16	2016-02-17	7,9	992	1.081	7,9
48	2016-02-17	2016-02-18	7,4	1.006	1.002	7,4
49	2016-02-18	2016-02-19	6,4	1.046	874	6,4
50	2016-02-19	2016-02-20	7,7	1.033	1.041	7,7
51	2016-02-20	2016-02-21	10,6	1.750	1.448	10,6
52	2016-02-21	2016-02-22	7,1	1.227	959	7,1
53	2016-02-22	2016-02-23	4,3	757	571	4,3
54	2016-02-23	2016-02-24	4,1	497	553	4,1
55	2016-02-24	2016-02-25	7,8	1.025	1.056	7,8
56	2016-02-25	2016-02-26	7,8	1.099	1.063	7,8
57	2016-02-26	2016-02-27	13,2	1.633	1.812	13,2
58	2016-02-27	2016-02-28	6,3	846	849	6,3
59	2016-02-28	2016-02-29	8,2	1.525	1.113	8,2
60	2016-02-29	2016-03-01	8,4	768	1.138	8,4
61	2016-03-01	2016-03-02	8,8	1.007	1.195	8,8
62	2016-03-02	2016-03-03	10,9	2.040	1.494	10,9
63	2016-03-03	2016-03-04	6,1	524	824	6,1
64	2016-03-04	2016-03-05	2,4	288	321	2,4
65	2016-03-05	2016-03-06	1,1	187	139	1,1
66	2016-03-06	2016-03-07	3,7	656	496	3,7
67	2016-03-07	2016-03-08	5,6	1.020	756	5,6
68	2016-03-08	2016-03-09	3,1	303	417	3,1
69	2016-03-09	2016-03-10	4,4	420	596	4,4
70	2016-03-10	2016-03-11	3,8	615	507	3,8
71	2016-03-11	2016-03-12	5,2	804	706	5,2
72	2016-03-12	2016-03-13	6,1	819	831	6,1
73	2016-03-13	2016-03-14	5,4	647	724	5,4
74	2016-03-14	2016-03-15	12,0	1.357	1.637	12,0
75	2016-03-15	2016-03-16	8,5	1.263	1.152	8,5

Περίοδος	Αρχή	Τέλος	Ταχύτητα ανέμου (m/ Δευτερόλεπτο)	Πραγματικό Ηλεκτρική ενέργεια (MWh)	Γραμμή βάσης Προβλεπόμενο (MWh)	Ταχύτητα ανέμου (m/ Δευτερόλεπτο/ ημέρα)
76	2016-03-16	2016-03-17	6,1	620	824	6,1
77	2016-03-17	2016-03-18	3,7	405	489	3,7
78	2016-03-18	2016-03-19	6,9	909	934	6,9
79	2016-03-19	2016-03-20	6,7	1.053	913	6,7
80	2016-03-20	2016-03-21	3,6	311	482	3,6
81	2016-03-21	2016-03-22	6,3	614	852	6,3
82	2016-03-22	2016-03-23	5,1	948	685	5,1
83	2016-03-23	2016-03-24	1,7	169	221	1,7
84	2016-03-24	2016-03-25	12,2	1.143	1.676	12,2
85	2016-03-25	2016-03-26	7,9	971	1.070	7,9
86	2016-03-26	2016-03-27	4,3	600	578	4,3
87	2016-03-27	2016-03-28	4,7	522	635	4,7
88	2016-03-28	2016-03-29	8,5	1.532	1.163	8,5
89	2016-03-29	2016-03-30	10,3	1.492	1.405	10,3
90	2016-03-30	2016-03-31	5,0	661	674	5,0
91	2016-03-31	2016-04-01	5,6	691	756	5,6
92	2016-04-01	2016-04-02	7,2	1.126	977	7,2
93	2016-04-02	2016-04-03	0,0	0	-18	0,0
94	2016-04-03	2016-04-04	0,0	0	-18	0,0
95	2016-04-04	2016-04-05	0,8	117	89	0,8
96	2016-04-05	2016-04-06	5,4	531	735	5,4
97	2016-04-06	2016-04-07	6,7	947	913	6,7
98	2016-04-07	2016-04-08	7,7	726	1.041	7,7
99	2016-04-08	2016-04-09	8,1	846	1.098	8,1
100	2016-04-09	2016-04-10	7,0	750	945	7,0
101	2016-04-10	2016-04-11	4,6	626	624	4,6
102	2016-04-11	2016-04-12	8,5	1.238	1.152	8,5
103	2016-04-12	2016-04-13	8,9	1.117	1.220	8,9
104	2016-04-13	2016-04-14	3,4	546	457	3,4
105	2016-04-14	2016-04-15	2,7	255	360	2,7
106	2016-04-15	2016-04-16	4,3	692	578	4,3
107	2016-04-16	2016-04-17	3,8	343	507	3,8
108	2016-04-17	2016-04-18	2,9	265	382	2,9
109	2016-04-18	2016-04-19	4,9	647	660	4,9
110	2016-04-19	2016-04-20	7,5	848	1.016	7,5
111	2016-04-20	2016-04-21	3,1	462	410	3,1
112	2016-04-21	2016-04-22	2,2	227	282	2,2
113	2016-04-22	2016-04-23	5,3	785	717	5,3
114	2016-04-23	2016-04-24	6,5	622	877	6,5
115	2016-04-24	2016-04-25	4,0	707	531	4,0
116	2016-04-25	2016-04-26	4,1	450	553	4,1
117	2016-04-26	2016-04-27	6,2	782	838	6,2
118	2016-04-27	2016-04-28	5,5	645	749	5,5
119	2016-04-28	2016-04-29	3,4	399	446	3,4
120	2016-04-29	2016-04-30	3,8	540	503	3,8
121	2016-04-30	2016-05-01	2,9	251	378	2,9
122	2016-05-01	2016-05-02	4,4	519	585	4,4
123	2016-05-02	2016-05-03	5,0	758	678	5,0
124	2016-05-03	2016-05-04	2,9	253	382	2,9
125	2016-05-04	2016-05-05	5,0	498	678	5,0
126	2016-05-05	2016-05-06	6,4	590	870	6,4
127	2016-05-06	2016-05-07	5,4	993	724	5,4
128	2016-05-07	2016-05-08	6,1	1.066	824	6,1
129	2016-05-08	2016-05-09	7,5	1.192	1.016	7,5
130	2016-05-09	2016-05-10	7,3	1.326	988	7,3
131	2016-05-10	2016-05-11	6,3	1.047	860	6,3
132	2016-05-11	2016-05-12	3,0	380	403	3,0
133	2016-05-12	2016-05-13	2,8	367	371	2,8
134	2016-05-13	2016-05-14	5,7	597	770	5,7
135	2016-05-14	2016-05-15	3,5	370	471	3,5
136	2016-05-15	2016-05-16	11,7	1.381	1.605	11,7
137	2016-05-16	2016-05-17	10,5	1.007	1.430	10,5
138	2016-05-17	2016-05-18	7,2	1.312	977	7,2
139	2016-05-18	2016-05-19	3,2	532	432	3,2
140	2016-05-19	2016-05-20	3,4	493	453	3,4
141	2016-05-20	2016-05-21	4,3	602	574	4,3
142	2016-05-21	2016-05-22	2,9	300	389	2,9
143	2016-05-22	2016-05-23	4,8	748	649	4,8
144	2016-05-23	2016-05-24	2,5	235	325	2,5
145	2016-05-24	2016-05-25	2,2	227	282	2,2
146	2016-05-25	2016-05-26	5,0	869	674	5,0

Περίοδος	Αρχή	Τέλος	Ταχύτητα ανέμου (m/δευτερόλεπτο)	Πραγματικό Ηλεκτρική ενέργεια (MWh)	Γραμμή βάσης Προβλεπόμενο (MWh)	Ταχύτητα ανέμου (m/δευτερόλεπτο/ημέρα)
147	2016-05-26	2016-05-27	3,4	562	449	3,4
148	2016-05-27	2016-05-28	4,0	517	542	4,0
149	2016-05-28	2016-05-29	4,9	546	656	4,9
150	2016-05-29	2016-05-30	4,2	537	564	4,2
151	2016-05-30	2016-05-31	6,0	744	806	6,0
152	2016-05-31	2016-06-01	7,6	1.370	1.038	7,6
153	2016-06-01	2016-06-02	4,4	757	585	4,4
154	2016-06-02	2016-06-03	5,1	831	685	5,1
155	2016-06-03	2016-06-04	5,0	462	667	5,0
156	2016-06-04	2016-06-05	2,7	236	350	2,7
157	2016-06-05	2016-06-06	5,8	552	788	5,8
158	2016-06-06	2016-06-07	5,0	534	678	5,0
159	2016-06-07	2016-06-08	4,7	494	635	4,7
160	2016-06-08	2016-06-09	8,4	1.017	1.148	8,4
161	2016-06-09	2016-06-10	9,5	1.744	1.295	9,5
162	2016-06-10	2016-06-11	6,3	659	852	6,3
163	2016-06-11	2016-06-12	3,6	643	478	3,6
164	2016-06-12	2016-06-13	9,5	1.471	1.295	9,5
165	2016-06-13	2016-06-14	8,6	1.017	1.177	8,6
166	2016-06-14	2016-06-15	8,0	1.036	1.091	8,0
167	2016-06-15	2016-06-16	5,4	648	735	5,4
168	2016-06-16	2016-06-17	4,0	710	539	4,0
169	2016-06-17	2016-06-18	2,3	391	307	2,3
170	2016-06-18	2016-06-19	2,2	311	282	2,2
171	2016-06-19	2016-06-20	4,3	392	581	4,3
172	2016-06-20	2016-06-21	7,5	1.359	1.013	7,5
173	2016-06-21	2016-06-22	5,9	1.068	799	5,9
174	2016-06-22	2016-06-23	3,7	633	499	3,7
175	2016-06-23	2016-06-24	4,3	404	581	4,3
176	2016-06-24	2016-06-25	2,0	171	257	2,0
177	2016-06-25	2016-06-26	2,3	266	307	2,3
178	2016-06-26	2016-06-27	2,7	451	360	2,7
179	2016-06-27	2016-06-28	4,0	482	542	4,0
180	2016-06-28	2016-06-29	3,0	398	400	3,0
181	2016-06-29	2016-06-30	3,8	605	503	3,8
182	2016-06-30	2016-07-01	3,7	466	492	3,7
183	2016-07-01	2016-07-02	2,9	365	382	2,9
184	2016-07-02	2016-07-03	7,2	1.208	977	7,2
185	2016-07-03	2016-07-04	6,5	1.058	885	6,5
186	2016-07-04	2016-07-05	5,4	882	728	5,4
187	2016-07-05	2016-07-06	3,6	425	482	3,6
188	2016-07-06	2016-07-07	4,8	682	646	4,8
189	2016-07-07	2016-07-08	4,4	403	589	4,4
190	2016-07-08	2016-07-09	5,5	487	738	5,5
191	2016-07-09	2016-07-10	7,7	849	1.045	7,7
192	2016-07-10	2016-07-11	4,2	495	556	4,2
193	2016-07-11	2016-07-12	3,6	669	478	3,6
194	2016-07-12	2016-07-13	2,4	306	321	2,4
195	2016-07-13	2016-07-14	4,2	648	560	4,2
196	2016-07-14	2016-07-15	5,3	691	713	5,3
197	2016-07-15	2016-07-16	5,1	784	681	5,1
198	2016-07-16	2016-07-17	3,0	356	396	3,0
199	2016-07-17	2016-07-18	3,5	483	467	3,5
200	2016-07-18	2016-07-19	5,2	703	696	5,2
201	2016-07-19	2016-07-20	5,9	865	792	5,9
202	2016-07-20	2016-07-21	5,1	693	685	5,1
203	2016-07-21	2016-07-22	4,0	348	531	4,0
204	2016-07-22	2016-07-23	6,1	856	824	6,1
205	2016-07-23	2016-07-24	5,4	939	724	5,4
206	2016-07-24	2016-07-25	3,3	289	439	3,3
207	2016-07-25	2016-07-26	3,0	400	392	3,0
208	2016-07-26	2016-07-27	6,7	774	902	6,7
209	2016-07-27	2016-07-28	3,4	384	457	3,4
210	2016-07-28	2016-07-29	2,4	244	317	2,4
211	2016-07-29	2016-07-30	3,6	479	478	3,6
212	2016-07-30	2016-07-31	2,0	342	264	2,0
213	2016-07-31	2016-08-01	2,9	393	385	2,9
214	2016-08-01	2016-08-02	3,1	316	417	3,1
215	2016-08-02	2016-08-03	2,2	299	289	2,2
216	2016-08-03	2016-08-04	2,0	259	257	2,0
217	2016-08-04	2016-08-05	3,5	624	467	3,5

Περίοδος	Αρχή	Τέλος	Ταχύτητα ανέμου (m/Δευτερόλεπτο)	Πραγματικό Ηλεκτρική ενέργεια (MWh)	Γραμμή βάσης Προβλεπόμενο (MWh)	Ταχύτητα ανέμου (m/Δευτερόλεπτο/ημέρα)
218	2016-08-05	2016-08-06	5,0	469	678	5,0
219	2016-08-06	2016-08-07	6,1	807	827	6,1
220	2016-08-07	2016-08-08	5,4	664	735	5,4
221	2016-08-08	2016-08-09	5,7	924	770	5,7
222	2016-08-09	2016-08-10	3,1	360	410	3,1
223	2016-08-10	2016-08-11	3,0	428	403	3,0
224	2016-08-11	2016-08-12	4,2	697	556	4,2
225	2016-08-12	2016-08-13	4,0	602	535	4,0
226	2016-08-13	2016-08-14	3,4	551	457	3,4
227	2016-08-14	2016-08-15	5,3	682	720	5,3
228	2016-08-15	2016-08-16	3,0	451	396	3,0
229	2016-08-16	2016-08-17	4,3	556	578	4,3
230	2016-08-17	2016-08-18	4,8	544	646	4,8
231	2016-08-18	2016-08-19	3,9	518	524	3,9
232	2016-08-19	2016-08-20	1,9	265	243	1,9
233	2016-08-20	2016-08-21	4,7	469	628	4,7
234	2016-08-21	2016-08-22	7,5	1.250	1.020	7,5
235	2016-08-22	2016-08-23	7,3	957	995	7,3
236	2016-08-23	2016-08-24	5,8	622	781	5,8
237	2016-08-24	2016-08-25	4,0	465	535	4,0
238	2016-08-25	2016-08-26	2,0	257	264	2,0
239	2016-08-26	2016-08-27	4,7	409	638	4,7
240	2016-08-27	2016-08-28	3,0	381	400	3,0
241	2016-08-28	2016-08-29	2,4	292	321	2,4
242	2016-08-29	2016-08-30	5,7	692	767	5,7
243	2016-08-30	2016-08-31	3,3	395	435	3,3
244	2016-08-31	2016-09-01	3,9	500	517	3,9
245	2016-09-01	2016-09-02	4,3	612	578	4,3
246	2016-09-02	2016-09-03	3,6	428	485	3,6
247	2016-09-03	2016-09-04	2,8	436	375	2,8
248	2016-09-04	2016-09-05	1,0	167	121	1,0
249	2016-09-05	2016-09-06	1,5	247	193	1,5
250	2016-09-06	2016-09-07	1,2	160	146	1,2
251	2016-09-07	2016-09-08	2,5	363	328	2,5
252	2016-09-08	2016-09-09	3,7	498	492	3,7
253	2016-09-09	2016-09-10	5,4	992	735	5,4
254	2016-09-10	2016-09-11	6,3	1.039	852	6,3
255	2016-09-11	2016-09-12	7,5	655	1.016	7,5
256	2016-09-12	2016-09-13	2,5	426	325	2,5
257	2016-09-13	2016-09-14	2,7	288	357	2,7
258	2016-09-14	2016-09-15	5,2	927	703	5,2
259	2016-09-15	2016-09-16	2,6	355	339	2,6
260	2016-09-16	2016-09-17	1,7	243	214	1,7
261	2016-09-17	2016-09-18	5,4	968	735	5,4
262	2016-09-18	2016-09-19	3,9	605	517	3,9
263	2016-09-19	2016-09-20	1,6	217	207	1,6
264	2016-09-20	2016-09-21	3,4	401	453	3,4
265	2016-09-21	2016-09-22	5,2	733	703	5,2
266	2016-09-22	2016-09-23	4,5	541	610	4,5
267	2016-09-23	2016-09-24	3,2	280	432	3,2
268	2016-09-24	2016-09-25	4,7	465	631	4,7
269	2016-09-25	2016-09-26	5,0	686	678	5,0
270	2016-09-26	2016-09-27	4,4	594	585	4,4
271	2016-09-27	2016-09-28	3,1	384	417	3,1
272	2016-09-28	2016-09-29	5,8	846	781	5,8
273	2016-09-29	2016-09-30	6,6	1.076	892	6,6
274	2016-09-30	2016-10-01	3,2	519	424	3,2
275	2016-10-01	2016-10-02	5,6	576	753	5,6
276	2016-10-02	2016-10-03	3,4	300	457	3,4
277	2016-10-03	2016-10-04	3,3	536	435	3,3
278	2016-10-04	2016-10-05	1,8	196	225	1,8
279	2016-10-05	2016-10-06	1,3	126	164	1,3
280	2016-10-06	2016-10-07	1,2	221	150	1,2
281	2016-10-07	2016-10-08	3,0	494	396	3,0
282	2016-10-08	2016-10-09	2,9	261	382	2,9
283	2016-10-09	2016-10-10	4,7	802	631	4,7
284	2016-10-10	2016-10-11	5,2	676	706	5,2
285	2016-10-11	2016-10-12	1,6	226	207	1,6
286	2016-10-12	2016-10-13	3,3	282	435	3,3
287	2016-10-13	2016-10-14	6,1	987	831	6,1
288	2016-10-14	2016-10-15	2,6	456	342	2,6

Περίοδος	Αρχή	Τέλος	Ταχύτητα ανέμου (m/Δευτερόλεπτο)	Πραγματικό Ηλεκτρική ενέργεια (MWh)	Γραμμή βάσης Προβλεπόμενο (MWh)	Ταχύτητα ανέμου (m/Δευτερόλεπτο/ημέρα)
289	2016-10-15	2016-10-16	5,5	636	738	5,5
290	2016-10-16	2016-10-17	4,6	411	621	4,6
291	2016-10-17	2016-10-18	4,3	379	571	4,3
292	2016-10-18	2016-10-19	7,6	1.402	1.038	7,6
293	2016-10-19	2016-10-20	5,1	443	681	5,1
294	2016-10-20	2016-10-21	3,7	468	489	3,7
295	2016-10-21	2016-10-22	6,0	563	817	6,0
296	2016-10-22	2016-10-23	8,0	711	1.088	8,0
297	2016-10-23	2016-10-24	13,2	1.592	1.808	13,2
298	2016-10-24	2016-10-25	10,4	1.256	1.423	10,4
299	2016-10-25	2016-10-26	7,9	691	1.074	7,9
300	2016-10-26	2016-10-27	3,5	307	467	3,5
301	2016-10-27	2016-10-28	6,9	1.260	931	6,9
302	2016-10-28	2016-10-29	5,2	937	699	5,2
303	2016-10-29	2016-10-30	5,6	578	756	5,6
304	2016-10-30	2016-10-31	4,2	522	560	4,2
305	2016-10-31	2016-11-01	3,8	632	503	3,8
306	2016-11-01	2016-11-02	6,3	1.034	849	6,3
307	2016-11-02	2016-11-03	2,6	463	339	2,6
308	2016-11-03	2016-11-04	2,2	255	285	2,2
309	2016-11-04	2016-11-05	5,2	610	699	5,2
310	2016-11-05	2016-11-06	2,2	218	282	2,2
311	2016-11-06	2016-11-07	3,9	408	521	3,9
312	2016-11-07	2016-11-08	1,3	132	157	1,3
313	2016-11-08	2016-11-09	1,7	211	221	1,7
314	2016-11-09	2016-11-10	5,3	801	717	5,3
315	2016-11-10	2016-11-11	4,7	576	635	4,7
316	2016-11-11	2016-11-12	9,9	998	1.355	9,9
317	2016-11-12	2016-11-13	7,2	1.115	977	7,2
318	2016-11-13	2016-11-14	8,5	1.060	1.156	8,5
319	2016-11-14	2016-11-15	4,4	522	596	4,4
320	2016-11-15	2016-11-16	1,9	349	243	1,9
321	2016-11-16	2016-11-17	5,0	938	678	5,0
322	2016-11-17	2016-11-18	4,6	606	617	4,6
323	2016-11-18	2016-11-19	2,6	355	339	2,6
324	2016-11-19	2016-11-20	6,7	1.218	906	6,7
325	2016-11-20	2016-11-21	9,4	919	1.284	9,4
326	2016-11-21	2016-11-22	12,0	2.083	1.641	12,0
327	2016-11-22	2016-11-23	11,4	2.005	1.566	11,4
328	2016-11-23	2016-11-24	8,3	717	1.134	8,3
329	2016-11-24	2016-11-25	4,1	760	546	4,1
330	2016-11-25	2016-11-26	1,5	170	193	1,5
331	2016-11-26	2016-11-27	2,4	337	310	2,4
332	2016-11-27	2016-11-28	4,5	654	606	4,5
333	2016-11-28	2016-11-29	3,8	425	514	3,8
334	2016-11-29	2016-11-30	5,2	923	699	5,2
335	2016-11-30	2016-12-01	6,0	1.104	813	6,0
336	2016-12-01	2016-12-02	10,3	1.529	1.412	10,3
337	2016-12-02	2016-12-03	6,4	1.102	867	6,4
338	2016-12-03	2016-12-04	7,9	1.393	1.074	7,9
339	2016-12-04	2016-12-05	4,6	586	624	4,6
340	2016-12-05	2016-12-06	3,6	596	482	3,6
341	2016-12-06	2016-12-07	3,4	635	453	3,4
342	2016-12-07	2016-12-08	5,1	916	688	5,1
343	2016-12-08	2016-12-09	5,9	1.043	799	5,9
344	2016-12-09	2016-12-10	9,4	840	1.287	9,4
345	2016-12-10	2016-12-11	3,5	476	460	3,5
346	2016-12-11	2016-12-12	2,1	215	278	2,1
347	2016-12-12	2016-12-13	4,8	874	646	4,8
348	2016-12-13	2016-12-14	3,6	663	482	3,6
349	2016-12-14	2016-12-15	6,2	1.021	845	6,2
350	2016-12-15	2016-12-16	8,5	1.250	1.163	8,5
351	2016-12-16	2016-12-17	4,0	490	531	4,0
352	2016-12-17	2016-12-18	4,5	456	610	4,5
353	2016-12-18	2016-12-19	6,6	698	892	6,6
354	2016-12-19	2016-12-20	2,7	350	357	2,7
355	2016-12-20	2016-12-21	6,3	635	856	6,3
356	2016-12-21	2016-12-22	7,4	1.030	1.006	7,4
357	2016-12-22	2016-12-23	4,0	530	531	4,0
358	2016-12-23	2016-12-24	5,1	950	692	5,1
359	2016-12-24	2016-12-25	5,8	800	785	5,8
360	2016-12-25	2016-12-26	6,8	638	927	6,8
361	2016-12-26	2016-12-27	8,5	728	1.152	8,5
362	2016-12-27	2016-12-28	9,5	1.434	1.298	9,5
363	2016-12-28	2016-12-29	5,1	604	692	5,1
364	2016-12-29	2016-12-30	8,5	1.081	1.152	8,5
365	2016-12-30	2016-12-31	10,7	1.686	1.459	10,7
366	2016-12-31	2017-01-01	5,5	589	738	5,5

Το σύνολο των 366 ημερών για τις οποίες υπολογίστηκε η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας συμπεριελήφθησαν στο μοντέλο πρόβλεψης.

Πίνακας 3.31: Αριθμητικά αποτελέσματα παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ανεξάρτητη μεταβλητή την ταχύτητα ανέμου (ημερήσια) – εισαγωγή στο μοντέλο

Περίοδος	Πραγματικό Ηλεκτρική ενέργεια (MWh/ημέρα)	Γραμμή βάσης Προβλεπόμενο (MWh/ημέρα)	Συμπεριλαμβανόμενο
1	544	742	Ναι
2	1.019	1.074	Ναι
3	511	728	Ναι
4	633	660	Ναι
5	252	350	Ναι
6	117	153	Ναι
7	119	114	Ναι
8	647	549	Ναι
9	1.134	1.566	Ναι
10	1.202	1.298	Ναι
11	1.489	1.476	Ναι
12	724	938	Ναι
13	1.538	1.380	Ναι
14	210	143	Ναι
15	697	674	Ναι
16	722	621	Ναι
17	830	617	Ναι
18	1.655	1.334	Ναι
19	2.315	2.086	Ναι
20	1.005	1.366	Ναι
21	905	1.045	Ναι
22	466	731	Ναι
23	734	535	Ναι
24	808	621	Ναι
25	416	367	Ναι
26	1.585	1.287	Ναι
27	1.161	1.038	Ναι
28	636	613	Ναι
29	469	688	Ναι
30	923	1.016	Ναι
31	363	335	Ναι
32	1.151	1.081	Ναι
33	619	617	Ναι
34	1.012	1.216	Ναι
35	802	902	Ναι
36	707	685	Ναι
37	326	424	Ναι
38	1.027	991	Ναι
39	1.091	1.138	Ναι
40	817	967	Ναι
41	485	400	Ναι
42	1.363	1.309	Ναι
43	570	745	Ναι
44	2.259	1.669	Ναι
45	1.472	1.074	Ναι
46	886	920	Ναι
47	992	1.081	Ναι
48	1.006	1.002	Ναι
49	1.046	874	Ναι
50	1.033	1.041	Ναι
51	1.750	1.448	Ναι
52	1.227	959	Ναι
53	757	571	Ναι
54	497	553	Ναι
55	1.025	1.056	Ναι
56	1.099	1.063	Ναι
57	1.633	1.812	Ναι
58	846	849	Ναι
59	1.525	1.113	Ναι
60	768	1.138	Ναι
61	1.007	1.195	Ναι
62	2.040	1.494	Ναι
63	524	824	Ναι
64	288	321	Ναι
65	187	139	Ναι
66	656	496	Ναι
67	1.020	756	Ναι
68	303	417	Ναι
69	420	596	Ναι
70	615	507	Ναι
71	804	706	Ναι
72	819	831	Ναι
73	647	724	Ναι
74	1.357	1.637	Ναι
75	1.263	1.152	Ναι
76	620	824	Ναι
77	405	489	Ναι
78	909	934	Ναι
79	1.053	913	Ναι
80	311	482	Ναι
81	614	852	Ναι
82	948	685	Ναι
83	169	221	Ναι
84	1.143	1.676	Ναι
85	971	1.070	Ναι
86	600	578	Ναι
87	522	635	Ναι
88	1.532	1.163	Ναι
89	1.492	1.405	Ναι
90	661	674	Ναι
91	691	756	Ναι
92	1.126	977	Ναι
93	0	-18	Ναι
94	0	-18	Ναι
95	117	89	Ναι
96	531	735	Ναι
97	947	913	Ναι
98	726	1.041	Ναι
99	846	1.098	Ναι
100	750	945	Ναι
101	626	624	Ναι
102	1.238	1.152	Ναι
103	1.117	1.220	Ναι
104	546	457	Ναι
105	255	360	Ναι
106	692	578	Ναι
107	343	507	Ναι
108	265	382	Ναι
109	647	660	Ναι
110	848	1.016	Ναι
111	462	410	Ναι
112	227	282	Ναι
113	785	717	Ναι
114	622	877	Ναι
115	707	531	Ναι
116	450	553	Ναι
117	782	838	Ναι
118	645	749	Ναι
119	399	446	Ναι
120	540	503	Ναι
121	251	378	Ναι
122	519	585	Ναι
123	758	678	Ναι
124	253	382	Ναι
125	498	678	Ναι
126	590	870	Ναι
127	993	724	Ναι
128	1.066	824	Ναι
129	1.192	1.016	Ναι

Περίοδος	Πραγματικό Ηλεκτρική ενέργεια (MWh/ημέρα)	Γραμμή βάσης Προβλεπόμενο (MWh/ημέρα)	Συμπεριλαμβανόμενο
130	1.326	988	Ναι
131	1.047	860	Ναι
132	380	403	Ναι
133	367	371	Ναι
134	597	770	Ναι
135	370	471	Ναι
136	1.381	1.605	Ναι
137	1.007	1.430	Ναι
138	1.312	977	Ναι
139	532	432	Ναι
140	493	453	Ναι
141	602	574	Ναι
142	300	389	Ναι
143	748	649	Ναι
144	235	325	Ναι
145	227	282	Ναι
146	869	674	Ναι
147	562	449	Ναι
148	517	542	Ναι
149	546	656	Ναι
150	537	564	Ναι
151	744	806	Ναι
152	1.370	1.038	Ναι
153	757	585	Ναι
154	831	685	Ναι
155	462	667	Ναι
156	236	350	Ναι
157	552	788	Ναι
158	534	678	Ναι
159	494	635	Ναι
160	1.017	1.148	Ναι
161	1.744	1.295	Ναι
162	659	852	Ναι
163	643	478	Ναι
164	1.471	1.295	Ναι
165	1.017	1.177	Ναι
166	1.036	1.091	Ναι
167	648	735	Ναι
168	710	539	Ναι
169	391	307	Ναι
170	311	282	Ναι
171	392	581	Ναι
172	1.359	1.013	Ναι
173	1.068	799	Ναι
174	633	499	Ναι
175	404	581	Ναι
176	171	257	Ναι
177	266	307	Ναι
178	451	360	Ναι
179	482	542	Ναι
180	398	400	Ναι
181	605	503	Ναι
182	466	492	Ναι
183	365	382	Ναι
184	1.208	977	Ναι
185	1.058	885	Ναι
186	882	728	Ναι
187	425	482	Ναι
188	682	646	Ναι
189	403	589	Ναι
190	487	738	Ναι
191	849	1.045	Ναι
192	495	556	Ναι
193	669	478	Ναι
194	306	321	Ναι
195	648	560	Ναι
196	691	713	Ναι
197	784	681	Ναι
198	356	396	Ναι
199	483	467	Ναι

Περίοδος	Πραγματικό Ηλεκτρική ενέργεια (MWh/ημέρα)	Γραμμή βάσης Προβλεπόμενο (MWh/ημέρα)	Συμπεριλαμβανόμενο
200	703	696	Ναι
201	865	792	Ναι
202	693	685	Ναι
203	348	531	Ναι
204	856	824	Ναι
205	939	724	Ναι
206	289	439	Ναι
207	400	392	Ναι
208	774	902	Ναι
209	384	457	Ναι
210	244	317	Ναι
211	479	478	Ναι
212	342	264	Ναι
213	393	385	Ναι
214	316	417	Ναι
215	299	289	Ναι
216	259	257	Ναι
217	624	467	Ναι
218	469	678	Ναι
219	807	827	Ναι
220	664	735	Ναι
221	924	770	Ναι
222	360	410	Ναι
223	428	403	Ναι
224	697	556	Ναι
225	602	535	Ναι
226	551	457	Ναι
227	682	720	Ναι
228	451	396	Ναι
229	556	578	Ναι
230	544	646	Ναι
231	518	524	Ναι
232	265	243	Ναι
233	469	628	Ναι
234	1.250	1.020	Ναι
235	957	995	Ναι
236	622	781	Ναι
237	465	535	Ναι
238	257	264	Ναι
239	409	638	Ναι
240	381	400	Ναι
241	292	321	Ναι
242	692	767	Ναι
243	395	435	Ναι
244	500	517	Ναι
245	612	578	Ναι
246	428	485	Ναι
247	436	375	Ναι
248	167	121	Ναι
249	247	193	Ναι
250	160	146	Ναι
251	363	328	Ναι
252	498	492	Ναι
253	992	735	Ναι
254	1.039	852	Ναι
255	655	1.016	Ναι
256	426	325	Ναι
257	288	357	Ναι
258	927	703	Ναι
259	355	339	Ναι
260	243	214	Ναι
261	968	735	Ναι
262	605	517	Ναι
263	217	207	Ναι
264	401	453	Ναι
265	733	703	Ναι
266	541	610	Ναι
267	280	432	Ναι
268	465	631	Ναι
269	686	678	Ναι

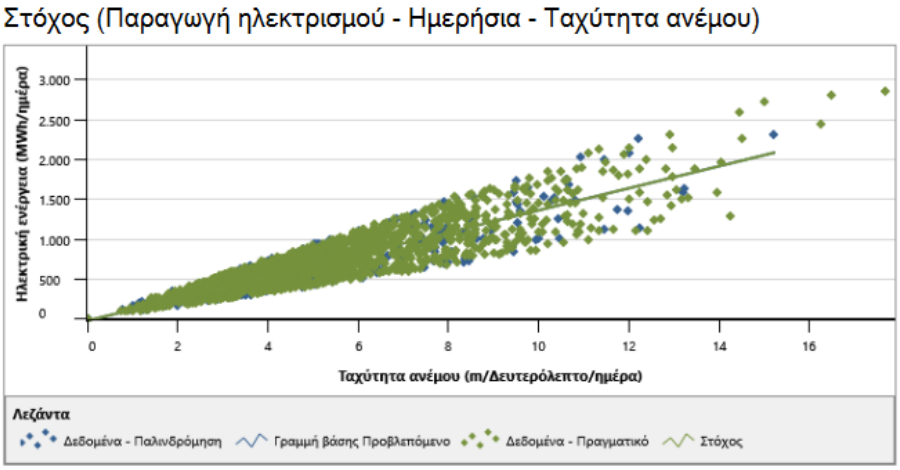
Περίοδος	Πραγματικό Ηλεκτρική ενέργεια (MWh/ημέρα)	Γραμμή βάσης Προβλεπόμενο (MWh/ημέρα)	Συμπεριλαμβανόμενο
270	594	585	Ναι
271	384	417	Ναι
272	846	781	Ναι
273	1.076	892	Ναι
274	519	424	Ναι
275	576	753	Ναι
276	300	457	Ναι
277	536	435	Ναι
278	196	225	Ναι
279	126	164	Ναι
280	221	150	Ναι
281	494	396	Ναι
282	261	382	Ναι
283	802	631	Ναι
284	676	706	Ναι
285	226	207	Ναι
286	282	435	Ναι
287	987	831	Ναι
288	456	342	Ναι
289	636	738	Ναι
290	411	621	Ναι
291	379	571	Ναι
292	1.402	1.038	Ναι
293	443	681	Ναι
294	468	489	Ναι
295	563	817	Ναι
296	711	1.088	Ναι
297	1.592	1.808	Ναι
298	1.256	1.423	Ναι
299	691	1.074	Ναι
300	307	467	Ναι
301	1.260	931	Ναι
302	937	699	Ναι
303	578	756	Ναι
304	522	560	Ναι
305	632	503	Ναι
306	1.034	849	Ναι
307	463	339	Ναι
308	255	285	Ναι
309	610	699	Ναι
310	218	282	Ναι
311	408	521	Ναι
312	132	157	Ναι
313	211	221	Ναι
314	801	717	Ναι
315	576	635	Ναι
316	998	1.355	Ναι
317	1.115	977	Ναι
318	1.060	1.156	Ναι
319	522	596	Ναι
320	349	243	Ναι
321	938	678	Ναι
322	606	617	Ναι
323	355	339	Ναι
324	1.218	906	Ναι
325	919	1.284	Ναι
326	2.083	1.641	Ναι
327	2.005	1.566	Ναι
328	717	1.134	Ναι
329	760	546	Ναι
330	170	193	Ναι
331	337	310	Ναι
332	654	606	Ναι
333	425	514	Ναι
334	923	699	Ναι
335	1.104	813	Ναι
336	1.529	1.412	Ναι
337	1.102	867	Ναι
338	1.393	1.074	Ναι
339	586	624	Ναι

Περίοδος	Πραγματικό Ηλεκτρική ενέργεια (MWh/ημέρα)	Γραμμή βάσης Προβλεπόμενο (MWh/ημέρα)	Συμπεριλαμβανόμενο
340	596	482	Ναι
341	635	453	Ναι
342	916	688	Ναι
343	1.043	799	Ναι
344	840	1.287	Ναι
345	476	460	Ναι
346	215	278	Ναι
347	874	646	Ναι
348	663	482	Ναι
349	1.021	845	Ναι
350	1.250	1.163	Ναι
351	490	531	Ναι
352	456	610	Ναι
353	698	892	Ναι
354	350	357	Ναι
355	635	856	Ναι
356	1.030	1.006	Ναι
357	530	531	Ναι
358	950	692	Ναι
359	800	785	Ναι
360	638	927	Ναι
361	728	1.152	Ναι
362	1.434	1.298	Ναι
363	604	692	Ναι
364	1.081	1.152	Ναι
365	1.686	1.459	Ναι
366	589	738	Ναι

Από το διάγραμμα ελέγχου CUSUM εξάγεται το συμπέρασμα ότι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας παραμένει εντός ελέγχου καθώς παλινδρομεί γύρω από το 0.

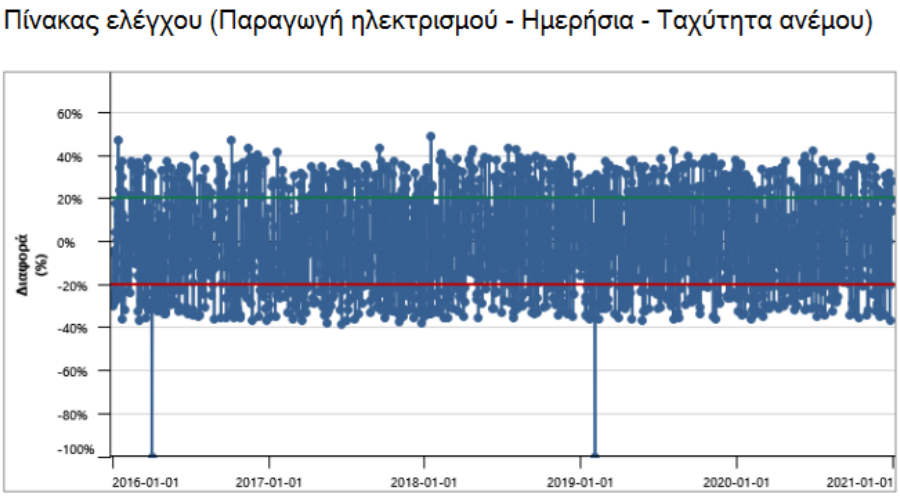
Γράφημα 3.30: Διάγραμμα ελέγχου CUSUM (παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ταχύτητα ανέμου) (ημερήσια)

Ο στόχος για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ανάλογα με την μεταβολή της ταχύτητας ανέμου αναπαρίσταται από την παρακάτω γραμμική εξίσωση, η οποία συμπίπτει με την γραμμή βάσης ειδικά για ταχύτητες ανέμου κάτω από 8m/sec/ημέρα, καθώς τα αποτελέσματα από την εκτίμηση κινδύνου βρέθηκαν εντός στατιστικού ελέγχου.



Γράφημα 3.31: Γραμμική εξίσωση στόχου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (με ανεξάρτητη μεταβλητή την ταχύτητα ανέμου) και υπόλοιπα παλινδρόμησης

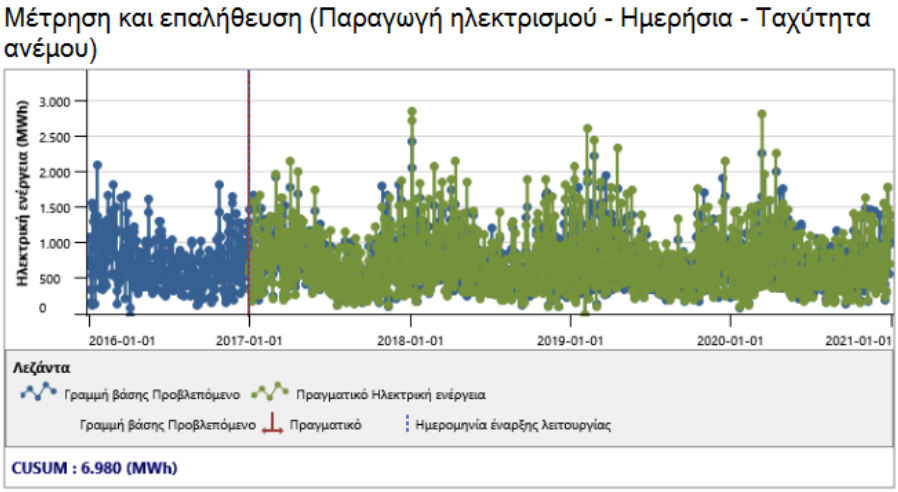
Ωστόσο, αξίζει να σημειωθεί ότι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας βρίσκεται κάτω από το κάτω όριο ελέγχου και πάνω από το άνω όριο ελέγχου για περισσότερες από πενήντα ημέρες συνολικά από τις τριακόσιες εξήντα έξι περιόδους εκτίμησης του κινδύνου.



Γράφημα 3.32: Διάγραμμα ελέγχου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

Τέλος, πραγματοποιήθηκε η μέτρηση και επαλήθευση της προβλεπόμενης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ανά ημέρα. Η προβλεπόμενη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ακολουθεί την γραμμή βάσης, ως εκ τούτου, τα αποτελέσματα από την εκτίμηση κινδύνου είναι αξιόπιστα στο επίπεδο εμπιστοσύνης 90% που τέθηκε παραπάνω

.



Γράφημα 3.33: Μέτρηση και επαλήθευση σωρευτικού αθροιστικού διαγράμματος ελέγχου CUSUM (παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και ταχύτητα ανέμου)

Συμπεράσματα

Η ανάγκη μετάβασης σε οικονομικά μοντέλα βιώσιμης ανάπτυξης είναι αδήριτη, καθώς οι αρνητικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής είναι περισσότερο από ποτέ αντιληπτές. Η πρωταρχική αιτία της κλιματικής αλλαγής είναι η καύση ορυκτών καυσίμων, όπως το φυσικό αέριο, ο λιγνίτης κ.α., για την παραγωγή κυρίως ηλεκτρικής, αλλά και θερμικής ενέργειας. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας προσφέρουν καθαρή ενέργεια, καθώς δεν οδηγούν σε εκπομπή αερίων ρύπων του θερμοκηπίου (πλην της φάσης της κατασκευής του χρησιμοποιούμενου εξοπλισμού), αλλά και αποτελούν μία ανεξάντλητη πηγή ενέργειας, καθώς τα αποθέματά τους δεν είναι πεπερασμένα. Ωστόσο, σε αντίθεση με τις συμβατικές πηγές ενέργειας εμφανίζουν στοχαστικότητα, καθιστώντας αβέβαιη την κάλυψη της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας ανά πάσα στιγμή. Οι τρεις πιο διαδεδομένες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι η υδροηλεκτρική, η αιολική και η ηλιακή ενέργεια παγκοσμίως. Τόσο στην Ευρώπη όσο και στην Ελλάδα έχουν τεθεί στόχοι για την υποκατάσταση μέρους της ζήτησης της ηλεκτρικής ενέργειας από καθαρή ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Στην κατεύθυνση επίτευξης των στόχων αυτών καταγράφεται εκσυγχρονισμός του ευρωπαϊκού και ελληνικού θεσμικού πλαισίου, προκειμένου να καταστεί πιο εύκολη και πιο ελκυστική η εγκατάσταση σταθμών παραγωγής ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Στα πλαίσια της παρούσης μελετήθηκε οικονομικά ένα αιολικό πάρκο εγκατεστημένης ισχύος 101,2MW (ονομαστικής εγκατεστημένης ισχύος 100MW) στην περιοχή του Ηρακλείου, στην Κρήτη, με χρήση του λογισμικού Retscreen Expert.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μελέτης, το αρχικό κόστος εγκατάστασης και θέσης σε λειτουργία φτάνει στα $212.850.000, με περίπου 99,9% να αποτελείται από τα

κόστη αγοράς των ανεμογεννητριών. Υπολογίστηκε ότι το αιολικό πάρκο θα παράγει 274.466MWh ηλεκτρικής ενέργειας ετησίως, οδηγώντας σε μείωση των εκπεμπόμενων αερίων του θερμοκηπίου κατά 149.282,3tn CO2. Το αιολικό πάρκο θεωρήθηκε πως θα χρηματοδοτηθεί στο 30% του από ίδια κεφάλαια και στο 70% του από δανεισμό. Υπολογίστηκε ότι η Καθαρή Παρούσα Αξία του αιολικού πάρκου θα φτάσει στα $47.821.360. Επιπλέον, σύμφωνα με τα αποτελέσματα ανάλυσης ευαισθησίας υπολογίστηκε ότι η μέση Καθαρή Παρούσα Αξία του αιολικού πάρκου θα κυμανθεί στο διάστημα [$-12.410.731 , $109.113.245] σε επίπεδο εμπιστοσύνης 90% και με την υπόθεση εκδήλωσης πιθανών κινδύνων (αυξομείωση παραγωγής ενέργειας, τιμής πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας, αρχικού κόστους, κόστους λειτουργίας και συντήρησης, τοκοχρεολυσίου ή/και επιτοκίου δανεισμού). Επιπρόσθετα, υπολογίστηκε ότι η τροποποιημένη αποπληρωμή θα επέλθει σε 7,1 έτη και ότι ο Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης του μελετώμενου αιολικού πάρκου θα φτάσει στο 15,1%. Τέλος, βάσει ενδελεχούς εκτίμησης κινδύνου, τονίζεται ότι η μεταβολή της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και της τιμής πώλησης αυτής μπορούν να μειώσουν την ΚΠΑ του αιολικού πάρκου σε βαθμό ώστε το έργο να καταστεί ζημιογόνο. Ωστόσο, βάσει των αποτελεσμάτων από την εκτίμηση κινδύνου, δεν αναμένεται μείωση της παραγωγής ενέργειας περισσότερο από 10%, ως εκ τούτου, εξάγεται το συμπέρασμα ότι το μελετώμενο έργο είναι ταυτόχρονα σκόπιμο, βιώσιμο και εφικτό.

Βιβλιογραφία

Abas, N., Kalair, A. & Khan, N., 2015. Review of fossil fuels and future energy technologies. *Futures,* Τόμος 69, pp. 31-49.

Bakos, G. C., 2011. Feasibility study of 6.6MW wind farm in Greek mainland. *World Renewable Energy Congress,* 8-13 May.

Boutsikas, M., 2004. *Σημειώσεις μαθήματος «Στατιστικά Προγράμματα» Τμήμα Στατ. & Ασφ. Επιστήμης,*. Πανεπιστήμιο Πειραιώς: s.n.

Coram, A. & Katzner, D., 2018. Reducing fossil-fuel emissions: Dynamic paths for alternative energy-producing technologies. *Energy Economics,* Τόμος 70, pp. 179-189.

Dianellou, A. και συν., 2021. Is the Large-Scale Development of Wind-PV with Hydro-Pumped Storage Economically Feasible in Greece?. *Applied Sciences,* 11(5), p. 2368.

Díaz, H. & Soares, C., 2020. Review of the current status, technology and future trends of offshore wind farms. *Ocean Engineering,* Τόμος 209, p. 107381.

European Union, 2009. Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC. *Official Journal of the European Union,* Τόμος 5, pp. 1-47.

Gielen, D. και συν., 2019. The role of renewable energy in the global energy transformation. *Energy Strategy Reviews,* Τόμος 24, pp. 38-50.

Haces-Fernandez, F., 2020. Wind Energy Implementation to Mitigate Wildfire Risk and Preemptive Blackouts. *Energies,* 13(10), p. 2421.

Halkos, G. & Gkampoura, E., 2020. Reviewing usage, potentials, and limitations of renewable energy sources. *Energies,* 13(11), p. 2906.

Herbert-Acero, J. και συν., 2014. A review of methodological approaches for the design and optimization of wind farms. *Energies,* 7(11), pp. 6930-7016.

International Energy Agency, 2022. *IEA WIND TCP GREECE 2021,* s.l.: International Energy Agency.

International Energy Agency, 2023. *Greece.* [Ηλεκτρονικό] Available at: https://www.iea.org/countries/greece [Πρόσβαση 22 Ιανουάριος 2023].

Kåberger, T., 2018. Progress of renewable electricity replacing fossil fuels. *Global Energy Interconnection,* 1(1), pp. 48-52.

Kouridis, C. & Vlachokostas, C., 2022. Towards decarbonizing road transport: Environmental and social benefit of vehicle fleet electrification in urban areas of Greece. *Renewable and Sustainable Energy Reviews,* Τόμος 153, p. 111775.

M.V., B., 2004. *Σημειώσεις μαθήματος «Στατιστικά Προγράμματα».* s.l.:s.n.

Maradin, D., 2021. Advantages and Disadvantages of Renewable Energy Sources Utilization. *International Journal of Energy Economics and Policy,* 11(3), pp. 176-183.

meteoblue, 2023. *Simulated historical climate & weather data for Crete.* [Ηλεκτρονικό]
Available at: https://www.meteoblue.com/en/weather/historyclimate/climatemodelled/crete_greece_258763
[Πρόσβαση 6 Φεβρουάριος 2023].

Mohtasham, J., 2015. Renewable energies. *Energy Procedia,* Τόμος 74, pp. 1289-1297.

Owusu, P. & Asumadu-Sarkodie, S., 2016. A review of renewable energy sources, sustainability issues and climate change mitigation. *Cogent Engineering,* 3(1), p. 1167990.

Prisecaru, P., 2022. The war in Ukraine and the overhaul of EU energy security. *Global Economic Observer,* 10(1), pp. 16-25.

Ray, P., 2019. Renewable energy and sustainability. *Clean Technologies and Environmental Policy,* 21(8), pp. 1517-1533.

Solargis, 2019. *Solar resource maps of Europe.* [Ηλεκτρονικό] Available at: https://solargis.com/maps-and-gis-data/download/europe [Πρόσβαση 29 Δεκέμβριος 2022].

Steffen, B. & Patt, A., 2022. A historical turning point? Early evidence on how the Russia-Ukraine war changes public support for clean energy policies. *Energy Research & Social Science,* Τόμος 91, p. 102758.

U.S. Energy Information Administration, 2019. *International Energy Outlook 2019,* Washington: U.S. Energy Information Administration.

Νόμος 3851/2010 - ΦΕΚ 85/Α/4-6-2010 (2010).