



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ  
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ  
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
& ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

# Μελέτη Περίπτωσης Αντικατάστασης Κινητήρα Ενεργειακής Κλάσης IE2 σε IE3 Οδηγούμενο από AC Drive

---

ΤΟΥ

**Αμπατζίδη Θωμά ΑΜ: ΗΝ08251**

**Επιβλέπων:** Βλαχόπουλος Δημήτριος

Ε.ΔΙ.Π

ΚΟΖΑΝΗ/ΜΑΡΤΙΟΣ/2023





HELLENIC DEMOCRACY  
UNIVERSITY OF WESTERN MACEDONIA  
SCHOOL OF ENGINEERING  
DEPARTMENT OF ELECTRICAL  
& COMPUTER ENGINEERING

# Case Study of Motor IE2 Replacement to IE3 Coupled With AC Drive

---

**Ampatzidis Thomas AM: HN08251**

**SUPERVISOR:** Dimitrios Vlahopoulos

Special Laboratory Teaching Staff

KOZANI/MARCH/2023





ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ  
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ  
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
& ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

### ΔΗΛΩΣΗ ΜΗ ΛΟΓΟΚΛΟΠΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΗΨΗΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΗΣ ΕΥΘΥΝΗΣ

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν. 1599/1986 και τα άρθρα 2,4,6 παρ. 3 του Ν. 1256/1982, η παρούσα Διπλωματική Εργασία με τίτλο “ **Μελέτη Περίπτωσης Αντικατάστασης Κινητήρα Ενεργειακής Κλάσης IE2 σε IE3 Οδηγούμενο από AC DRIVE** ” καθώς και τα ηλεκτρονικά αρχεία και πηγαίοι κώδικες που αναπτύχθηκαν ή τροποποιήθηκαν στα πλαίσια αυτής της εργασίας και αναφέρονται ρητώς μέσα στο κείμενο που συνοδεύουν, και η οποία έχει εκπονηθεί στο Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας, υπό την επίβλεψη του μέλους του Τμήματος κ. **Βλαχόπουλο Δημήτριο** αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής εργασίας και δεν προσβάλλει κάθε μορφής πνευματικά δικαιώματα τρίτων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον. Τα σημεία όπου έχω χρησιμοποιήσει ιδέες, κείμενο, αρχεία ή / και πηγές άλλων συγγραφέων, αναφέρονται ευδιάκριτα στο κείμενο με την κατάλληλη παραπομπή και η σχετική αναφορά περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή. Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και μόνο.

Copyright (C) Αμπατζίδης Θωμάς , Βλαχόπουλος Δημήτριος, 2022, Κοζάνη

Copyright (C) Ampatzidis Thomas, Vlahopoulos Dimitrios, 2022, Kozani

Υπογραφή Φοιτητή: \_\_\_\_\_



# Περίληψη

---

Στην παρούσα πτυχιακή εξετάζεται μια μελέτη περίπτωσης για να εξακριβωθούν τα οφέλη και τα πλεονεκτήματα που δίνει η τεχνολογία με την κατασκευή αποδοτικότερων κινητήρων και τα AC Drive, στην βιομηχανία λατομικών προϊόντων και συγκεκριμένα στους σπαστήρες αυτής. Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις στις εγκαταστάσεις του λατομείου και συγκεκριμένα στον κινητήρα του σπαστήρα και στον υποπίνακα που είναι εγκατεστημένα τα συστήματα ελέγχου και τα διακοπτικά του μέσα. Ακολούθως πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις μετά την εγκατάσταση του νέου κινητήρα και του AC Drive. Οι μετρήσεις αφορούσαν στην ενεργό, άεργο και φαινόμενη ισχύ, καθώς επίσης και στις αρμονικές ρεύματος και στην συνολική ενέργεια που καταναλώνει ο κινητήρας του σπαστήρα κατά την λειτουργία του. Έτσι ώστε να είναι δυνατή η σύγκριση των μετρήσεων και η εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων.

## Λέξεις Κλειδιά

AC Drive, Σπαστήρας, Εξοικονόμηση ενέργειας, ενεργός ισχύς, άεργος ισχύς, φαινόμενη ισχύς, αρμονικές.

# Abstract

---

In this thesis, a case study is examined to ascertain the benefits and advantages that technology gives with the manufacture of more efficient motors and AC Drives, in the quarry products industry and specifically in its crushers. Measurements were carried out at the quarry facilities, specifically at the crusher motor and the sub-panel where its control systems and switching gear are installed. After installing the new motor and the AC drive, measurements were taken. The measurements concerned the active, reactive, and apparent power, as well as current harmonics and the total energy consumed by the crusher motor during its operation. So that it is possible to compare the measurements and reach safe conclusions.

## Keywords

AC Drive, Stone crusher, Energy Saving, active power, reactive power, apparent power, harmonics.



# Ευχαριστίες

---

Θα ήθελα να ευχαριστήσω:

Των Κωνσταντίνο Κώνστα SVIONW που μου φύτεψε τον σπόρο της μάθησης στα 31 μου χρόνια.

Την Νικολέτα Κεραμίδα που με βοήθησε να κάνω την προσπάθεια μου στις Πανελλήνιες του 18.

Τους καθηγητές μου στη σχολή που με ενέπνευσαν στο να προσπαθώ για το καλύτερο.

Τον Δημήτριο Βλαχόπουλο που με την καθοδήγηση του εκπόνησα αυτήν την μελέτη.

Την Καλλιόπη Βέττα που χωρίς την συμβολή της θα ήταν πολύ δύσκολη αυτή η πορεία.

Και

Ένα μεγάλο ευχαριστώ στην σύζυγο μου, στα παιδιά μου και στους γονείς μου που με στήριξαν ώστε να έχω χρόνο για μελέτη για να καταφέρω να κλείσω με αυτήν την Πτυχιακή ένα ωραίο κεφάλαιο στην ζωή μου.

ΚΟΖΑΝΗ/ΜΑΡΤΙΟΣ/2023



# Περιεχόμενα

---

Περίληψη.....	7
Abstract .....	8
Ευχαριστίες.....	9
Κατάλογος Εικόνων .....	14
Κατάλογος Πινάκων .....	15
Κατάλογος Αρχείων .....	15
Πρόλογος.....	16
Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή .....	17
1.1 : Αντικείμενο της Πτυχιακής.....	17
1.2 : Οργάνωση του τόμου .....	17
Κεφάλαιο 2: Θεωρητικό υπόβαθρο .....	18
2.1 : Τύπος Σπαστήρα (Τριτογενής Σπαστήρας Κρούσης).....	18
2.2 : Τί είναι η ένδειξη IE1 έως IE4 .....	18
2.3 : Κινητήρας K355M-4 IE2 .....	19
2.4 : Κινητήρας K315M-4 IE3 .....	19
2.5 : AC Drive SD750 .....	20
2.6 : Πληροφορίες από Βιβλιογραφία .....	21
2.6.1 : Weg S.A.....	21
2.6.2 : ABB S.A. ....	21
Κεφάλαιο 3: Μετρήσεις .....	22
3.1 : Μετρήσεις Ενεργού Ισχύος .....	23
3.1.1 : Μετρήσεις με Κινητήρα K355M-4 IE2 .....	23
3.1.2 : Μετρήσεις με Κινητήρα K315M-4 IE3 & AC Drive SD750 .....	23
3.1.3 : Σύγκριση μετρήσεων Ενεργού ισχύος.....	23
3.2: Μετρήσεις Άεργου Ισχύος.....	24
3.2.1 : Μετρήσεις με Κινητήρα K355M-4 IE2 .....	24
3.2.2 : Μετρήσεις με Κινητήρα K315M-4 IE3 & AC Drive SD750 .....	24
3.2.3 : Σύγκριση μετρήσεων Άεργου Ισχύος .....	24
3.3: Μετρήσεις Φαινόμενης Ισχύος.....	25
3.3.1 : Μετρήσεις με Κινητήρα K355M-4 IE2 .....	25
3.3.2 : Μετρήσεις με Κινητήρα K315M-4 IE3 & AC Drive SD750 .....	25
3.3.3 : Σύγκριση μετρήσεων Φαινόμενης Ισχύος.....	25

3.4: Μετρήσεις Κατανάλωσης Ενέργειας.....	26
3.4.1 : Μετρήσεις με Κινητήρα K355M-4 IE2 .....	26
3.4.2 : Μετρήσεις με Κινητήρα K315M-4 IE3 & AC Drive SD750 .....	26
3.4.3 : Σύγκριση μετρήσεων της κατανάλωσης ενέργειας.....	26
3.5: Μετρήσεις Αρμονικών Ρεύματος.....	27
3.5.1 : Μετρήσεις με Κινητήρα K355M-4 IE2 .....	27
3.5.2 : Μετρήσεις με Κινητήρα K315M-4 IE3 & AC Drive SD750 .....	27
3.5.3 : Σύγκριση μετρήσεων των Αρμονικών Ρεύματος.....	27
Κεφάλαιο 4 : Οικονομοτεχνικά Στοιχεία .....	28
4.1 : Το κόστος της επένδυσης.....	28
4.2 : Το οικονομικό όφελος της επένδυσης.....	28
4.2.1 : Για τον Μήνα Οκτώβριο 2022 .....	29
4.2.2 : Για τον Μήνα Νοέμβριο 2022 .....	30
4.2.3 : Συμπέρασμα για το μηνιαίο οικονομικό όφελος.....	31
4.3 : Υπολογισμός της περιόδου απόσβεσης.....	31
Κεφάλαιο 5: Αποτελέσματα .....	32
Κεφάλαιο 6: Επίλογος .....	33
6.1 Συμπεράσματα .....	33
Παράρτημα I : Datasheet K355M-4.....	34
Παράρτημα II : Πίνακας κατανομής Β.Α. σε Κ.Α. ....	35
Παράρτημα III : Datasheet K315M-4 .....	36
Παράρτημα IV : P Q S - Μέτρηση 02/06/22.....	38
Παράρτημα V : P Q S - Μέτρηση 03/06/22 .....	39
Παράρτημα VI : P Q S - Μέτρηση 19/10/22.....	40
Παράρτημα VII : P Q S - Μέτρηση 20/10/22 .....	41
Παράρτημα VIII : P Q S - Μέτρηση 21/10/22 .....	42
Παράρτημα IX : P Q S - Μέτρηση 28/11/22.....	43
Παράρτημα X : P Q S - Μέτρηση 13/12/22 .....	44
Παράρτημα XI : Αρμονικές-Μέτρηση 31/05/22.....	45
Παράρτημα XII : Αρμονικές-Μέτρηση 01/06/22 .....	45
Παράρτημα XIII : Αρμονικές-Μέτρηση 15/11/22 .....	46
Παράρτημα XIV : Αρμονικές-Μέτρηση 16/11/22.....	46
Παράρτημα XV : Συν. Ενεργ.-Μέτρηση 02/06/22.....	47
Παράρτημα XVI : Συν. Ενεργ.-Μέτρηση 03/06/22 .....	47
Παράρτημα XVII : Συν. Ενεργ.-Μέτρηση 19/10/22 .....	48

Παράρτημα XVIII :Συν. Ενεργ.-Μέτρηση 20/10/22.....	48
Παράρτημα XIX : Συν. Ενεργ.-Μέτρηση 21/10/22 .....	49
Παράρτημα XX : Συν. Ενεργ.-Μέτρηση 28/11/22.....	49
Παράρτημα XXI : Συν. Ενεργ.-Μέτρηση 13/12/22 .....	50
Βιβλιογραφία.....	51
Συνομογραφίες - Αρκτικόλεξα - Ακρωνύμια .....	53
Απόδοση ξενόγλωσσων όρων .....	54

# Κατάλογος Εικόνων

---

ΕΙΚΟΝΑ 1: ΟΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΛΑΤΟΜΕΙΟΥ ΤΗΣ ΕΤΑΙΡΙΑΣ ΤΕΧΝΟΜΠΕΤΟΝ Α.Ε.....	16
ΕΙΚΟΝΑ 2: 3 <sup>ο</sup> ΣΤΑΔΙΟ ΘΡΑΥΣΗΣ ΒΛΕΠΟΥΜΕ ΤΟΝ ΣΠΑΣΤΗΡΑ Ν <sup>ο</sup> 2 ΚΑΙ ΣΤΟ ΠΙΣΩ ΜΕΡΟΣ ΤΟΝ ΣΠΑΣΤΗΡΑ Ν <sup>ο</sup> 3 .....	16
ΕΙΚΟΝΑ 3: ΤΡΙΤΟΓΕΝΗΣ ΚΡΟΥΣΤΙΚΟΣ ΘΡΑΥΣΤΗΡΑΣ ΠΗΓΗ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑΣ:WWW.ΜΕΚΑGLOBAL.COM .....	18
ΕΙΚΟΝΑ 4: ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ΒΑΛΙΑΔΗ ΣΕΙΡΑΣ Κ ΠΗΓΗ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑΣ : WWW.VALIADIS.GR.....	19
ΕΙΚΟΝΑ 5: ΠΙΝΑΚΑΚΙ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ Κ355Μ-4 .....	19
ΕΙΚΟΝΑ 6 :ΠΙΝΑΚΑΚΙ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ Κ315-4.....	19
ΕΙΚΟΝΑ 7: ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ Κ315Μ-4 ΙΕ3.....	19
ΕΙΚΟΝΑ 8: AC DRIVE SD750.....	20
ΕΙΚΟΝΑ 9: ΗΤ GSC57 ΑΝΑΛΥΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΠΗΓΗ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑΣ: HTTP://WWW.TECHNOVOLT.RO .....	22
ΕΙΚΟΝΑ 10: ΕΡΜΑΡΙΟ ΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΔΙΑΚΟΠΤΗ ΙΣΧΥΟΣ ΤΗΣ ΔΕΞΙΑΣ ΣΥΣΤΟΙΧΙΑΣ .....	22
ΕΙΚΟΝΑ 11: ΕΡΜΑΡΙΟ ΤΟΥ ΔΙΑΚΟΠΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙΑΣ ΤΟΥ ΣΠΑΣΤΗΡΑ 2- ΥΔ. 1 <sup>Η</sup> ΦΑΣΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ .....	22
ΕΙΚΟΝΑ 12: ΕΡΜΑΡΙΟ ΠΟΥ ΤΡΟΦΟΔΟΤΕΙ ΤΟ AC DRIVE. 2 <sup>Η</sup> ΦΑΣΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ.....	22
ΕΙΚΟΝΑ 13: ΧΩΡΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΛΑΤΟΜΕΙΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ.....	27
ΕΙΚΟΝΑ 14: ΧΡΕΩΣΕΙΣ ΤΙΜΟΛΟΓΙΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΟΚΤ/2022 .....	29
ΕΙΚΟΝΑ 15: ΧΡΕΩΣΕΙΣ ΤΙΜΟΛΟΓΙΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΝΟΕ/2022 .....	30

# Κατάλογος Πινάκων

---

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΤΩΝ ΚΛΑΣΕΩΝ. ΠΗΓΗ: WWW.VALIADIS.GR .....	18
ΠΙΝΑΚΑΣ 2: ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ & ΒΑΘΜΟΣ .ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΟΥ Κ355Μ-4. ΠΗΓΗ: DATASHEET ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι .....	19
ΠΙΝΑΚΑΣ 3: ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ & ΒΑΘΜΟΣ .ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΟΥ Κ315Μ-4 ΠΗΓΗ:DATASHEET ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ .....	19
ΠΙΝΑΚΑΣ 4: ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΚΑΤΑΧΩΡΗΜΕΝΑ ΣΤΟ ΜΕΝΟΥ G2 ΤΟΥ DRIVE .....	20
ΠΙΝΑΚΑΣ 5: ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΚΑΤΑΧΩΡΗΜΕΝΑ ΣΤΟ ΜΕΝΟΥ G11.1 ΤΟΥ DRIVE .....	20
ΠΙΝΑΚΑΣ 6: ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΚΑΤΑΧΩΡΗΜΕΝΑ ΣΤΟ ΜΕΝΟΥ G11.2 ΤΟΥ DRIVE .....	20
ΠΙΝΑΚΑΣ 7: Μ.Ο. ΑΠΟ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΤΟΥ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΟΣ ΙV & V .....	23
ΠΙΝΑΚΑΣ 8: Μ.Ο. ΑΠΟ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΤΟΥ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΟΣ VΙ ΕΩΣ Χ.....	23
ΠΙΝΑΚΑΣ 9: Μ.Ο. ΑΠΟ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΤΟΥ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΟΣ ΙV & V .....	24
ΠΙΝΑΚΑΣ 10: Μ.Ο. ΑΠΟ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΤΟΥ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΟΣ VΙ ΕΩΣ Χ.....	24
ΠΙΝΑΚΑΣ 11: Μ.Ο. ΑΠΟ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΤΟΥ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΟΣ ΙV & V .....	25
ΠΙΝΑΚΑΣ 12: Μ.Ο. ΑΠΟ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΤΟΥ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΟΣ VΙ ΕΩΣ Χ.....	25
ΠΙΝΑΚΑΣ 13: Μ.Ο. ΑΠΟ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΤΟΥ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΟΣ ΧV ΕΩΣ ΧVΙ .....	26
ΠΙΝΑΚΑΣ 14: Μ.Ο. ΑΠΟ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΤΟΥ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΟΣ ΧVΙΙ ΕΩΣ ΧΧΙ.....	26
ΠΙΝΑΚΑΣ 15: Μ.Ο. ΑΠΟ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΤΟΥ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΟΣ ΧΙ ΕΩΣ ΧΙΙ .....	27
ΠΙΝΑΚΑΣ 16: Μ.Ο. ΑΠΟ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΤΟΥ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΟΣ ΧΙΙΙ ΕΩΣ ΧΙV .....	27
ΠΙΝΑΚΑΣ 17: ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ .....	28
ΠΙΝΑΚΑΣ 18: ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΗΝΙΑΙΑΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ .....	29
ΠΙΝΑΚΑΣ 19: ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟΥ ΣΠΑΣΤΗΡΑ 2 ΓΙΑ ΟΚΤ 2022 .....	29
ΠΙΝΑΚΑΣ 20: ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΟΦΕΛΟΥΣ ΣΤΟ ΣΥΝΟΛΟ ΤΟΥ ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟΥ ΟΚΤ 2022.....	30
ΠΙΝΑΚΑΣ 21: ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟΥ ΣΠΑΣΤΗΡΑ 2 ΓΙΑ ΝΟΕ2022 .....	30
ΠΙΝΑΚΑΣ 22:ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΟΦΕΛΟΥΣ ΣΤΟ ΣΥΝΟΛΟ ΤΟΥ ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟΥ ΝΟΕ 2022 .....	30
ΠΙΝΑΚΑΣ 23: ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ ΤΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ.....	31
ΠΙΝΑΚΑΣ 24: ΤΙΜΕΣ ΚWΗ ΟΠΩΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΘΗΚΑΝ ΟΚΤ & ΝΟΕ ΤΟΥ2022 .....	32
ΠΙΝΑΚΑΣ 25: ΚΛΑΣΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΙΕ1, ΙΕ2, ΙΕ3, ΙΕ4 ΠΗΓΗ: WWW.VALIADIS.GR & ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ (ΕΕ) 2019/1781 .....	35

# Κατάλογος Αρχείων

---

ΑΡΧΕΙΟ 1: ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι-DADASHEET Κ355Μ-4 ΠΗΓΗ:WWW.VALIADIS.GR.....	34
ΑΡΧΕΙΟ 2: ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ-DADASHEET Κ315Μ-4 ΣΕΛ.1 ΠΗΓΗ:WWW.VALIADIS.GR.....	36
ΑΡΧΕΙΟ 3: ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ-DADASHEET Κ315Μ-4 ΣΕΛ.2 ΠΗΓΗ: WWW.VALIADIS.GR.....	37

# Πρόλογος

---

Η μελέτη περίπτωσης έγινε στις εγκαταστάσεις του λατομείου της εταιρίας ΤΕΧΝΟΜΠΕΤΟΝ Α.Ε [1] που λειτουργεί από το 1998 σε μία έκταση 200 km<sup>2</sup>, εδρεύει στην περιοχή Αλωνάκια Κοζάνης και παράγει Λατομικά προϊόντα σε διάφορες κοκκομετρίες.



Εικόνα 1: Οι Εγκαταστάσεις του λατομείου της εταιρίας ΤΕΧΝΟΜΠΕΤΟΝ Α.Ε.

Το λατομείο διαθέτει τρία στάδια θραύσης για το πέτρωμα που εξορύσσεται, από τα οποία εμείς μελετήσαμε την συμπεριφορά του τρίτου σταδίου λόγω απόφασης της εταιρίας να τοποθετήσει σε έναν από τους δύο σπαστήρες που το αποτελούν, τον νέο κινητήρα και AC Drive.

Ο σπαστήρας τροφοδοτείται με συγκεκριμένο μέγεθος πετρώματος από 4-28mm το οποίο προκύπτει μετά από το κοσκίνισμα των υλικών από τα άλλα δυο στάδια θραύσης και το οποίο συσσωρεύεται σε ένα δοχείο αποθήκευσης πάνω από τον σπαστήρα και με έναν τροφοδότη με δονητικά το υλικό πέφτει στο στόμιο του σπαστήρα.



Εικόνα 2: 3<sup>ο</sup> στάδιο θραύσης βλέπουμε τον σπαστήρα Νο 2 και στο πίσω μέρος τον σπαστήρα Νο 3



# Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

---

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να εξεταστούν τα πλεονεκτήματα και να ποσοτικοποιηθούν τα οφέλη της τοποθέτησης κινητήρων ενεργειακής κλάσης IE3 και AC Drive σε μια βιομηχανική εγκατάσταση λατομείου και συγκεκριμένα στους σπαστήρες της εγκατάστασης.

## 1.1 : Αντικείμενο της Πτυχιακής

Το αντικείμενο της πτυχιακής αυτής είναι η εξέταση της μείωσης καταναλισκόμενης ενέργειας μετά την αντικατάσταση κινητήρα ενεργειακής κλάσης IE2 που εκκινείται από σύστημα Υ/Δ, με κινητήρα ενεργειακής κλάσης IE3 οδηγούμενο από AC Drive.

## 1.2 : Οργάνωση του τόμου

Η οργάνωση του τόμου και η πορεία της συγγραφής της πτυχιακής είναι ως εξής:

Κεφάλαιο 2: Αναλύονται τα στοιχεία και οι όροι που εμπλέκονται στην μελέτη.

Κεφάλαιο 3: Παρατίθενται τα αποτελέσματα των μετρήσεων που έχουν συλλεγεί.

Κεφάλαιο 4: Αναλύονται τα οικονομοτεχνικά στοιχεία της επένδυσης.

Κεφάλαιο 5: Συγκεντρώνονται τα αποτελέσματα της μελέτης.

Κεφάλαιο 6: Αναλύονται τα συμπεράσματα που εξήχθησαν από την μελέτη περίπτωσης.

Στην συνέχεια ακολουθούν τα Παραρτήματα όπως τα Datasheet των κινητήρων, κάποιοι πίνακες που ήταν πολύ μεγάλοι για να ενταχθούν στο κυρίως έγγραφο και τα αποτελέσματα των μετρήσεων σε γραφήματα.

## Κεφάλαιο 2: Θεωρητικό υπόβαθρο

---

### 2.1 : Τύπος Σπαστήρα (Τριτογενής Σπαστήρας Κρούσης)

Ο τριτογενής κρουστικός σπαστήρας χρησιμοποιείται στο τρίτο στάδιο θραύσης, δέχεται πέτρωμα 4 έως 28mm και μπορεί να ρυθμιστεί με ακρίβεια η κοκκομετρία του προϊόντος που παράγει. Ο σπαστήρας αυτός παράγει πέτρωμα από 0 έως 4mm με ένα πέρασμα του υλικού. [2] [3]



Εικόνα 3: Τριτογενής Κρουστικός Θραυστήρας  
Πηγή φωτογραφίας: [www.mekaglobal.com](http://www.mekaglobal.com)

### 2.2 : Τί είναι η ένδειξη IE1 έως IE4

Η ένδειξη IE1 έως IE4 αφορά το πόσο αποδοτικός είναι ένας κινητήρας, η οποία αναφέρεται στο πρότυπο IEC 60034-30-1, της IEC (International Electrotechnical Commission) που ιδρύθηκε το 1906 και είναι ο κορυφαίος οργανισμός στον κόσμο, για την προετοιμασία και τη δημοσίευση διεθνών προτύπων για όλες τις ηλεκτρικές, ηλεκτρονικές και συναφείς τεχνολογίες. [4]

Το IEC 60034-1 είναι ένα πρότυπο που ξεκινά την διαδρομή του από το 1960 και ακολουθεί την εξέλιξη της τεχνολογίας των κινητήρων έως και σήμερα. Στο πρότυπο IEC 60034-30:2008 ορίζονται για τους τριφασικούς κινητήρες οι ενεργειακές κλάσεις IE1-IE4 με σκοπό να αντικατασταθεί η προηγούμενη κατηγοριοποίηση στην Ευρωπαϊκή Ένωση και στις υπόλοιπες χώρες, το πρότυπο αυτό πλέον έχει αντικατασταθεί με το IEC 60034-30-1:2014 [5]

Μετά από συγκεκριμένες μεθόδους δοκιμών που ορίζονται στο πρότυπο IEC 60034-2-1:2014 [6] βγαίνει ο Βαθμός απόδοσης του εκάστοτε κινητήρα και από πίνακες (βλπ Παράρτημα II) όπου βγαίνει η τάξη απόδοσης.

Οι Ενεργειακές κλάσεις που ορίζονται από το IEC/EN 60034-30-1: 2014 είναι τέσσερις και αναφέρονται στον πίνακα 1.

Πολύ Εξαιρετική Απόδοση	IE4
Εξαιρετική Απόδοση	IE3
Υψηλή Απόδοση	IE2
Βασική Απόδοση	IE1

Πίνακας 1: Επεξήγηση των κλάσεων. Πηγή: [www.valiadis.gr](http://www.valiadis.gr)

## 2.3 : Κινητήρας K355M-4 IE2



Εικόνα 4: Κινητήρας Βαλιάδη Σειράς Κ  
Πηγή Φωτογραφίας : [www.valiadis.gr](http://www.valiadis.gr)

Ο κινητήρας που είναι εγκατεστημένος είναι της εταιρίας ΒΑΛΙΑΔΗΣ Α.Ε. της Σειράς Κ και ισχύος 250kW τεσσάρων πόλων. Το datasheet του κινητήρα βρίσκεται στο παράρτημα Ι. [7]

	100%	75%	50%	25%
Συντελεστής ισχύος	0,90	0,90	0,87	0,75
Βαθμός απόδοσης	95,56	95,44	94,72	91,65

Πίνακας 2: Συντελεστής Ισχύος & Βαθμός Απόδοσης του K355M-4.  
Πηγή: Datasheet Παράρτημα Ι

Από τον πίνακα 2 βλέπουμε ότι ο κινητήρας όταν δουλεύει στο 100% της ισχύος του έχει βαθμό απόδοσης 95,56%. Με αυτό το δεδομένο και βλέποντας τον πίνακα στο παράρτημα ΙΙ βλέπουμε ότι ο κινητήρας είναι στην κλάση ΙΕ2.



Εικόνα 5: Πινακάκι του κινητήρα K355M-4

## 2.4 : Κινητήρας K315M-4 IE3

Ο νέος κινητήρας είναι και αυτός της εταιρείας ΒΑΛΙΑΔΗΣ Α.Ε. με τα ίδια τεχνικά χαρακτηριστικά βελτιωμένος στην κλάση απόδοσης.

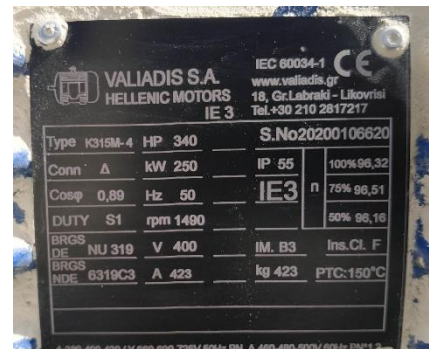
	100%	75%	50%
Συντελεστής ισχύος	0,886	0,841	0,753
Βαθμός απόδοσης	96,32	96,51	96,14

Πίνακας 3: Συντελεστής Ισχύος & Βαθμός Απόδοσης του K315M-4  
Πηγή: Datasheet Παράρτημα ΙΙΙ

Από τον πίνακα 3 βλέπουμε ότι ο κινητήρας έχει βαθμό απόδοσης 96,32%. Αντιπαραβάλλοντας το δεδομένο αυτό στον πίνακα στο παράρτημα ΙΙ, βλέπουμε ότι ο κινητήρας είναι στην κλάση ΙΕ3.



Εικόνα 7: Κινητήρας K315M-4 IE3



Εικόνα 6 : Πινακάκι του κινητήρα K315-4

## 2.5 : AC Drive SD750

Το AC Drive της Power Electronics [8] SD750 Series VSD Ισπανικής κατασκευής τοποθετήθηκε για να οδηγήσει τον νέο κινητήρα K315M-4 IE3.

Οι ρυθμίσεις που έγιναν στο AC Drive φαίνονται στους πίνακες 4, 5, 6.

Screen	Set
Motor plate current	417 A
Motor plate voltage	400 V
Motor plate power	250 kW
Motor plate rms	1485 rms
Motor plate phi cosine	0,85
Motor plate frequency	50 Hz
Motor cooling	63 %

Πίνακας 4: Δεδομένα του κινητήρα καταχωρημένα στο menu G2 του Drive



Εικόνα 8: AC Drive SD750

Screen	Set	Screen	Set
Stop timeout	Off	Pump overload level	625.6
Ground current	20 %	Pump overload filter	Off
I out asym trip	5.0 s	Overload delay	60 s
V out asym trip	5.0 s	Pump underload	No
PT100 motor fault	Off	Pump underload	580 A
PT100 fault	Off	Pump underload	100 %
Fault with no load	No	Pump underload flt	10.0 s

Πίνακας 6: Δεδομένα του κινητήρα καταχωρημένα στο menu G11.2 του Drive

Screen	Set
Supply under voltage	350 V
Under voltage	5.0 s
Supply voltage	440 V
Over voltage timeout	5.0 s
Low voltage behavior	Faults
LVRT input threshold	25 %
LVRT output	5 %

Πίνακας 5: Δεδομένα του κινητήρα καταχωρημένα στο menu G11.1 του Drive

## 2.6 : Πληροφορίες από Βιβλιογραφία

Οι πληροφορίες για εφαρμογές AC Drive στην βιομηχανία λατομείων είναι περιορισμένη, από αναζήτηση στο διαδίκτυο βρέθηκαν αναφορές για εξοικονόμηση ενέργειας στην θραύση του πετρώματος από τις παρακάτω εταιρίες.

### 2.6.1 : Weg S.A.

Από τον όμιλο Weg Industries [9] που πραγματοποίησε αντίστοιχη μελέτη και είναι δημοσιευμένη με το όνομα «*FREQUENCY INVERTERS APPLIED IN MINING PROCESSES BRING PRODUCTIVITY GAINS, ENERGY SAVING AND REDUCED MAINTENANCE*» [10] . Μετά την εγκατάσταση inverter από την Weg η εταιρία εξόρυξης έκανε δοκιμές από τις οποίες προέκυψαν τα εξής συμπεράσματα:

- Ιδανική ταχύτητα λειτουργίας μικρότερη της ονομαστικής που παρήγαγε υψηλής ποιότητας θρυμματισμένο πέτρωμα.
- Αύξηση της παραγωγικότητας του σπαστήρα. Η εταιρία λατομικών προϊόντων αναφέρει ότι η αύξηση έφτασε σχεδόν στο διπλάσιο.
- Εξοικονόμηση ενέργειας 20%

### 2.6.2 : ABB S.A.

Στο εγχειρίδιο εφαρμογής της ABB με τίτλο «*AC drives prolong crusher lifetime and Optimize electricity use*» [11] αναφέρει τα οφέλη από την τοποθέτηση AC Drive σε λατομεία τα οποία είναι:

- Μείωση κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας.
- Μείωση κόστους συντήρησης, αύξηση της διάρκειας ζωής του θραυστήρα λόγο της ομαλής εκκίνησης.
- Δυνατότητα αύξησης της δύναμης σύνθλιψης για αντιστάθμιση του εξασθενημένου αποτελέσματος σύνθλιψης λόγω φθοράς των σφυριών.
- Καμία κατανάλωση άεργου ισχύος ή χρήση αντιστάθμισης λόγω μειωμένου συντελεστή ισχύος με τους AC Drive της ABB.
- Ακριβής ρύθμιση ταχύτητας και δυναμικής ροπής μέσω της πλατφόρμας ελέγχου κινητήρα DTC της ABB.

## Κεφάλαιο 3: Μετρήσεις

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε δύο φάσεις:

- Στην πρώτη φάση της μελέτης μετρήθηκε ο K355M-4 IE2 ο οποίος χρησιμοποιούσε εκκίνηση αστέρα-τριγώνου, και πραγματοποιήθηκαν δυο διαδοχικές μέρες στις 2 & 3 Ιουνίου 2022. Τα δεδομένα αναφέρονται στο παράρτημα IV & V και XV έως XVI. Συνολικής διάρκειας μετρήσεων 7,28 ωρών.
- Και την δεύτερη φάση της μελέτης στην οποία αντικαταστάθηκε ο κινητήρας με τον K315M-4 IE3 και τοποθετήθηκε το AC Drive, και πραγματοποιήθηκαν στις 19-21/Οκτώβρη, 28/Νοέμβρη και 13/Δεκέμβρη 2022. Τα δεδομένα παρατίθενται στο παράρτημα από το VI έως X και XVII έως XXI. Συνολικής διάρκειας μετρήσεων 28,3 ωρών.



Εικόνα 9: HT GSC57 Αναλυτής Ισχύος  
Πηγή φωτογραφίας:  
<http://www.technovolt.ro>

Από την επεξεργασία των δεδομένων των μετρήσεων που αναφέρθηκαν προέκυψαν οι πίνακες αυτού του κεφαλαίου.

Το όργανο μέτρησης που χρησιμοποιήθηκε είναι ένας αναλυτής ισχύος της εταιρίας HT και το μοντέλο GSC57 το οποίο μου παραχωρήθηκε από την σχολή. Στις εικόνες βλέπουμε κάποια στιγμιότυπα από την διαδικασία των μετρήσεων.



Εικόνα 10: Ερμάριο κεντρικού διακόπτη Ισχύος της δεξιάς συστοιχίας



Εικόνα 11: Ερμάριο του διακόπτη λειτουργίας του Σπαστήρα 2- ΥΔ. 1<sup>η</sup> Φάση Μετρήσεων



Εικόνα 12: Ερμάριο που τροφοδοτεί το AC Drive. 2<sup>η</sup> Φάση Μετρήσεων

### 3.1 : Μετρήσεις Ενεργού Ισχύος

Η ενεργός Ισχύς είναι η ηλεκτρική ενέργεια ανά δευτερόλεπτο η οποία μετρείται στο SI σε Watt (W) και συμβολίζεται με (P) και είναι αυτή που παράγει πραγματικό έργο δηλαδή το σύνολο αυτής μετατρέπεται σε ωφέλιμο έργο. Μας ενδιαφέρει σε μια βιομηχανική εγκατάσταση το peak αυτής να είναι όσο το δυνατόν χαμηλότερο διότι τιμολογούμαστε για αυτό. [12]

#### 3.1.1 : Μετρήσεις με Κινητήρα K355M-4 IE2

Στον Πίνακα 7 βλέπουμε τις δύο διαδοχικές μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν, σύνολο 7,28 ωρών και τις μέσες τιμές κάθε μέτρησης από τις οποίες βγαίνει ο Μέσος Όρος των μετρήσεων στα 222,521kW.

Ημερομηνία Μέτρησης	Ώρες μετρήσεων(Ώρες)	P(kW)	M.O.(kW)
2/6/2022	4,38	222,116	222,521
3/6/2022	2,90	222,926	

Πίνακας 7: Μ.Ο. από δεδομένα του Παραρτήματος IV & V

#### 3.1.2 : Μετρήσεις με Κινητήρα K315M-4 IE3 & AC Drive SD750

Στον Πίνακα 8 βλέπουμε τις πέντε ημερήσιες μετρήσεις συνολικής διάρκειας 28,3 ωρών και τις Μέσες τιμές κάθε μέρας. Ο Μέσος Όρος των μετρήσεων είναι όπως φαίνεται και στον πίνακα 174,322kW.

Ημερομηνία Μέτρησης	Ώρες μετρήσεων (Ώρες)	P(kW)	M.O.(kW)
19/10/2022	5,30	179,750	174,322
20/10/2022	6,98	175,197	
21/10/2022	6,66	187,468	
28/11/2022	6,50	169,260	
13/12/2022	2,86	173,082	

Πίνακας 8: Μ.Ο. από δεδομένα του Παραρτήματος VI έως X

#### 3.1.3 : Σύγκριση μετρήσεων Ενεργού Ισχύος

Με την ανάλυση των μετρήσεων της ενεργού ισχύος φαίνεται ότι μετά την εγκατάσταση του AC Drive και του κινητήρα, ο σπαστήρας λειτούργησε με μικρότερη ισχύ στα 174,322 kW σε σχέση με την προηγούμενη κατάσταση η οποία ήταν στα 222,521 kW.

Μια μείωση η οποία είναι 48,2 kW ή κατά 21,7% μειωμένη.

## 3.2: Μετρήσεις Άεργου Ισχύος

Η Άεργος Ισχύς αντίθετα με την ενεργό δεν παράγει έργο αλλά κυκλοφορεί στο κύκλωμα επιβαρύνοντάς το. Γι' αυτό η βιομηχανία το αντισταθμίζει με πυκνωτές. Στο SI συμβολίζεται με (Q) και μετριέται σε kVAr. [12]

### 3.2.1 : Μετρήσεις με Κινητήρα K355M-4 IE2

Στον Πίνακα 9 βλέπουμε τα δεδομένα του παλιού κινητήρα η συνολική διάρκεια των μετρήσεων είναι 7,28 ώρες και ο Μέσος Όρος είναι 111,532 kVAr

Ημερομηνία Μέτρησης	Ώρες μετρήσεων(Ώρες)	Q(KVar)	Μ.Ο.(KVar)
2/6/2022	4,38	112,600	111,532
3/6/2022	2,90	110,464	

Πίνακας 9: Μ.Ο. από δεδομένα του Παραρτήματος IV & V

### 3.2.2 : Μετρήσεις με Κινητήρα K315M-4 IE3 & AC Drive SD750

Στον Πίνακα 10 βλέπουμε από τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν η διάρκεια των οποίων είναι 28,3 ώρες και ο Μέσος Όρος είναι 115,04 kVAr

Ημερομηνία Μέτρησης	Ώρες μετρήσεων (Ώρες)	Q(KVar)	Μ.Ο.(KVar)
19/10/2022	5,30	117,772	115,043
20/10/2022	6,98	113,654	
21/10/2022	6,66	120,807	
28/11/2022	6,50	109,283	
13/12/2022	2,86	113,701	

Πίνακας 10: Μ.Ο. από δεδομένα του Παραρτήματος VI έως X

### 3.2.3 : Σύγκριση μετρήσεων Άεργου Ισχύος

Με την ανάλυση των μετρήσεων της άεργου ισχύος φαίνεται ότι μετά την εγκατάσταση του AC Drive και του κινητήρα, ο σπαστήρας λειτούργησε με μια μικρή αύξηση της τάξης του 3,1%.

Συγκεκριμένα πριν την εγκατάσταση του AC Drive η άεργος ήταν στα 111,532 kVAr ενώ μετά ανήλθε στα 115,043 kVAr.



### 3.3: Μετρήσεις Φαινόμενης Ισχύος

Φαινόμενη Ισχύς είναι η ενέργεια που καταναλώνεται ανά μονάδα χρόνου και στο SI συμβολίζεται με το γράμμα (S) και μετριέται σε kVA. [12]

#### 3.3.1 : Μετρήσεις με Κινητήρα K355M-4 IE2

Στον Πίνακα 11 βλέπουμε τα δεδομένα των μετρήσεων και ο Μέσος Όρος είναι 248,928 kVA

Ημερομηνία Μέτρησης	Ώρες μετρήσεων(Ώρες)	S(kVA)	Μ.Ο.(kVA)
2/6/2022	4,38	249,045	248,928
3/6/2022	2,90	248,812	

Πίνακας 11: Μ.Ο. από δεδομένα του Παραρτήματος IV & V

#### 3.3.2 : Μετρήσεις με Κινητήρα K315M-4 IE3 & AC Drive SD750

Στον Πίνακα 12 βλέπουμε τα δεδομένα των μετρήσεων που προκύπτουν από το Παράρτημα VI έως X, και ο Μέσος Όρος των μετρήσεων είναι 210,455 kVA.

Ημερομηνία Μέτρησης	Ώρες μετρήσεων (Ώρες)	S(kVA)	Μ.Ο.(kVA)
19/10/2022	5,30	214,974	210,455
20/10/2022	6,98	206,962	
21/10/2022	6,66	221,717	
28/11/2022	6,50	201,497	
13/12/2022	2,86	207,125	

Πίνακας 12: Μ.Ο. από δεδομένα του Παραρτήματος VI έως X

#### 3.3.3 : Σύγκριση μετρήσεων Φαινόμενης Ισχύος

Με την ανάλυση των μετρήσεων της φαινόμενης ισχύος φαίνεται ότι μετά την εγκατάσταση του AC Drive και του κινητήρα, ο σπαστήρας λειτούργησε με μειωμένη φαινόμενη στα 210,455 kVA σε σχέση με την προηγούμενη κατάσταση η οποία ήταν στα 248,928 kVA.

Μια μείωση η οποία είναι 38,473 kVA ή κατά 16,6% μειωμένη.

### 3.4: Μετρήσεις Κατανάλωσης Ενέργειας

Η ηλεκτρική ενέργεια που στο SI συμβολίζεται με το γράμμα (E) και μετριέται σε kWh. Μια ακόμα μέτρηση που πραγματοποιήθηκε για να φανεί πόση ενέργεια καταναλώνει ο σπαστήρας τις μέρες που τον μετρούσαμε έτσι ώστε σε συνάρτηση με την διάρκεια των μετρήσεων να δούμε πόσο κοστολογείται η κάθε ώρα λειτουργίας του σπαστήρα.

#### 3.4.1 : Μετρήσεις με Κινητήρα K355M-4 IE2

Στον Πίνακα 13 βλέπουμε τον Μέσο Όρο κατανάλωσης του σπαστήρα που είναι 219,759 kWh ανά ώρα λειτουργίας.

Ημερομηνία Μέτρησης	Ώρες μετρήσεων (Ώρες)	Σύν. Κατανάλωση Ημέρας (kWh)	σε μια ώρα (kWh)	Μ.Ο./Ωρα (kWh)
2/6/2022	4,38	949,603	216,804	219,759
3/6/2022	2,90	645,869	222,713	

Πίνακας 13: Μ.Ο. από δεδομένα του Παραρτήματος XV έως XVI

#### 3.4.2 : Μετρήσεις με Κινητήρα K315M-4 IE3 & AC Drive SD750

Στον Πίνακα 14 βλέπουμε τον Μέσο Όρο κατανάλωσης του σπαστήρα που είναι 177,640 kWh ανά ώρα λειτουργίας.

Ημερομηνία Μέτρησης	Ώρες μετρήσεων (Ώρες)	Σύν. Κατανάλωση Ημέρας. (kWh)	σε μια ώρα (kWh)	Μ.Ο./Ωρα (kWh)
19/10/2022	5,30	952,220	179,664	177,640
20/10/2022	6,98	1192,156	170,796	
21/10/2022	6,66	1232,412	185,047	
28/11/2022	6,50	1162,620	178,865	
13/12/2022	2,86	497,151	173,829	

Πίνακας 14: Μ.Ο. από δεδομένα του Παραρτήματος XVII έως XXI

#### 3.4.3 : Σύγκριση μετρήσεων της κατανάλωσης ενέργειας

Με την ανάλυση των μετρήσεων της κατανάλωσης του σπαστήρα φαίνεται ότι μετά την εγκατάσταση του AC Drive και του κινητήρα, κατανάλωσε λιγότερη ενέργεια στις 177,64 kWh σε σχέση με την προηγούμενη κατάσταση που κατανάλωσε 219,759 kWh.

Μια μείωση η οποία είναι 42,119 kWh ή κατά 19,2% μειωμένη.

### 3.5: Μετρήσεις Αρμονικών Ρεύματος

Η διάταξη της εγκατάστασης δεν μας επέτρεψε να μετρήσουμε τις αρμονικές στην έξοδο του Μετασχηματιστή. Στην εγκατάσταση υπάρχουν δυο συστοιχίες ερμαρίων οι οποίες τροφοδοτούνται η κάθε μία από τον Μ/Τ και ασφαρίζεται το κάθε ερμάριο με γενικό διακόπτη ισχύος.

Λόγω της απουσίας ενιαίου γενικού διακόπτη θα έπρεπε να μετρήσουμε πάνω στον Μ/Τ και αυτό το αποφύγαμε για λόγους ασφαλείας. Οι μετρήσεις για τις αρμονικές έγιναν στον γενικό διακόπτη του ερμαρίου (δεξιά στην φωτογραφία) που είναι εγκατεστημένα τα διακοπτικά εξαρτήματα του σπαστήρα 2.



Εικόνα 13: Χώρος Ηλεκτρικής εγκατάστασης Λατομείου κατά την διάρκεια των μετρήσεων.

#### 3.5.1 : Μετρήσεις με Κινητήρα K355M-4 IE2

Η μέτρηση έγινε στον γενικό διακόπτη του ερμαρίου στην δεξιά συστοιχία και τα αποτελέσματα καταγράφονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Ημερομηνία Μέτρησης	Ώρες μετρήσεων (Ωρες)	thdI1_Avg	thdI2_Avg	thdI3_Avg
31/5/2022	2,25	16,90%	20,73%	24,59%
1/6/2022	8,13	15,31%	17,01%	20,29%

Πίνακας 15: Μ.Ο. από δεδομένα του Παραρτήματος XI έως XII

#### 3.5.2 : Μετρήσεις με Κινητήρα K315M-4 IE3 & AC Drive SD750

Μετά την εγκατάσταση του AC Drive και του νέου κινητήρα πήραμε εκ νέου μετρήσεις στο ίδιο σημείο και οι μετρήσεις καταγράφονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Ημερομηνία Μέτρησης	Ώρες μετρήσεων (Ωρες)	thdI1_Avg	thdI2_Avg	thdI3_Avg
15/11/2022	2,60	35,02%	37,58%	38,31%
16/11/2022	7,98	36,11%	37,71%	39,24%

Πίνακας 16: Μ.Ο. από δεδομένα του Παραρτήματος XIII έως XIV

#### 3.5.3 : Σύγκριση μετρήσεων των Αρμονικών Ρεύματος

Από τις μετρήσεις φαίνεται ότι οι αρμονικές αυξήθηκαν περίπου 50% σε κάθε φάση. Μια αύξηση η οποία είναι σημαντική.

## Κεφάλαιο 4 : Οικονομοτεχνικά Στοιχεία

Ο στόχος αυτής της μελέτης είναι να δούμε και το οικονομικό όφελος της επένδυσης, αυτό θα γίνει με την ανάλυση του κόστους της επένδυσης και υπολογίζοντας το μηνιαίο όφελος που προκύπτει από αυτήν, από την κατανάλωση του σπαστήρα 2 και κατ' επέκταση στο σύνολο του μηνιαίου λογαριασμού καθώς επίσης και την περίοδο απόσβεσης για να δούμε πόσο χρονικό διάστημα θα χρειαστεί για την ανάκτηση του κόστους της επένδυσης.

### 4.1 : Το κόστος της επένδυσης.

Το κόστος της επένδυσης, αυτής της μελέτης αναλύεται ως εξής:

	Κόστος	Σύνολο Κόστους	ΦΠΑ	Σύνολο ΦΠΑ	Σύνολο Επένδυσης
Κινητήρας	12.500 €	30.500 €	3.000 €	7.320 €	37.820 €
AC Drive	15.000 €		3.600 €		
Εγκατάσταση	3.000 €		720 €		

Πίνακας 17: Υπολογισμός Συνολικού κόστους επένδυσης

- Το κόστος του κινητήρα 12.500 € +ΦΠΑ
- Το κόστος του AC Drive 15.000 € + ΦΠΑ
- Το κόστος της Εγκατάστασης 3.000 € +ΦΠΑ

Επομένως το συνολικό κόστος της επένδυσης είναι **37.820 €** με ΦΠΑ.

### 4.2 : Το οικονομικό όφελος της επένδυσης.

Έχοντας μετρήσει τους Μ.Ο. της κατανάλωσης Πριν και Μετά την επένδυση στους Πίνακες 13 & 14 στο Κεφάλαιο 3.4 μπορούμε να υπολογίσουμε το οικονομικό όφελος. Ο σπαστήρας αυτός δουλεύει περίπου 7 ώρες την ημέρα και 4 μέρες την εβδομάδα.

Η Μέση κατανάλωση Πριν ήταν 219,759 kWh ανά ώρα όπως φαίνεται από τον Πίνακα 13 και Μετά 177,640 kWh όπως φαίνεται από τον Πίνακα 14 με αυτά τα δεδομένα στον Πίνακα 18 υπολογίζεται η Μέση κατανάλωση ανά μήνα.

	Λειτουργία		Μέση κατανάλωση ανά ώρα	Μέση κατανάλωση ανά ημέρα	Peak της Ισχύος της εγκατάστασης (Η τιμή αυτή προέρχεται από το τιμολόγιο της Εικόνας 14)	Μέση κατανάλωση ανά Μήνα
	Ώρες ανά Μέρα	Μέρες ανά Μήνα				
ΠΡΙΝ	7	16	219,759 kWh	1.538,31 kWh	937,55 kW	24.613,00 kWh
ΜΕΤΑ	7	16	177,640 kWh	1.243,48 kWh	937,55 kW	19.895,69 kWh

Πίνακας 18: Υπολογισμός Μηνιαίας Κατανάλωσης

#### 4.2.1 : Για τον Μήνα Οκτώβριο 2022

Από λογαριασμό του Οκτωβρίου 2022 του παρόχου ενέργεια που δόθηκε από την εταιρία προκύπτει ο πίνακας 19 στον οποίο υπολογίζεται το κόστος ηλεκτρικής ενέργειας πριν και μετά την επένδυση και το οικονομικό όφελος ανά μήνα.

Από τον λογαριασμό που βλέπουμε στην Εικόνα 14 υπολογίστηκε ότι το κόστος ανά μήνα μετά την επένδυση είναι **7.580€** το οποίο είναι μειωμένο κατά 14,1% (όπως φαίνεται στον Πίνακα 19) από την πρότερη κατάσταση και το όφελος ανά μήνα είναι στα **1.245,8€**.

Η χρέωση της κιλοβατώρας τον Οκτώβριο του 2022 ήταν στα 0,49039 € που μετά την Πίστωση Ταμείου Εν. Μετάβασης (0,25€/kWh) ανέρχεται στα 0,24039€/ kWh.



Εικόνα 14: Χρεώσεις τιμολογίου ηλεκτρικής ενέργειας ΟΚΤ/2022

Λειτουργία	Ώρες ανά Μέρα	Μέρες ανά Μήνα	Μέση κατανάλωση ανά ώρα	Μέση κατανάλωση ανά ημέρα	Peak της Ισχύος της εγκατάστασης (Η τιμή αυτή προέρχεται από το τιμολόγιο της Εικόνας 14)	Μέση κατανάλωση ανά Μήνα	Λογαριασμός Ενέργειας για τον σπαστήρα 2						Διαφορά σε Ευρο το Μήνα	Μείωση Κόστους Σπαστήρα		
							Χρεώσεις Προμήθειας Ρεύματος (Α)		Ρυθμιζόμενες Χρεώσεις (Β)			Συμπληρωματικές Χρεώσεις (Γ)			Σύνολο	
							Χρέωση Ενέργειας	Πίστωση Ταμείου Εν. Μετάβασης	Σύστημα Μεταφοράς	Δίκτυο Διανομής	Υπηρεσίες Κοινής ωφέλειας	Ε.Τ.Μ.Ε.Α.Ρ. Ν.4111/2013				ΕΦΚ Ν.3336/05
ΠΡΙΝ	7	16	219.759 kWh	1.538.31 kWh		24.613.00 kWh	12.070 €	6.153 €	0 €	74 €	170 €	216 €	123 €	8.826 €	1.245,8 €	-14,1%
ΜΕΤΑ	7	16	177.640 kWh	1.243.48 kWh		19.895.69 kWh	9.757 €	4.974 €	0 €	60 €	137 €	175 €	99 €	7.580 €		

Πίνακας 19: Υπολογισμός Κόστους Ηλεκτρικής ενέργειας του Σπαστήρα 2 για Οκτ 2022

Εν κατακλείδι η επένδυση στον σπαστήρα 2 για τον μήνα Οκτώβριο έχει φέρει μείωση του λογαριασμού στην χρέωση της προμήθειας ρεύματος, τις ρυθμιζόμενες χρεώσεις και τις συμπληρωματικές χρεώσεις που υπολογίζονται από το σύνολο της καταναλισκόμενης ενέργειας.

Από τον πίνακα 20 φαίνεται ότι συνεισφέρει στην μείωση του συνολικού λογαριασμού ενέργειας κατά 5,75%.

	Καταναλωση Μήνα	Χρεώσεις Προμήθειας Ρεύματος (Α)		Ρυθμιζόμενες Χρεώσεις (Β)			Συμπληρωματικές Χρεώσεις (Γ)		Σύνολο	Σύνολο μετά την Επένδυση	Μείωση του Λογαριασμού σε ποσοστό
		Χρέωση Ενέργειας	Πίστωση Ταμείου Εν. Μετάβασης	Σύστημα Μεταφοράς	Δίκτυο Διανομής	Υπηρεσίες Κοινής	Ε.Τ.Μ.Ε.Α.Ρ. Ν.4111/2013	ΕΦΚ Ν.3336/05			
Για την Ενέργεια που Καταναλώθηκε	77.317,25 kWh	37.916 €	19.329 €	0 €	233 €	534 €	679 €	387 €	21.680 €	20.433,8 €	-5,75%
Για την Εγκατεστημένη Ισχύς	937,55 kW			1.298 €	1.028 €						

Πίνακας 20: Υπολογισμός οφέλους στο σύνολο του λογαριασμού Οκτ 2022

#### 4.2.2 : Για τον Μήνα Νοέμβριο 2022

Από λογαριασμό του Νοεμβρίου 2022 του παρόχου ενέργειας που δόθηκε από την εταιρία προκύπτει ο πίνακας 21 στον οποίο υπολογίζεται το κόστος ηλεκτρικής ενέργειας πριν και μετά την επένδυση και το οικονομικό όφελος για τον Μήνα Νοέμβριο.

Από τον λογαριασμό που βλέπουμε στην Εικόνα 15 υπολογίστηκε ότι το κόστος ανά μήνα μετά την επένδυση είναι **9.399€** το οποίο είναι μειωμένο κατά 11,9% (όπως φαίνεται στον Πίνακα 21) από την πρότερη κατάσταση και το όφελος ανά μήνα είναι στα **1.264,5€**.

Η χρέωση της κλοβατώρας τον Οκτώβριο του 2022 ήταν στα 0,29437 € που μετά την Πίστωση Ταμείου Εν. Μετάβασης (0,050€/ kWh) ανέρχεται στα 0,24437€/ kWh.

Χρεώσεις	
<b>Χρεώσεις Προμήθειας Ρεύματος</b>	<b>A</b>
ΧΡΕΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ 123.645,60 kWh X 0,29437 €/kWh Πίστωση Ταμείου Εν. Μετάβασης 123.646 kWh X 0,05000 €/kWh	
<b>Ρυθμιζόμενες Χρεώσεις</b>	<b>B</b>
<b>ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ</b> Χρήση Συστήματος Μεταφοράς (€): 6,62kWhx3,24000€/kWh 123.645,60kWhx0,000€/kWh <b>ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ</b> Χρήση Δικτύου Διανομής (€): 977,45kWhx1,09700€/kWh (123.645,60 kWh / 0,932742) x 0,00280 €/kWh <b>ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΚΟΙΝΗΣ ΟΦΕΛΕΙΑΣ (€)</b> N. 4007/2011 123645,60kWhx0,00691€/kWh	
<b>Συμπληρωματικές Χρεώσεις</b>	<b>Γ</b>
Ε.Τ.Μ.Ε.Α.Ρ. Ν.4111/2013 (€): 123.645,60 kWh X 0,00878 €/kWh ΕΦΚ Ν.3336/05 (€): 123645,60kWhx0,00500€ ΕΙΔ. ΤΕΛΟΣ 5% Ν.2099/92 (€): 33.152,77 x5%	

Εικόνα 15: Χρεώσεις τιμολογίου ηλεκτρικής ενέργειας ΝΟΕ/2022

	Λειτουργία		Μέση κατανάλωση ανά ώρα	Μέση κατανάλωση ανά ημέρα	Peak της ισχύος της εγκατάστασης (Η τιμή αυτή προέρχεται από το τιμολόγιο της Εικόνας 14)	Μέση κατανάλωση ανά Μήνα	Χρεώσεις Προμήθειας		Ρυθμιζόμενες Χρεώσεις (Β)			Συμπληρωματικές Χρεώσεις (Γ)		Σύνολο	Διαφορά σε Ευρο ανά Μήνα	Μείωση Κόστους Σπαστήρα
	Πρες ανά Μέρα	Μέρες ανά Μήνα					Χρέωση Ενέργειας	Πίστωση Ταμείου Εν. Μετάβασης	Σύστημα Μεταφοράς	Δίκτυο Διανομής	Υπηρεσίες Κοινής ωφέλειας	Ε.Τ.Μ.Ε.Α.Ρ. Ν.4111/2013	ΕΦΚ Ν.3336/05			
ΠΡΙΝ	7	16	219.759 kWh	1.538,31 kWh		24.613,00 kWh	7.245 €	1.231 €	0 €	74 €	170 €	216 €	123 €	10.664 €		
						937,55 kW			3.038 €	1.028 €						
ΜΕΤΑ	7	16	177.640 kWh	1.243,48 kWh		19.895,69 kWh	5.857 €	995 €	0 €	60 €	137 €	175 €	99 €	9.399 €	1.264,5 €	-11,9%
						937,55 kW			3.038 €	1.028 €						

Πίνακας 21: Υπολογισμός Κόστους Ηλεκτρικής ενέργειας του Σπαστήρα 2 για Νοε2022

Εν κατακλείδι η επένδυση στον σπαστήρα 2 για τον μήνα Νοέμβριο έχει φέρει μείωση του λογαριασμού στην χρέωση της προμήθειας ρεύματος, τις ρυθμιζόμενες χρεώσεις και τις συμπληρωματικές χρεώσεις που υπολογίζονται από το σύνολο της καταναλισκόμενης ενέργειας.

Από τον πίνακα 22 φαίνεται ότι συνεισφέρει στην μείωση του συνολικού λογαριασμού ενέργειας κατά 3,38%.

	Καταναλωση Μήνα	Χρεώσεις Προμήθειας Ρεύματος (Α)		Ρυθμιζόμενες Χρεώσεις (Β)			Συμπληρωματικές Χρεώσεις (Γ)		Σύνολο	Σύνολο μετά την Επένδυση	Μείωση του Λογαριασμού σε ποσοστό
		Χρέωση Ενέργειας	Πίστωση Ταμείου Εν. Μετάβασης	Σύστημα Μεταφοράς	Δίκτυο Διανομής	Υπηρεσίες Κοινής	Ε.Τ.Μ.Ε.Α.Ρ. Ν.4111/2013	ΕΦΚ Ν.3336/05			
Για την Ενέργεια που Καταναλώθηκε	123.645,60 kWh	36.398 €	6.182 €	0 €	371 €	854 €	1.086 €	618 €	37.384 €	36.119,3 €	-3,38%
Για την Εγκατεστημένη Ισχύς	977,45 kW			3.167 €	1.072 €						

Πίνακας 22:Υπολογισμός οφέλους στο σύνολο του λογαριασμού Νοε 2022

### 4.2.3 : Συμπέρασμα για το μηνιαίο οικονομικό όφελος

Το όφελος είναι από 1.200€ με 1.300€ ανά μήνα εφόσον συνεχίσει η επιχορήγηση του δημοσίου στην τιμή της κλοβατώρας μέσω του Ταμείου Ενεργειακής Μετάβασης και αυτό για τον έναν από τους τέσσερις σπαστήρες του λατομείου.

### 4.3 : Υπολογισμός της περιόδου απόσβεσης

Οι εργασίες στο λατομείο πραγματοποιούνται συνήθως 10 μήνες το χρόνο. Λόγω του ότι το όφελος προκύπτει κατά την λειτουργία του λατομείου στους υπολογισμούς του πίνακα 20 το όφελος επένδυσης ανά έτος υπολογίζεται για 10 μήνες. Ο υπολογισμός προκύπτει με τον τύπο της περιόδου απόσβεσης η οποία είναι:

$$\text{Περίοδος απόσβεσης} = \frac{\text{Κόστος επένδυσης}}{\text{Μέση Ετήσια Ταμειακή Ροή}} \quad [13]$$

Όπως γράφει και η κ. Julia Kagan στο άρθρο της για τα μειονεκτήματα της χρήσης αυτής της εξίσωσης «Ο υπολογισμός της περιόδου απόσβεσης είναι απλός. Δεν λαμβάνει υπόψη όμως τη διαχρονική αξία του χρήματος, τις επιπτώσεις του πληθωρισμού ή την πολυπλοκότητα των επενδύσεων που μπορεί να έχουν άνιση ταμειακή ροή με την πάροδο του χρόνου.» [13]

Στην συγκεκριμένη μελέτη θέλουμε να δούμε χωρίς να μπορούμε σε σύνθετες οικονομοτεχνικές αναλύσεις, σε πόσα χρόνια η εταιρία θα πάρει πίσω το κεφάλαιο που δαπάνησε .

Συνολο Επένδυσης	Όφελος επένδυσης ανά ετος	Απόσβεση της επένδυσης
37.820 €	12.458,1 €	<b>3,0 Χρόνια</b>

Πίνακας 23: Υπολογισμός απόσβεσης της επένδυσης

Προκύπτει ότι η επένδυση θα κάνει απόσβεση του κόστους αγοράς και εγκατάσταση του κινητήρα και του AC Drive σε **3 χρόνια**.

## Κεφάλαιο 5: Αποτελέσματα

---

Από τις μετρήσεις που έγιναν στις εγκαταστάσεις του λατομείου της εταιρείας φάνηκε ότι έχουμε:

- Μείωση της ενεργούς ισχύος κατά 21,7% (P↓)
- Μια μικρή αύξηση της άεργου ισχύος κατά 1,9% (Q↑)
- Έχουμε επίσης μείωση της φαινόμενης ισχύος κατά 16,6% (S↓)

Ο Μ.Ο. της ενέργειας που καταναλώθηκε στο συγκεκριμένο στάδιο θραύσης είναι μειωμένος κατά 19,2% το οποίο μεταφράζεται σε μείωση του μηνιαίου λογαριασμού ενέργειας που φτάνει το 5,75%.

Ακόμα από μετρήσεις που έκανε η εταιρία στην παραγωγικότητα του σπαστήρα φάνηκε μια αύξηση της παραγωγής αλλά λόγω λίγων δειγμάτων που πάρθηκαν δεν είναι ασφαλές να πούμε ακριβές ποσοστό αύξησης.

Από τις μετρήσεις των αρμονικών φάνηκε ότι αυξήθηκαν και η αύξηση ανά φάση είναι στην 1η φάση 54,72%, στην 2η φάση 49,87% και στην 3η φάση 42,13%.

Η απόσβεση την επένδυσης γίνεται σε σύντομο χρονικό διάστημα 3 ετών.

Με τις τιμές ηλεκτρικής ενέργειας του Οκτωβρίου και Νοεμβρίου του 2022 που είναι 0,49039€ και 0,29437€ αντίστοιχα που μετά από την Πίστωση Ταμείου Εν. Μετάβασης ανέρχεται στα 0,24039€/ kWh και 0,24437€/ kWh.

	Τιμή kWh	Επιδότηση kWh	Πληρωτέα Τιμή kWh
Οκτώβριος	0,49039 €	0,25	€ 0,24039 €
Νοέμβριος	0,29437 €	0,05	€ 0,24437 €

Πίνακας 24: Τιμές kWh όπως διαμορφώθηκαν Οκτ & Νοε του 2022

Το οικονομικό όφελος ανά μήνα είναι στα 1.245,8€ και 1.264,5€ τους δυο αυτούς μήνες



# Κεφάλαιο 6: Επίλογος

---

## 6.1 Συμπεράσματα

Από τη μελέτη των δεδομένων των μετρήσεων προκύπτει ικανοποιητική μείωση της ενέργειας η οποία καταναλώθηκε στο τρίτο στάδιο θραύσης που μειώθηκε κατά 19,2%.

Υπάρχει μια μικρή αύξηση της άεργου ισχύος κατά 1,9% η οποία αντισταθμίζεται από την συστοιχία των πυκνωτών που είναι εγκατεστημένοι στην εγκατάσταση.

Τα πλεονεκτήματα για την εταιρία εντοπίζονται :

- Στην μείωση του τιμολογίου στον πάροχο ενέργειας που μειώθηκε κατά 5,45%. Από τα οικονομοτεχνικά στοιχεία στο κεφάλαιο 4 φαίνεται ότι σε αυτήν την χρονική στιγμή που το κόστος της ενέργειας έχει εκτοξευτεί και τα επιτόκια είναι πολύ μικρά, τέτοιου είδους επενδύσεις συμφέρουν και κάνουν την απόσβεση σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα που στην συγκεκριμένη επένδυση γίνεται στα 3 χρόνια και τα αποτελέσματα αυτής θα έχουν μακροχρόνια οφέλη λόγω της μείωσης των λειτουργικών εξόδων του λατομείου.
- Με μετρήσεις που έκανε η εταιρία φάνηκε μια αύξηση στην παραγωγικότητα του σπαστήρα αλλά λόγω του ότι το δείγμα των μετρήσεων ήταν μικρό δεν μπορεί να βγει ασφαλές συμπέρασμα για το ποσοστό της αύξησης.
- Λόγω των συστημάτων ελέγχου και της ασφαλούς λειτουργίας του AC Drive προστατεύεται ο κινητήρας.
- Αναμένεται λόγω της ομαλής εκκίνησης του κινητήρα να μειωθούν οι μηχανικές βλάβες στα σημεία στήριξης του και μετάδοσης της κίνησης στον σπαστήρα.
- Λόγω ότι με το AC Drive μπορούν να γίνουν πολλές εκκινήσεις και διακοπές λειτουργίας του συστήματος κινητήρα - σπαστήρα σε σχέση με τις περιορισμένες εκκινήσεις αστέρα – τριγώνου θα μπορεί να τεθεί εκτός λειτουργίας. π.χ. στο διάλυμα του προσκοπικού ή σε περίπτωση που κάποιο άλλο υποσύστημα του διαλογητηρίου λόγω βλάβης, δεν φέρνει υλικό στον σπαστήρα ή το υλικό δεν φτάνει για να τροφοδοτήσει και τους δυο σπαστήρες του τρίτου σταδίου, να σταματά την λειτουργία του και έτσι να γίνεται εξοικονόμηση ενέργειας.

Συμπεραίνουμε ότι η επένδυση αυτή είναι προς το συμφέρον της εταιρείας και από οικονομικής άποψης και λόγω μεγαλύτερης ελευθερίας που προσφέρει ένα σύστημα AC Drive κατά την λειτουργία της και προτείνουμε να επεκταθεί και στους υπόλοιπους τρεις σπαστήρες του λατομείου.

# Παράρτημα I : Datasheet K355M-4



Valladis Hellenic Motors SA  
18, Gr. Lambraki Str., 141 23 Likovrisi, Greece  
Tel.: +30 2102817217  
Fax: +30 2102814277  
www.valladis.gr  
valladis@valladis.gr

<b>Motor Type:K355M-4</b>			
<b>Τριφασικοί χυτοσίδηρου</b>			
Σειρά: K + Μέγεθος: 355M + 4 Πόλοι/1.483 στρ/λ + 250,00kW/340,00hp + Έδραση: B5 + Χυτοσίδηρος			
Κατασκευαστής	<b>Βαλιώδης ΑΕ</b>	Στάθμη Θορύβου (1m)	<b>73 dB(A)</b>
Οικογένεια	<b>Σειρά K</b>	Resistance R	<b>0,014 Ω</b>
Οικογένεια / Μέγεθος	<b>K355M</b>	Resistance of phase to phase	<b>0,009 Ω</b>
Efficiency class	<b>0,00</b>	Moment of inertia	<b>5,6700</b>
Ισχύς / Ισχύς	<b>250,00 kW / 340,00 hp</b>	Ονομαστική ροπή	<b>1.610,90</b>
Ταχύτητα	<b>1.483 στρ/λ</b>	Σχετική ροπή απ'ευθείας εκκίνησης	<b>2,29</b>
Έδραση	<b>B5</b>	Σχετική ροπή εκκίνησης κατ' αστέρα	<b>0,72</b>
Τάση / Συνδεσμολογία	<b>400-Δ/690-Y</b>	Σχετική ελάχιστη ροπή	<b>1,87</b>
Συχνότητα	<b>50 Hz</b>	Σχετική ελάχιστη ροπή κατ' αστέρα	<b>0,58</b>
Προστασία	<b>IP55</b>	Σχετική ροπή αναστροφής	<b>2,89</b>
Ένταση ρεύματος	<b>0,00 A</b>	Σχετική ροπή αναστροφής κατ' αστέρα	<b>0,90</b>
Ένταση ρεύματος	<b>419,86 A / 242,41 A</b>	Σχετικό ρεύμα εκκίνησης	<b>7,20</b>
Ρεύμα εν κενώ	<b>96,12</b>	Σχετικό ρεύμα κατ' αστέρα	<b>2,25</b>
Κλάση μόνωσης	<b>F</b>	Εμπρόσθιο ρουλεμάν	<b>6322C3 OR NU322</b>
Temperature rise	<b>76,3</b>	Οπίσθιο ρουλεμάν	<b>6322C3</b>
Είσοδος καλωδίων	<b>M72x1,5</b>	Vibration	<b>0,00</b>
Σχάλο	<b>3x PTC 150 °C</b>		
Υλικό κατασκευής	<b>Χυτοσίδηρος</b>	Εγγύηση	<b>12-18 μήνες</b>
Ρεύμα άρομια	<b>0,00</b>	Βάρος	<b>1.760,0</b>
Τάση άρομια	<b>0</b>	Κωδικός	<b>K_4_000340.00_355M_B5_1</b>
		Κωδικός	<b>K/4-340.00/355M/B5</b>
		100% 75% 50% 25%	
	Συντελεστής ισχύος	0,90 0,90 0,87 0,75	
	Βαθμός απόδοσης	95,56 95,44 94,72 91,65	
<b>Συνημμένα αρχεία</b>			
	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>K355M-4-6-8_B5.pdf</b> (<a href="http://www.valladis.gr/pool/ftp/drawings_basic/K355M-4-6-8_B5.pdf">www.valladis.gr/pool/ftp/drawings_basic/K355M-4-6-8_B5.pdf</a>)</li> <li><b>K355M-4-250KW-TEST_REPORT.pdf</b> (<a href="http://www.valladis.gr/pool/ftp/test_reports/K355M-4-250KW-TEST_REPORT.pdf">www.valladis.gr/pool/ftp/test_reports/K355M-4-250KW-TEST_REPORT.pdf</a>)</li> <li><b>K355M-4-6-8_B5_WITH_FORCED_COOLING_KIT.pdf</b> (<a href="http://www.valladis.gr/pool/ftp/drawings_fcc/K355M-4-6-8_B5_WITH_FORCED_COOLING_KIT.pdf">www.valladis.gr/pool/ftp/drawings_fcc/K355M-4-6-8_B5_WITH_FORCED_COOLING_KIT.pdf</a>)</li> <li><b>IE2_TEST_REPORT_K355M-4P-250KW.pdf</b> (<a href="http://www.valladis.gr/pool/ftp/test_reports/IE2_TEST_REPORT_K355M-4P-250KW.pdf">www.valladis.gr/pool/ftp/test_reports/IE2_TEST_REPORT_K355M-4P-250KW.pdf</a>)</li> <li><b>IE3_TEST_REPORT_K355M-4P_250KW.pdf</b> (<a href="http://www.valladis.gr/pool/ftp/test_reports/IE3_TEST_REPORT_K355M-4P_250KW.pdf">www.valladis.gr/pool/ftp/test_reports/IE3_TEST_REPORT_K355M-4P_250KW.pdf</a>)</li> </ul>		

Αρχείο 1: Παράρτημα I-Dadasheet K355M-4 Πηγή:www.valladis.gr

## Παράρτημα II : Πίνακας κατανομής Β.Α. σε Κ.Α.

Ελάχιστες τιμές απόδοσης για 50 Hz όπως ορίζονται στο IEC 60034-30-1:2014 και στον ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ (ΕΕ) 2019/1781 [14].

(βάσει μεθόδων δοκιμών που προδιαγράφονται στο IEC 60034-2-1:2014)

P <sub>N</sub> σε kW	Αριθμός πόλων															
	IE1				IE2				IE3				IE4			
	2	4	6	8	2	4	6	8	2	4	6	8	2	4	6	8
0,12	45,0	50,0	38,3	31,0	53,6	59,1	50,6	39,8	60,8	64,8	57,7	50,7	66,5	69,8	64,9	62,3
0,18	52,8	57,0	45,5	38,0	60,4	64,7	56,6	45,9	65,9	69,9	63,9	58,7	70,8	74,7	70,1	67,2
0,20	54,6	58,5	47,6	39,7	61,9	65,9	58,2	47,4	67,2	71,1	65,4	60,6	71,9	75,8	71,4	68,4
0,25	58,2	61,5	52,1	43,4	64,8	68,5	61,6	50,6	69,7	73,5	68,6	64,1	74,3	77,9	74,1	70,8
0,37	63,9	66,0	59,7	49,7	69,5	72,7	67,6	56,1	73,8	77,3	73,5	69,3	78,1	81,1	78,0	74,3
0,40	64,9	66,8	61,1	50,9	70,4	73,5	68,8	57,2	74,6	78,0	74,4	70,1	78,9	81,7	78,7	74,9
0,55	69,0	70,0	65,8	56,1	74,1	77,1	73,1	61,7	77,8	80,8	77,2	73,0	81,5	83,9	80,9	77,0
0,75	72,1	72,1	70,0	61,2	77,4	79,6	75,9	66,2	80,7	82,5	78,9	75,0	83,5	85,7	82,7	78,4
1,1	75,0	75,0	72,9	66,5	79,6	81,4	78,1	70,8	82,7	84,1	81,0	77,7	85,2	87,2	84,5	80,8
1,5	77,2	77,2	75,2	70,2	81,3	82,8	79,8	74,1	84,2	85,3	82,5	79,7	86,5	88,2	85,9	82,6
2,2	79,7	79,7	77,7	74,2	83,2	84,3	81,8	77,6	85,9	86,7	84,3	81,9	88,0	89,5	87,4	84,5
3	81,5	81,5	79,7	77,0	84,6	85,5	83,3	80,0	87,1	87,7	85,6	83,5	89,1	90,4	88,6	85,9
4	83,1	83,1	81,4	79,2	85,8	86,6	84,6	81,9	88,1	88,6	86,8	84,8	90,0	91,1	89,5	87,1
5,5	84,7	84,7	83,1	81,4	87,0	87,7	86,0	83,8	89,2	89,6	88,0	86,2	90,9	91,9	90,5	88,3
7,5	86,0	86,0	84,7	83,1	88,1	88,7	87,2	85,3	90,1	90,4	89,1	87,3	91,7	92,6	91,3	89,3
11	87,6	87,6	86,4	85,0	89,4	89,8	88,7	86,9	91,2	91,4	90,3	88,6	92,6	93,3	92,3	90,4
15	88,7	88,7	87,7	86,2	90,3	90,6	89,7	88,0	91,9	92,1	91,2	89,6	93,3	93,9	92,9	91,2
18,5	89,3	89,3	88,6	86,9	90,9	91,2	90,4	88,6	92,4	92,6	91,7	90,1	93,7	94,2	93,4	91,7
22	89,9	89,9	89,2	87,4	91,3	91,6	90,9	89,1	92,7	93,0	92,2	90,6	94,0	94,5	93,7	92,1
30	90,7	90,7	90,2	88,3	92,0	92,3	91,7	89,8	93,3	93,6	92,9	91,3	94,5	94,9	94,2	92,7
37	91,2	91,2	90,8	88,8	92,5	92,7	92,2	90,3	93,7	93,9	93,3	91,8	94,8	95,2	94,5	93,1
45	91,7	91,7	91,4	89,2	92,9	93,1	92,7	90,7	94,0	94,2	93,7	92,2	95,0	95,4	94,8	93,4
55	92,1	92,1	91,9	89,7	93,2	93,5	93,1	91,0	94,3	94,6	94,1	92,5	95,3	95,7	95,1	93,7
75	92,7	92,7	92,6	90,3	93,8	94,0	93,7	91,6	94,7	95,0	94,6	93,1	95,6	96,0	95,4	94,2
90	93,0	93,0	92,9	90,7	94,0	94,1	93,8	91,7	94,9	95,1	94,7	93,2	95,8	96,1	95,6	94,4
110	93,3	93,3	93,3	91,1	94,3	94,3	94,0	92,0	95,1	95,1	94,8	93,4	96,0	96,3	95,8	94,7
132	93,5	93,5	93,5	91,5	94,4	94,4	94,1	92,1	95,2	95,2	94,9	93,5	96,1	96,4	95,9	94,9
160	93,8	93,8	93,8	91,9	94,5	94,5	94,2	92,2	95,3	95,3	95,0	93,6	96,2	96,5	96,0	95,1
200	94,0	94,0	94,0	92,5	95,0	95,0	94,7	92,7	95,4	95,4	95,1	93,8	96,3	96,6	96,2	95,4
250	94,0	94,0	94,0	92,5	95,0	95,1	95,0	93,5	95,8	96,0	95,8	94,6	96,5	96,7	96,3	95,4
315	94,0	94,0	94,0	92,5	95,0	95,1	95,0	93,5	95,8	96,0	95,8	94,6	96,5	96,7	96,5	96,4
355	94,0	94,0	94,0	92,5	95,0	95,1	95,0	93,5	95,8	96,0	95,8	94,6	96,5	96,7	96,6	96,4
400	94,0	94,0	94,0	92,5	95,0	95,1	95,0	93,5	95,8	96,0	95,8	94,6	96,5	96,7	96,6	96,4
450	94,0	94,0	94,0	92,5	95,0	95,1	95,0	93,5	95,8	96,0	95,8	94,6	96,5	96,7	96,6	96,4
500-1.000	94,0	94,0	94,0	92,5	95,0	95,1	95,0	93,5	95,8	96,0	95,8	94,6	96,5	96,7	96,6	96,4

Πίνακας 25: Κλάσης Απόδοσης IE1, IE2, IE3, IE4 Πηγή: [www.valiadis.gr](http://www.valiadis.gr) & ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ (ΕΕ) 2019/1781



## Motor Type:K355M-4

### Τριφασικοί χυτοσίδηρου

Σειρά: K • Μέγεθος: 355M • 4 Πόλοι/1.483 στρ/λ • 250,00kW/340,00hp • Έδραση: B5 • Χυτοσίδηρος

Κατοσκευαστής	<b>Βαλιάδης ΑΕ</b>	Στάθμη θορύβου (1m)	<b>73 dB(A)</b>
Οικογένεια	<b>Σειρά K</b>	Resistance R	<b>0,014 Ω</b>
Οικογένεια / Μέγεθος	<b>K355M</b>	Resistance of phase to phase	<b>0,009 Ω</b>
Efficiency class	<b>0,00</b>	Moment of inertia	<b>5,6700</b>
Ισχύς / Ισχύς	<b>250,00 kW / 340,00 hp</b>	Ονομαστική ροπή	<b>1.610,90</b>
Ταχύτητα	<b>1.483 στρ/λ</b>	Σχετική ροπή απ'ευθείας εκκίνησης	<b>2,29</b>
Έδραση	<b>B5</b>	Σχετική ροπή εκκίνησης κατ' αστέρα	<b>0,72</b>
Τάση / Συνδεσμολογία	<b>400-Δ/690-Y</b>	Σχετική ελάχιστη ροπή	<b>1,87</b>
Συχνότητα	<b>50 Hz</b>	Σχετική ελάχιστη ροπή κατ' αστέρα	<b>0,58</b>
Προστασία	<b>IP55</b>	Σχετική ροπή ανατροπής	<b>2,89</b>
Ένταση ρεύματος	<b>0,00 A</b>	Σχετική ροπή ανατροπής κατ' αστέρα	<b>0,90</b>
Ένταση ρεύματος	<b>419,86 A / 242,41 A</b>	Σχετικό ρεύμα εκκίνησης	<b>7,20</b>
Ρεύμα εν κενώ	<b>96,12</b>	Σχετικό ρεύμα κατ' αστέρα	<b>2,25</b>
Κλάση μόνωσης	<b>F</b>	Εμπρόσθιο ρουλεμάν	<b>6322C3 OR NU322</b>
Temperature rise	<b>76,3</b>	Οπίσθιο ρουλεμάν	<b>6322C3</b>
Είσοδος καλωδίων	<b>M72x1,5</b>	Vibration	<b>0,00</b>
Σχάλιο	<b>3x PTC 150 °C</b>	Εγγύηση	<b>12-18 μήνες</b>
Υλικό κατασκευής	<b>Χυτοσίδηρος</b>	Βάρος	<b>1.760,0</b>
Ρεύμα άρμμετα	<b>0,00</b>	Κωδικός	<b>K_4_000340.00_355M_B5_1</b>
Τάση άρμμετα	<b>0</b>	Κωδικός	<b>K/4-340.00/355M/B5</b>

	100%	75%	50%	25%
Συντελεστής ισχύος	0,90	0,90	0,87	0,75
Βαθμός απόδοσης	95,56	95,44	94,72	91,65

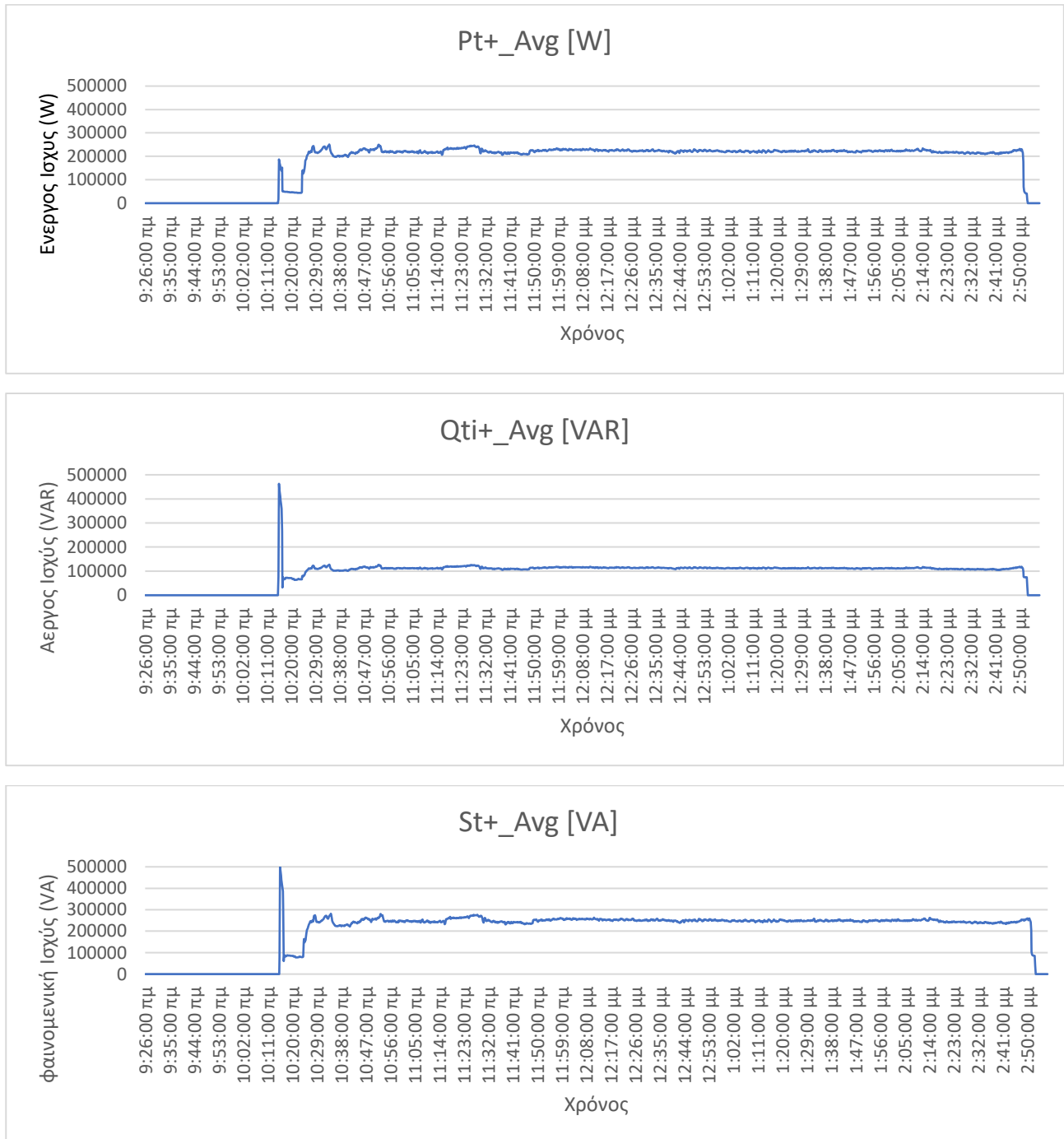
### Συνημμένα αρχεία

- [K355M-4-6-8\\_B5.pdf](http://www.valiadis.gr/pool/ftp/drawings_basic/K355M-4-6-8_B5.pdf)  
(www.valiadis.gr/pool/ftp/drawings\_basic/K355M-4-6-8\_B5.pdf)
- [K355M-4-250KW-TEST\\_REPORT.pdf](http://www.valiadis.gr/pool/ftp/test_reports/K355M-4-250KW-TEST_REPORT.pdf)  
(www.valiadis.gr/pool/ftp/test\_reports/K355M-4-250KW-TEST\_REPORT.pdf)
- [K355M-4-6-8\\_B5\\_WITH\\_FORCED\\_COOLING\\_KIT.pdf](http://www.valiadis.gr/pool/ftp/drawings_fcc/K355M-4-6-8_B5_WITH_FORCED_COOLING_KIT.pdf)  
(www.valiadis.gr/pool/ftp/drawings\_fcc/K355M-4-6-8\_B5\_WITH\_FORCED\_COOLING\_KIT.pdf)
- [IE2\\_TEST\\_REPORT\\_K355M-4P-250KW.pdf](http://www.valiadis.gr/pool/ftp/test_reports/IE2_TEST_REPORT_K355M-4P-250KW.pdf)  
(www.valiadis.gr/pool/ftp/test\_reports/IE2\_TEST\_REPORT\_K355M-4P-250KW.pdf)
- [IE3\\_TEST\\_REPORT\\_K355M-4P\\_250KW.pdf](http://www.valiadis.gr/pool/ftp/test_reports/IE3_TEST_REPORT_K355M-4P_250KW.pdf)  
(www.valiadis.gr/pool/ftp/test\_reports/IE3\_TEST\_REPORT\_K355M-4P\_250KW.pdf)

Αρχείο 3: Παράρτημα III-Dadasheet K315M-4 Σελ.2 Πηγή: www.valiadis.gr

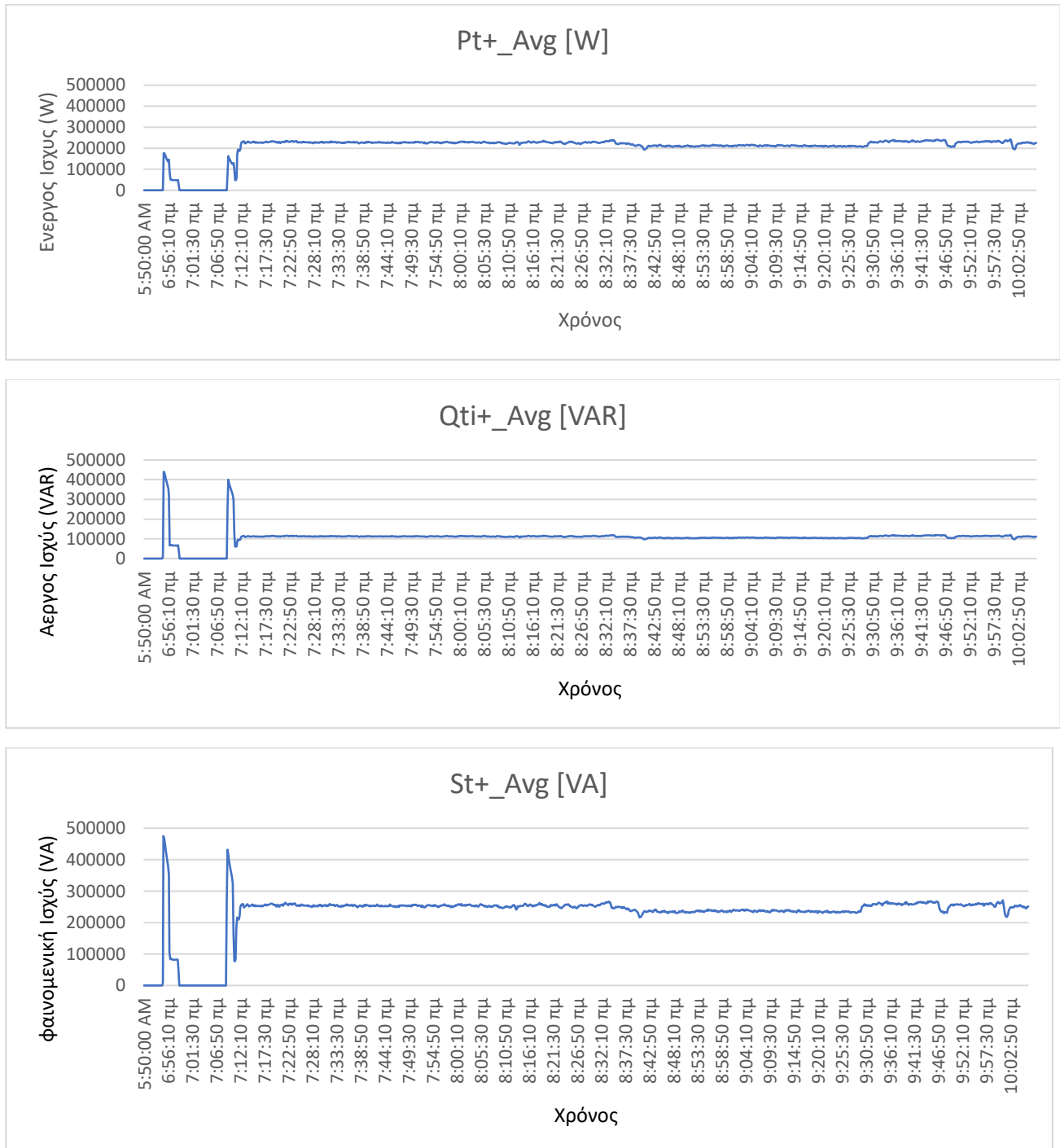
# Παράρτημα IV : P Q S - Μέτρηση 02/06/22

Δεδομένα Μετρήσεων Κινητήρα K355M-4 IE2 στις 02/06/2022



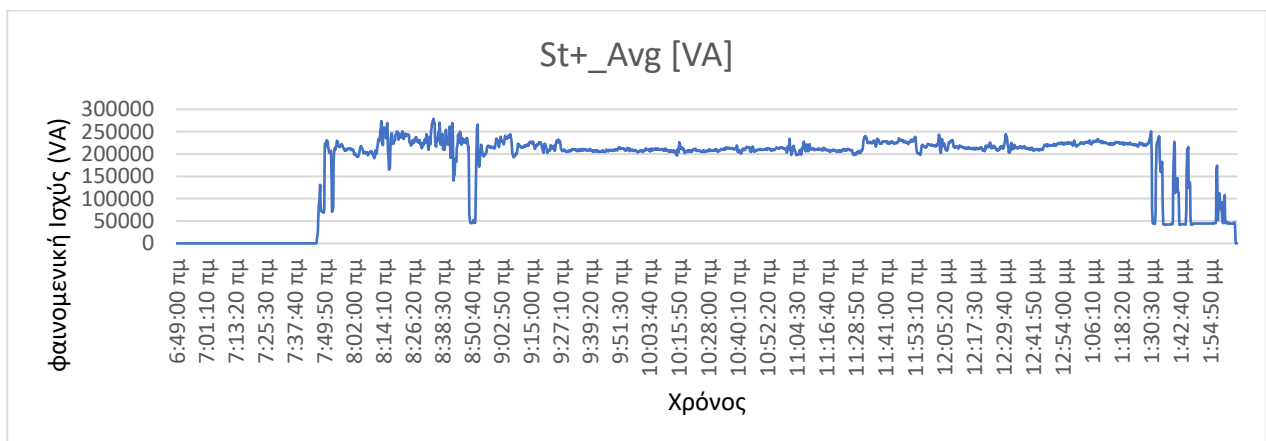
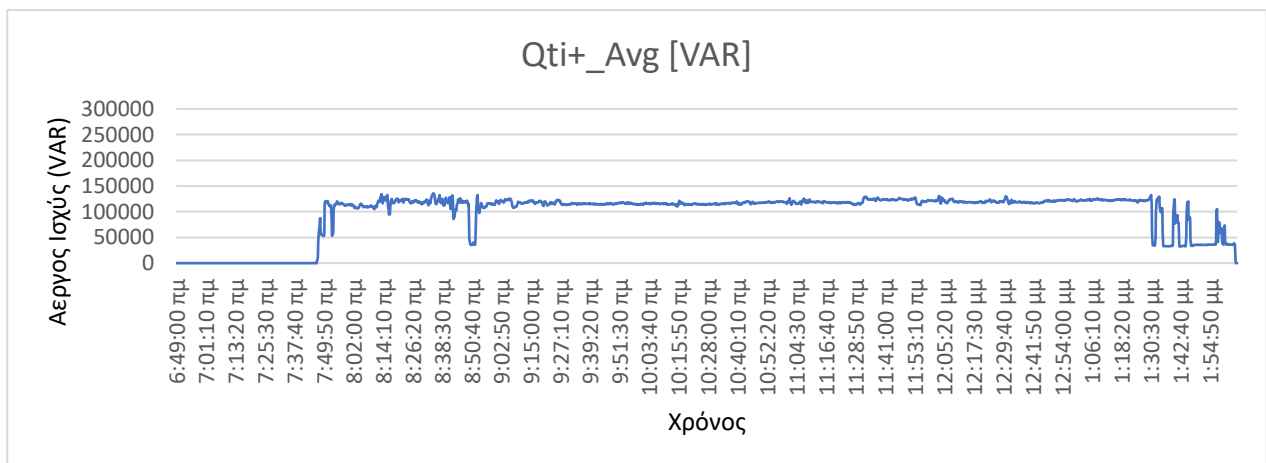
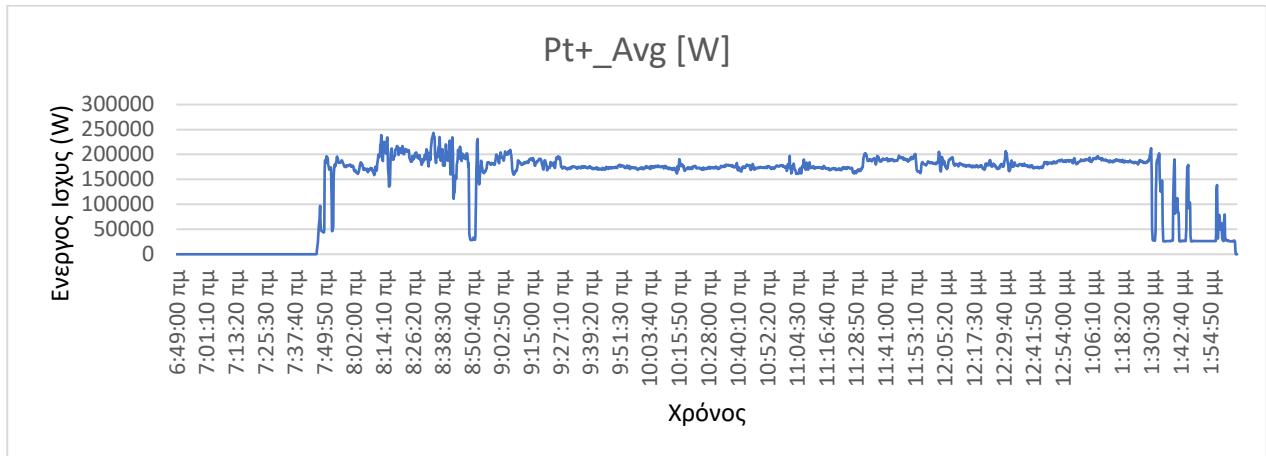
# Παράρτημα V : P Q S - Μέτρηση 03/06/22

Δεδομένα Μετρήσεων Κινητήρα K355M-4 IE2 στις 03/06/2022



# Παράρτημα VI : P Q S - Μέτρηση 19/10/22

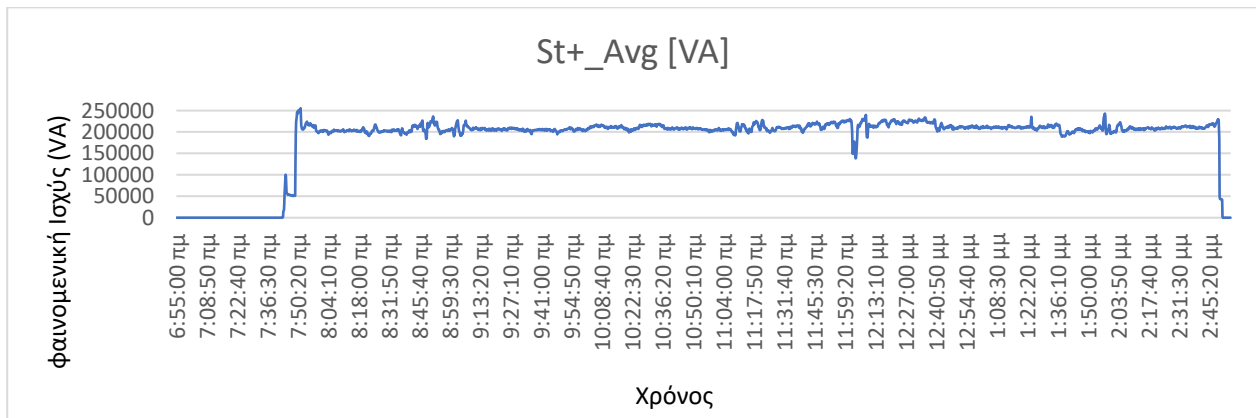
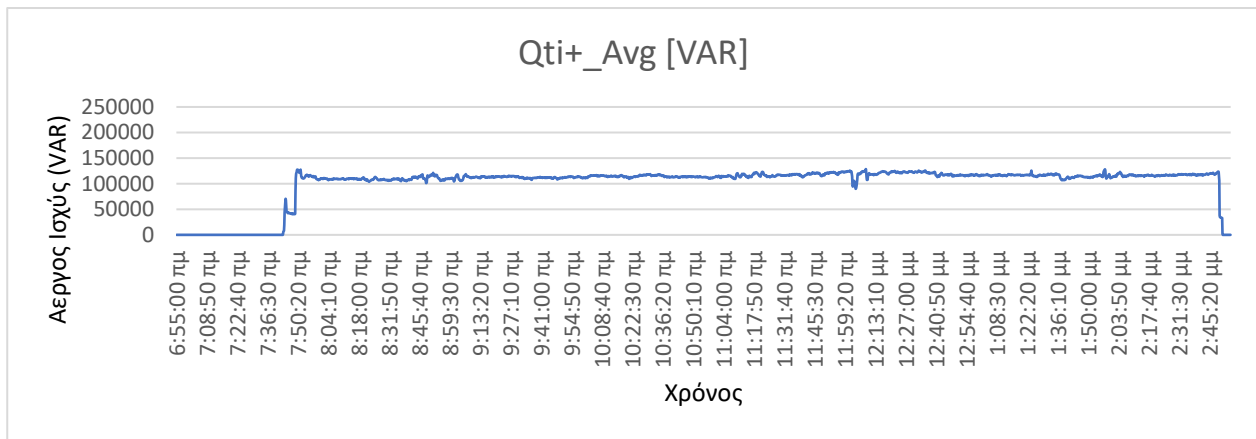
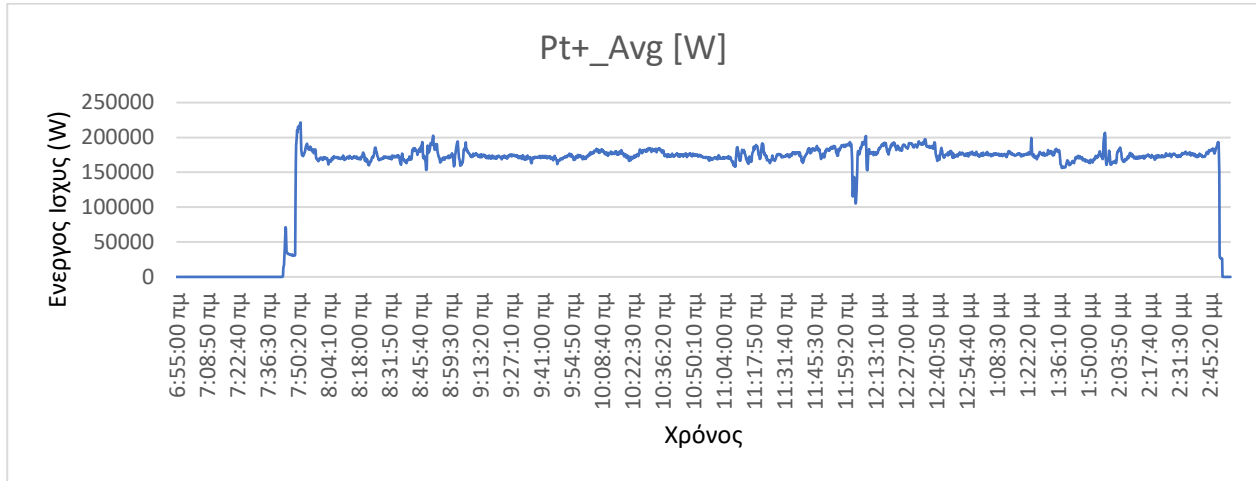
Δεδομένα Μετρήσεων Κινητήρα K315M-4 IE3 στις 19/10/2022





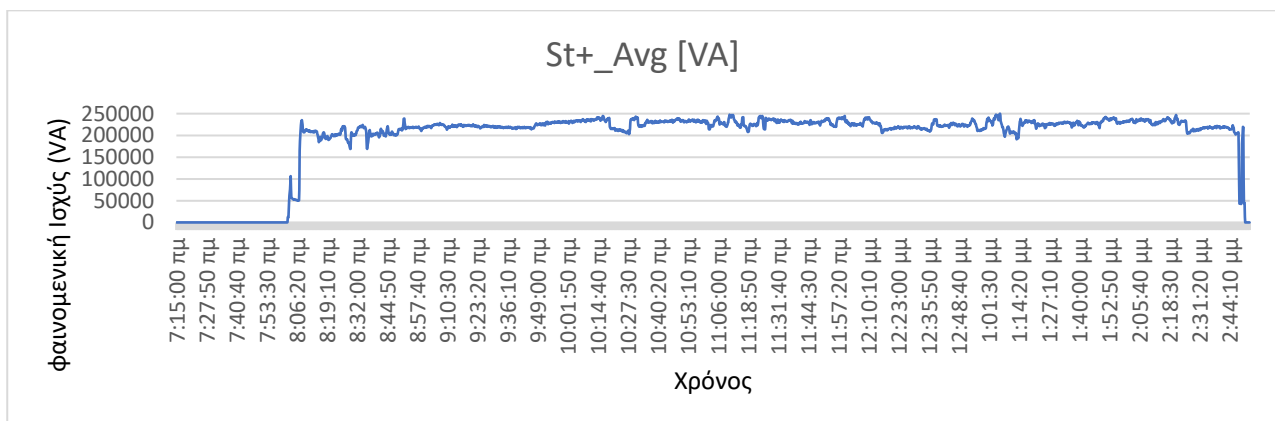
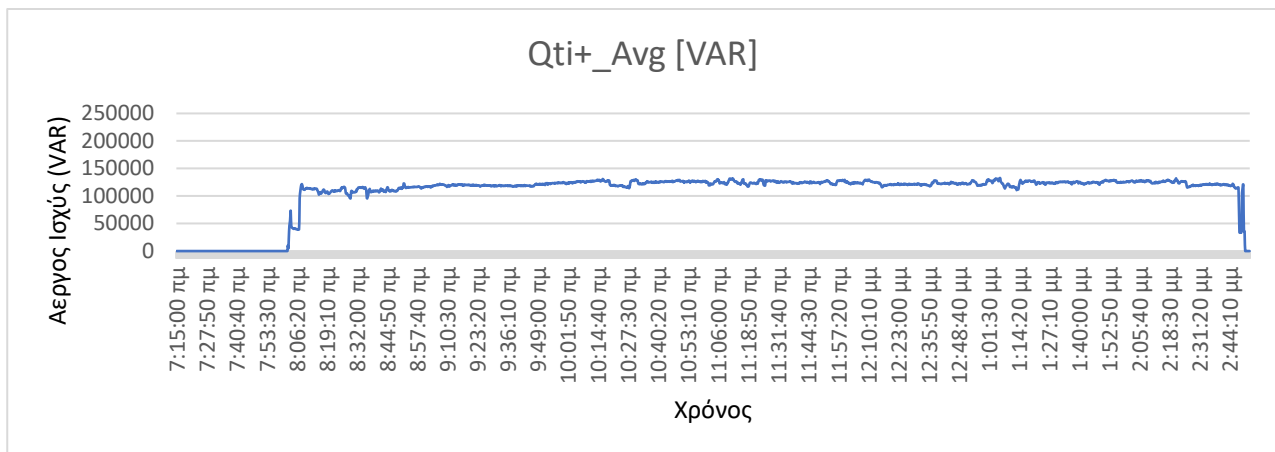
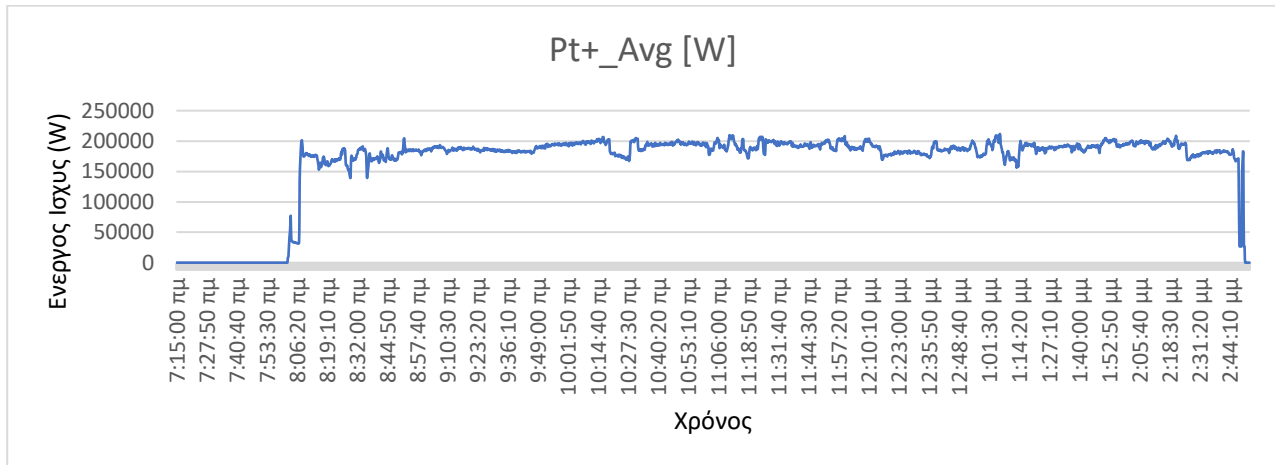
# Παράρτημα VII : P Q S - Μέτρηση 20/10/22

Δεδομένα Μετρήσεων Κινητήρα K315M-4 IE3 στις 20/10/2022



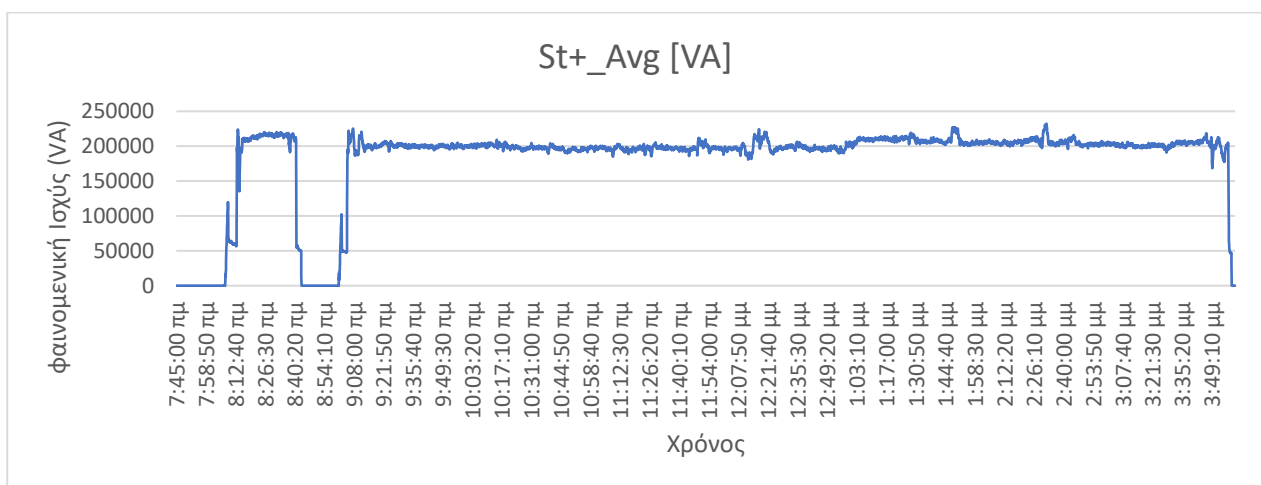
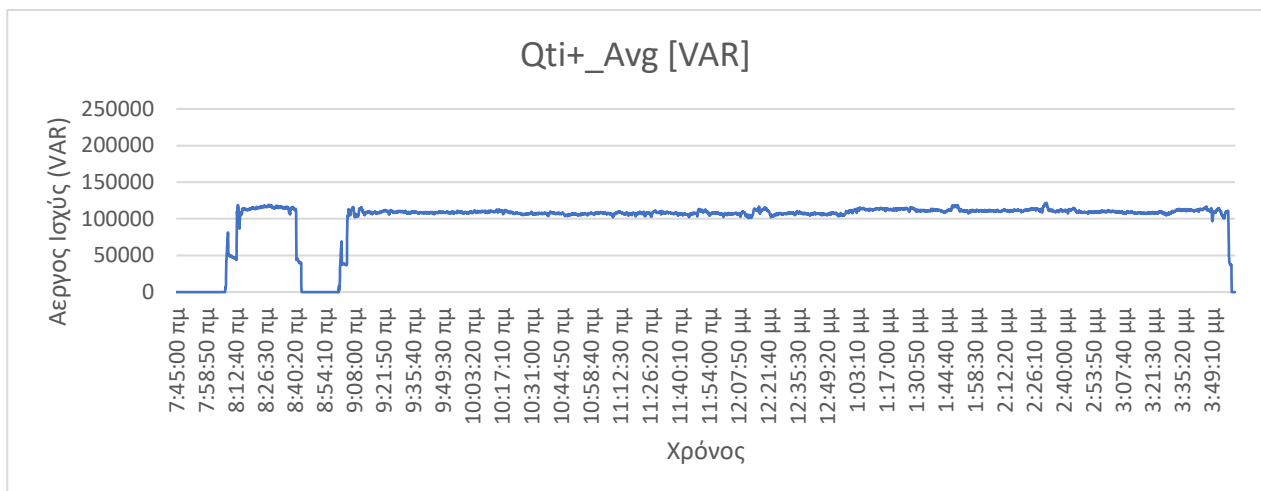
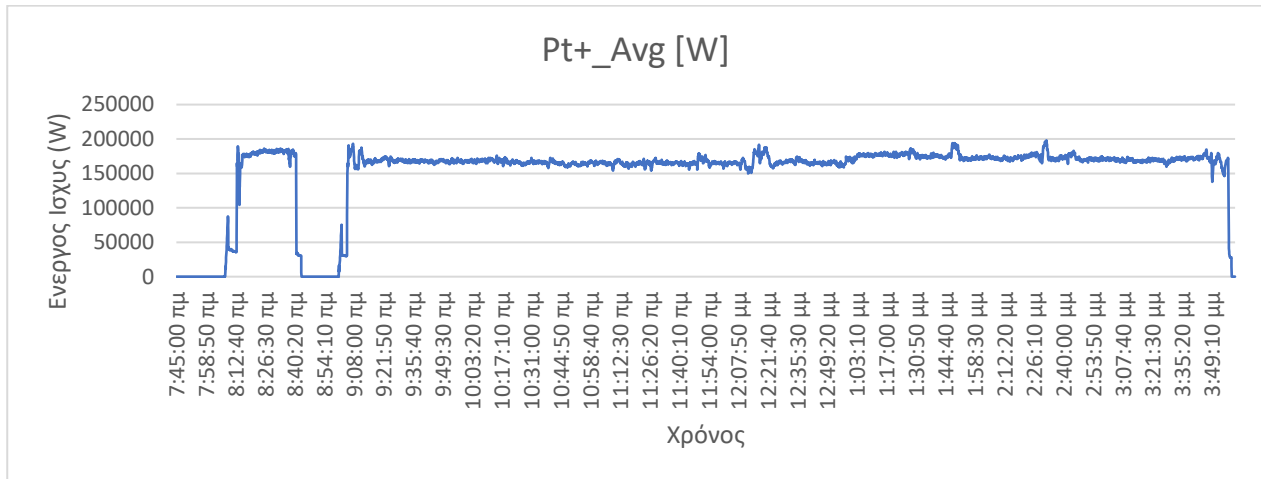
# Παράρτημα VIII : P Q S - Μέτρηση 21/10/22

Δεδομένα Μετρήσεων Κινητήρα K315M-4 IE3 στις 21/10/2022



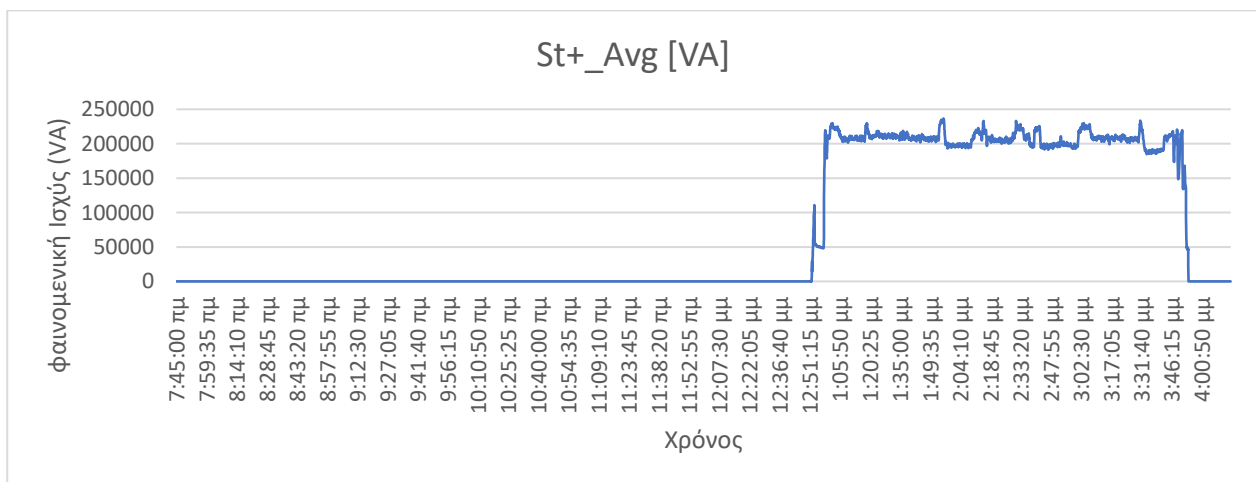
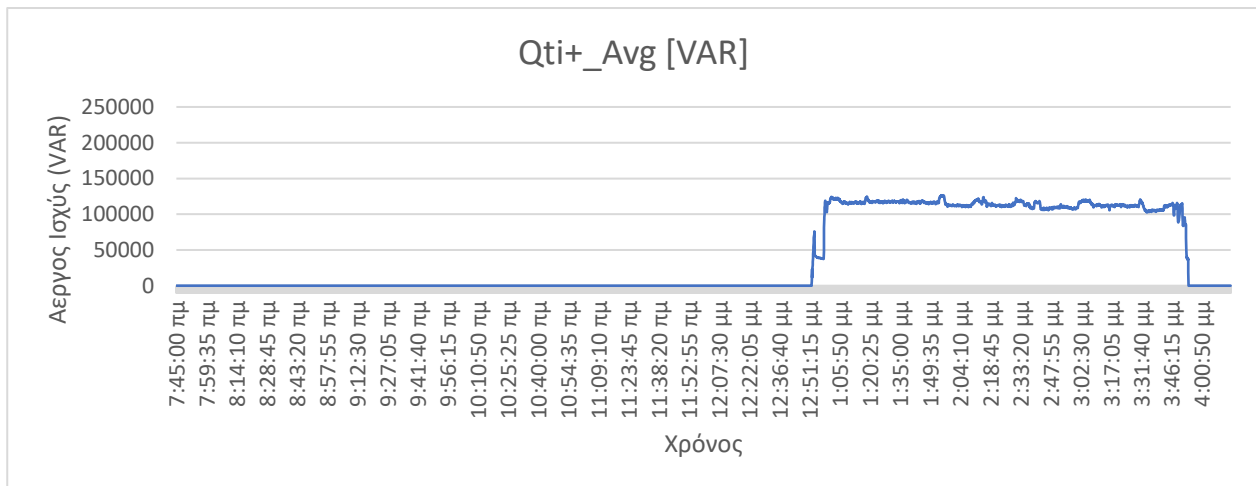
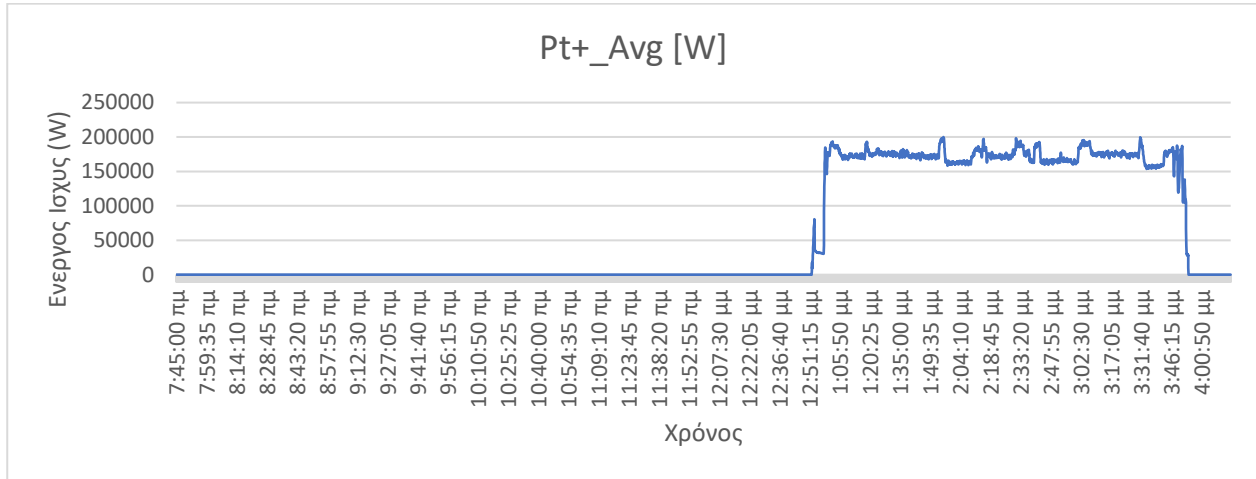
# Παράρτημα IX : P Q S - Μέτρηση 28/11/22

Δεδομένα Μετρήσεων Κινητήρα K315M-4 IE3 στις 28/11/2022



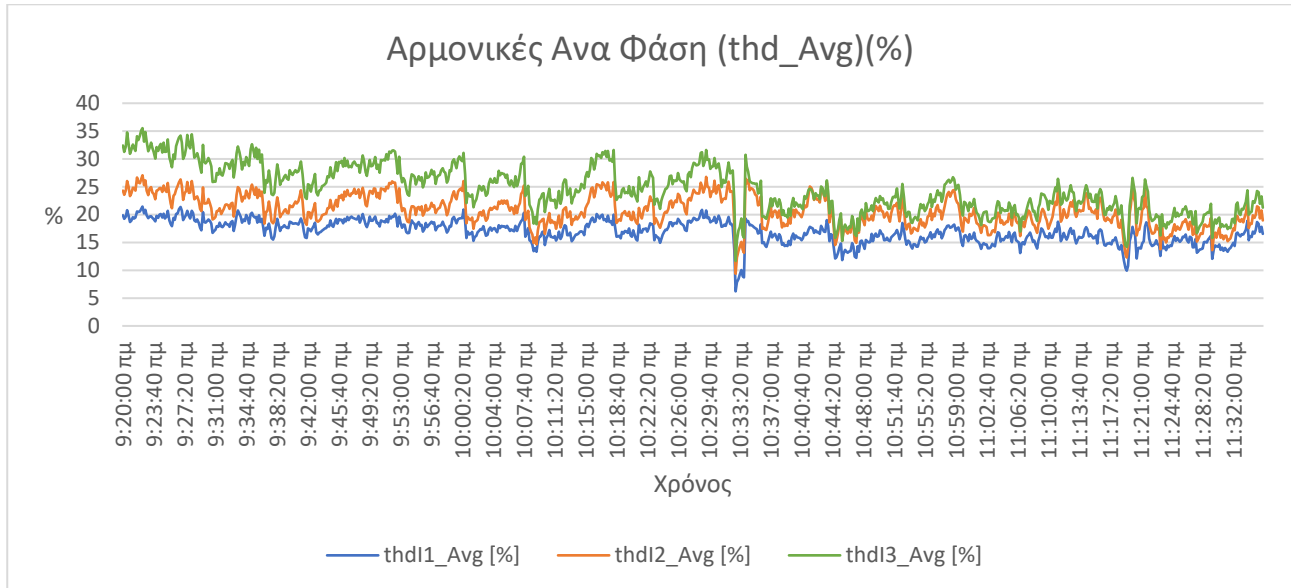
# Παράρτημα X : P Q S - Μέτρηση 13/12/22

Δεδομένα Μετρήσεων Κινητήρα K315M-4 IE3 στις 13/12/2022



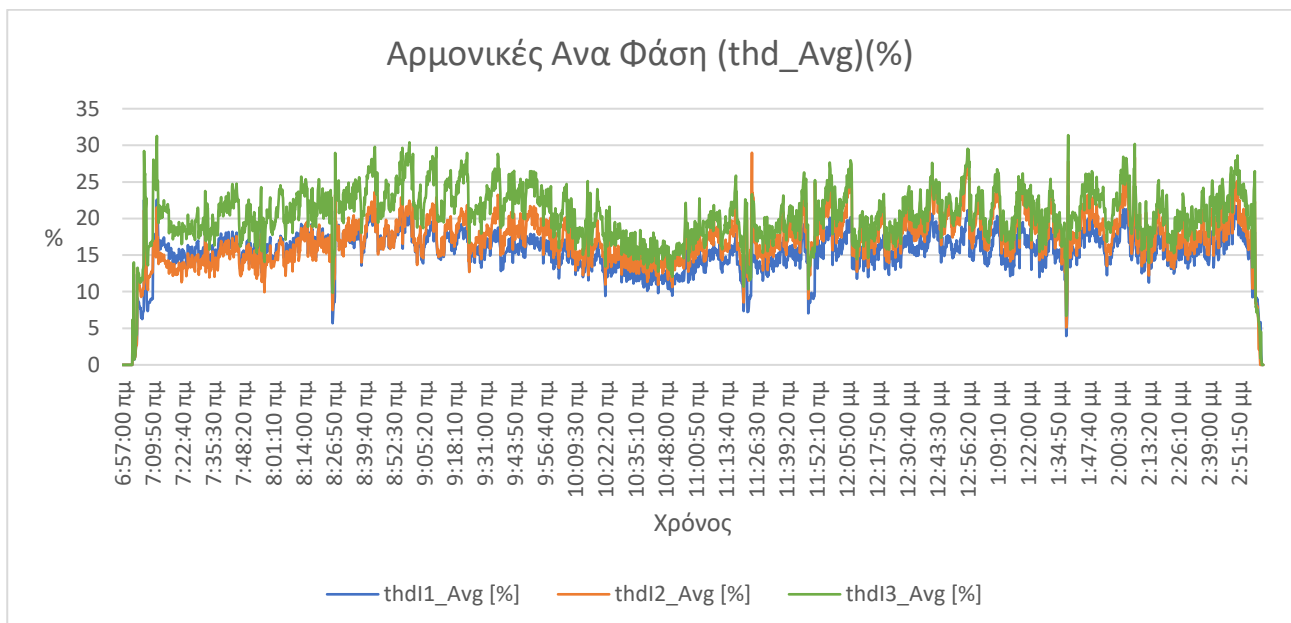
## Παράρτημα XI : Αρμονικές-Μέτρηση 31/05/22

Δεδομένα Μετρήσεων Ερμαρίου στο οποίο είναι συνδεδεμένος ο Σπαστήρας 2 πριν την τοποθέτηση του AC Drive



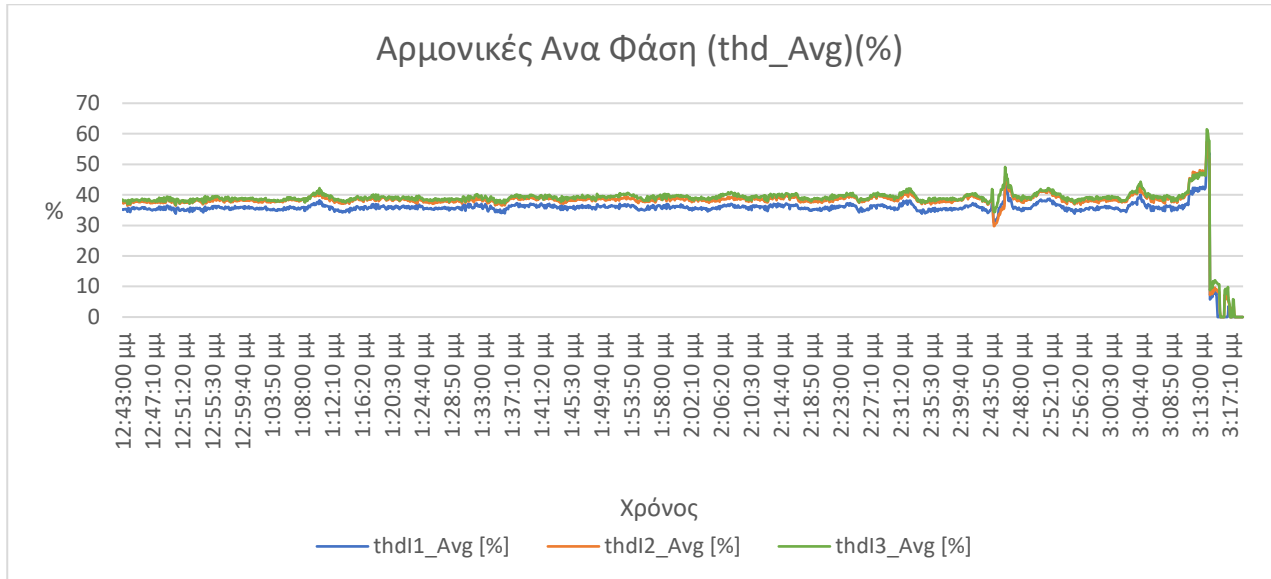
## Παράρτημα XII : Αρμονικές-Μέτρηση 01/06/22

Δεδομένα Μετρήσεων Ερμαρίου στο οποίο είναι συνδεδεμένος ο Σπαστήρας 2 πριν την τοποθέτηση του AC Drive



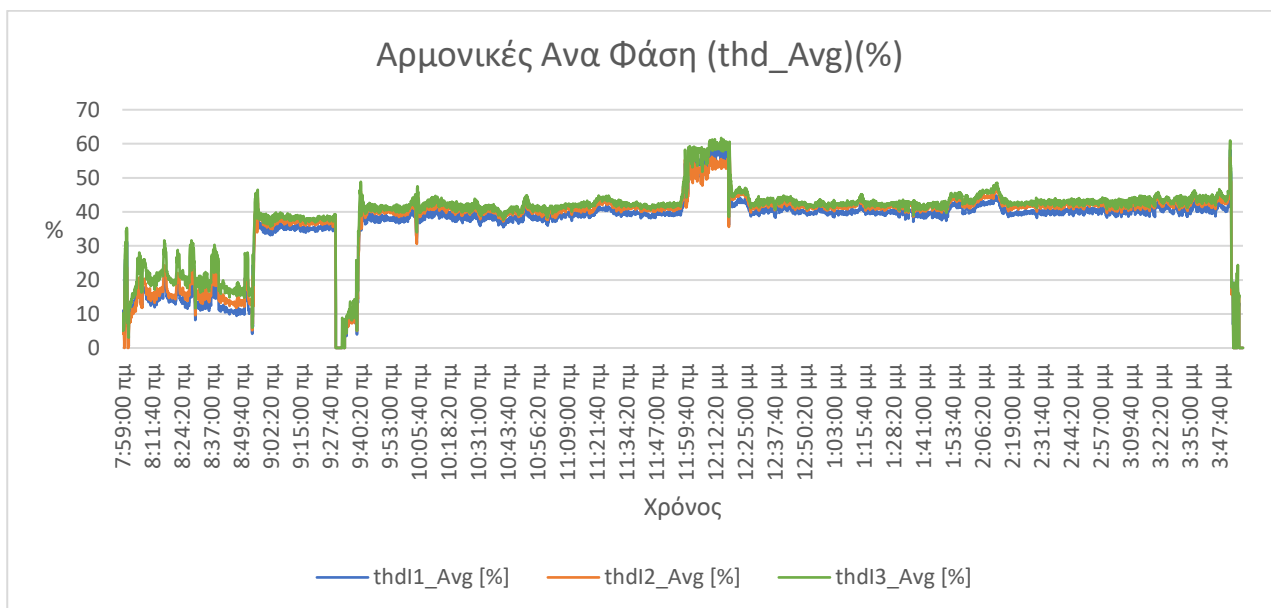
## Παράρτημα XIII : Αρμονικές-Μέτρηση 15/11/22

Δεδομένα Μετρήσεων Ερμαρίου στο οποίο είναι συνδεδεμένος ο Σπαστήρας 2 μετά την τοποθέτηση του AC Drive



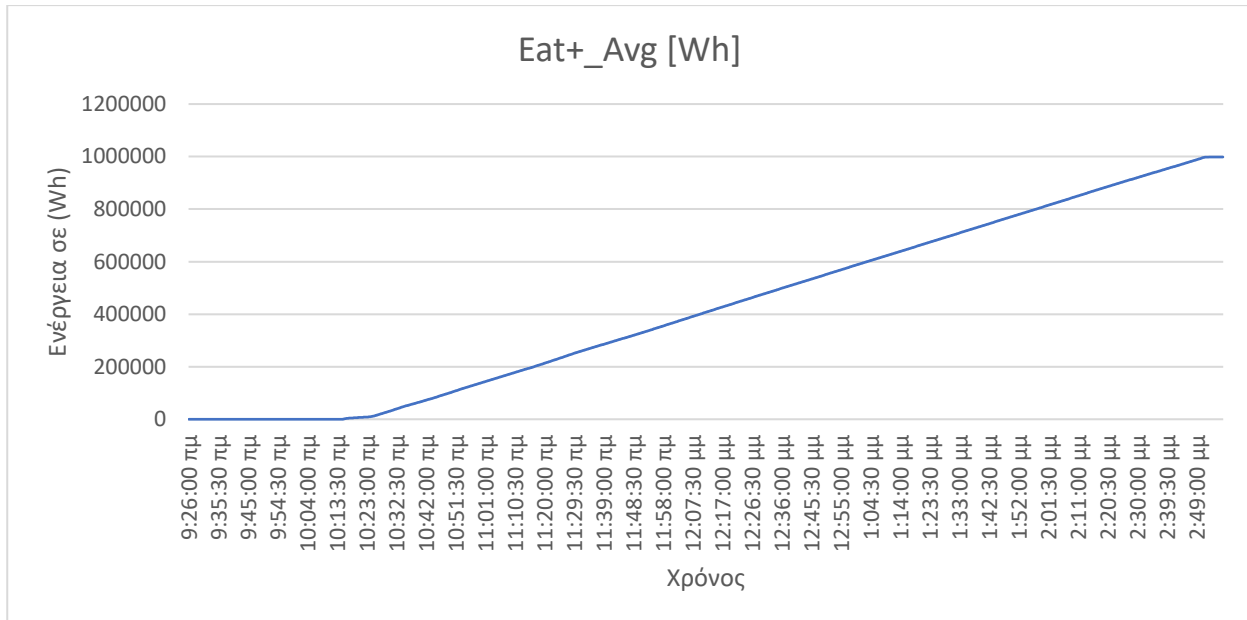
## Παράρτημα XIV : Αρμονικές-Μέτρηση 16/11/22

Δεδομένα Μετρήσεων Ερμαρίου στο οποίο είναι συνδεδεμένος ο Σπαστήρας 2 μετά την τοποθέτηση του AC Drive



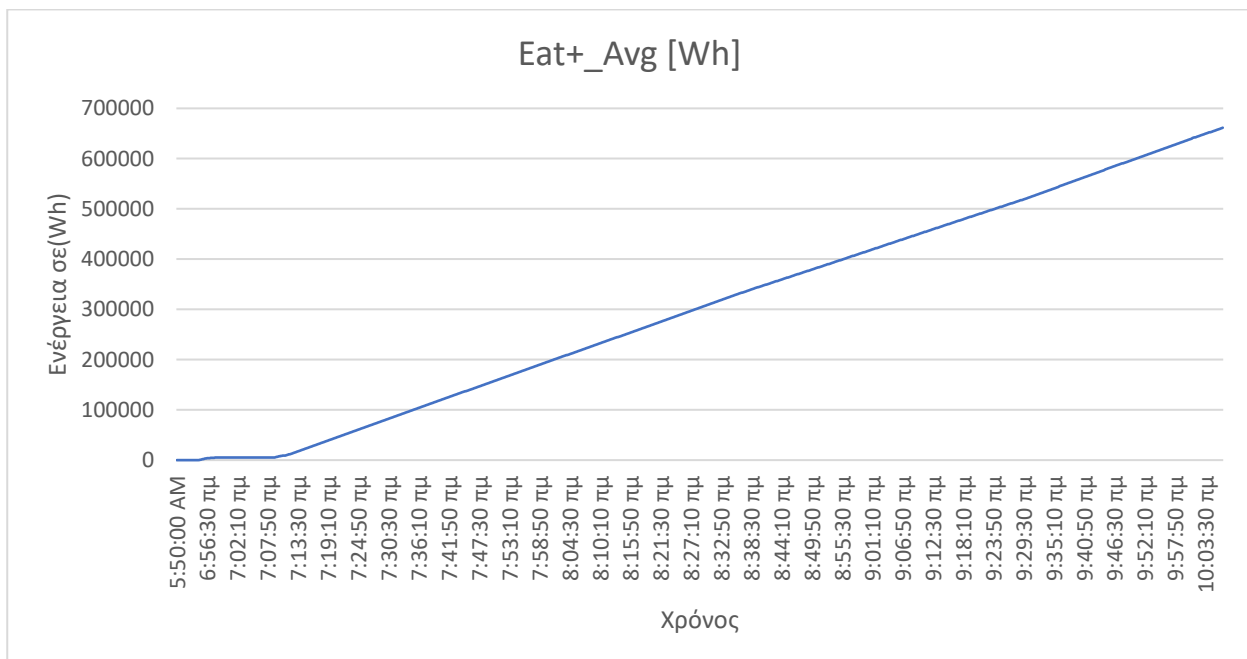
## Παράρτημα XV : Συν. Ενεργ.-Μέτρηση 02/06/22

Δεδομένα Μετρήσεων ενέργειας που κατανάλωσε ο Κινητήρας K355M-4 IE2 στις 02/06/2022



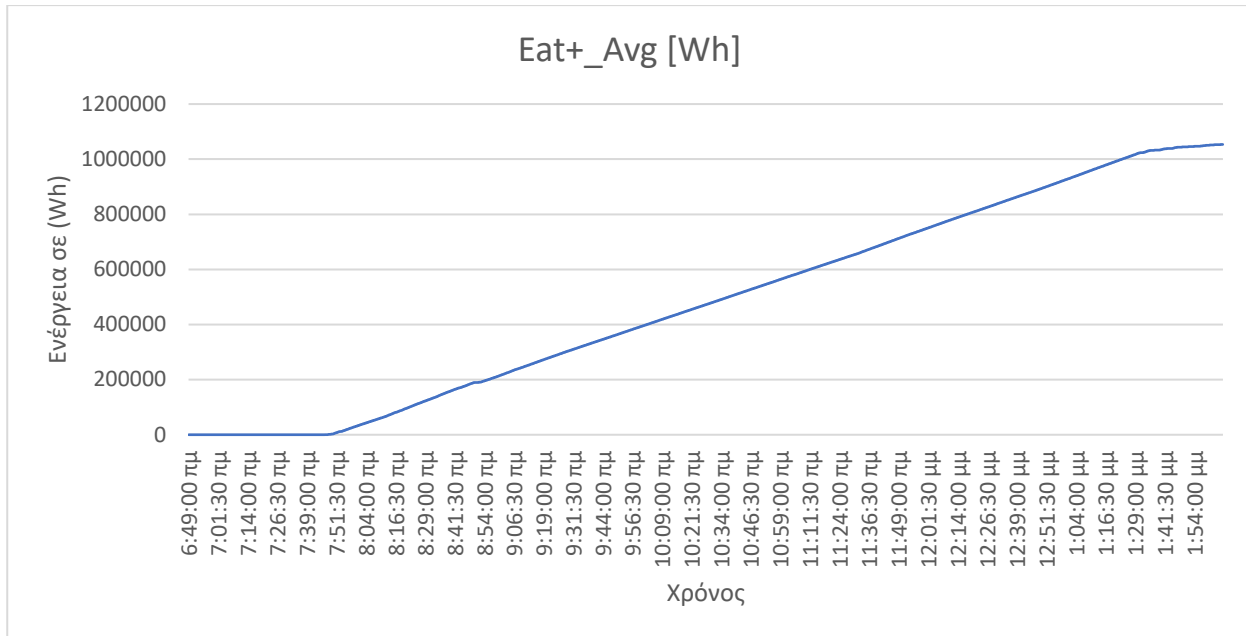
## Παράρτημα XVI : Συν. Ενεργ.-Μέτρηση 03/06/22

Δεδομένα Μετρήσεων ενέργειας που κατανάλωσε ο Κινητήρας K355M-4 IE2 στις 03/06/2022



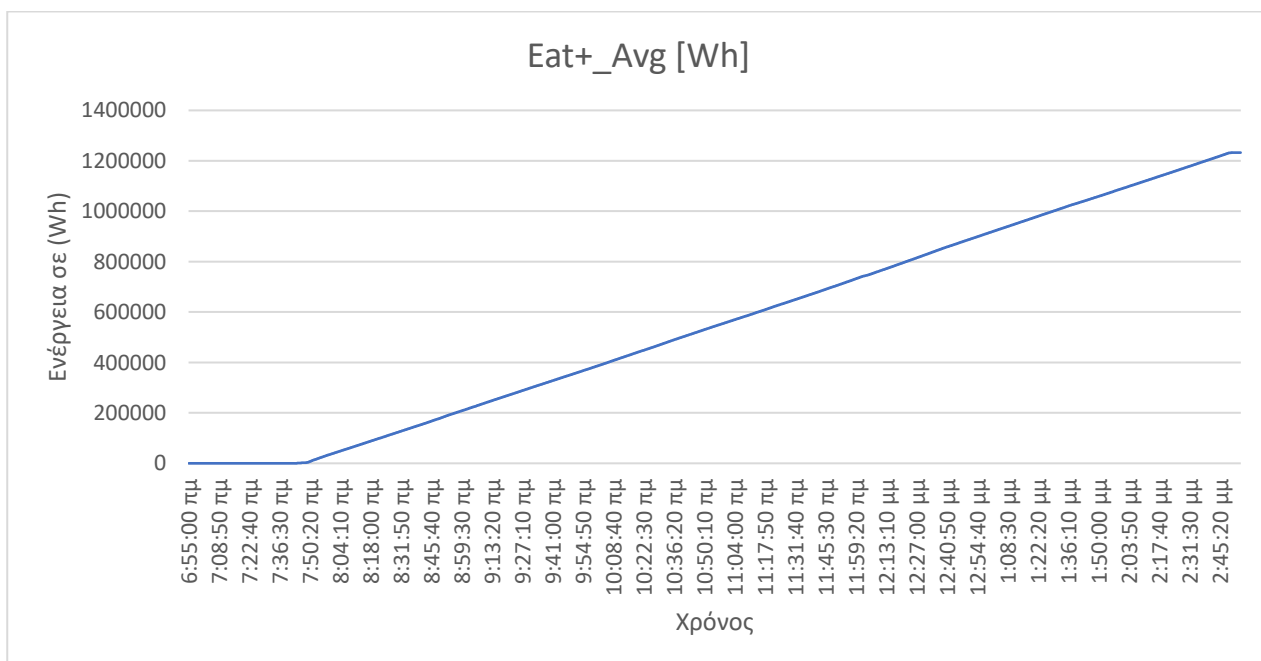
## Παράρτημα XVII : Συν. Ενεργ.-Μέτρηση 19/10/22

Δεδομένα Μετρήσεων ενέργειας που κατανάλωσε ο Κινητήρας K315M-4 IE3 στις 19/10/2022



## Παράρτημα XVIII : Συν. Ενεργ.-Μέτρηση 20/10/22

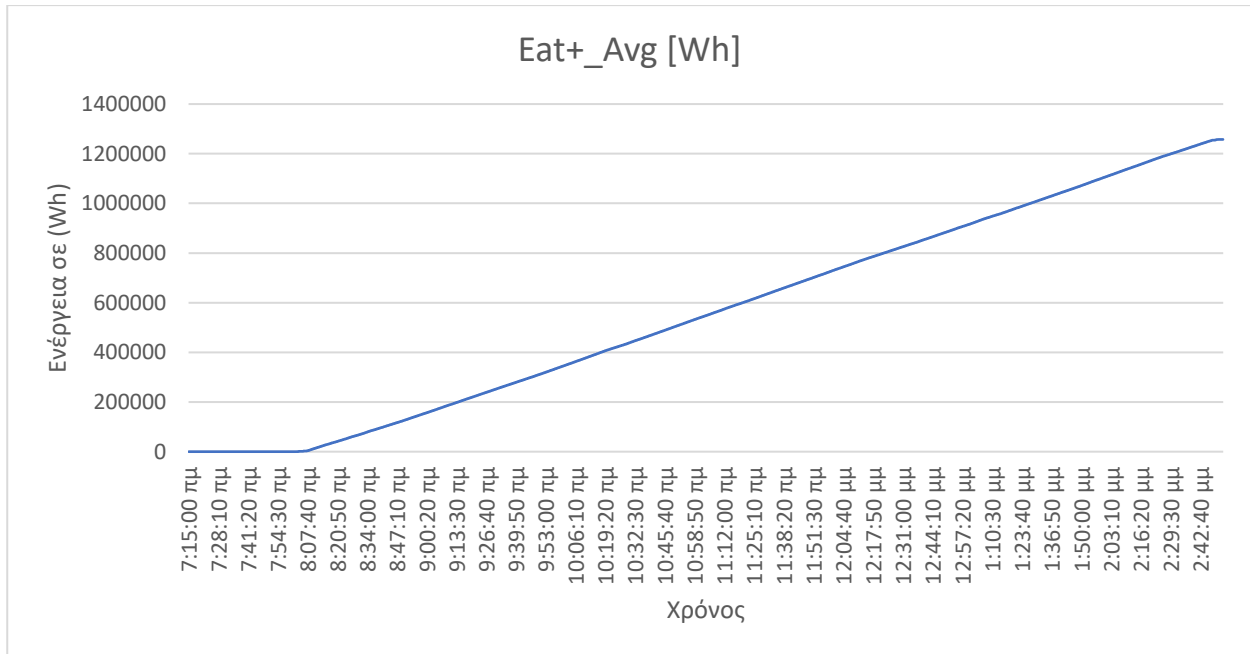
Δεδομένα Μετρήσεων ενέργειας που κατανάλωσε ο Κινητήρας K315M-4 IE3 στις 20/10/2022





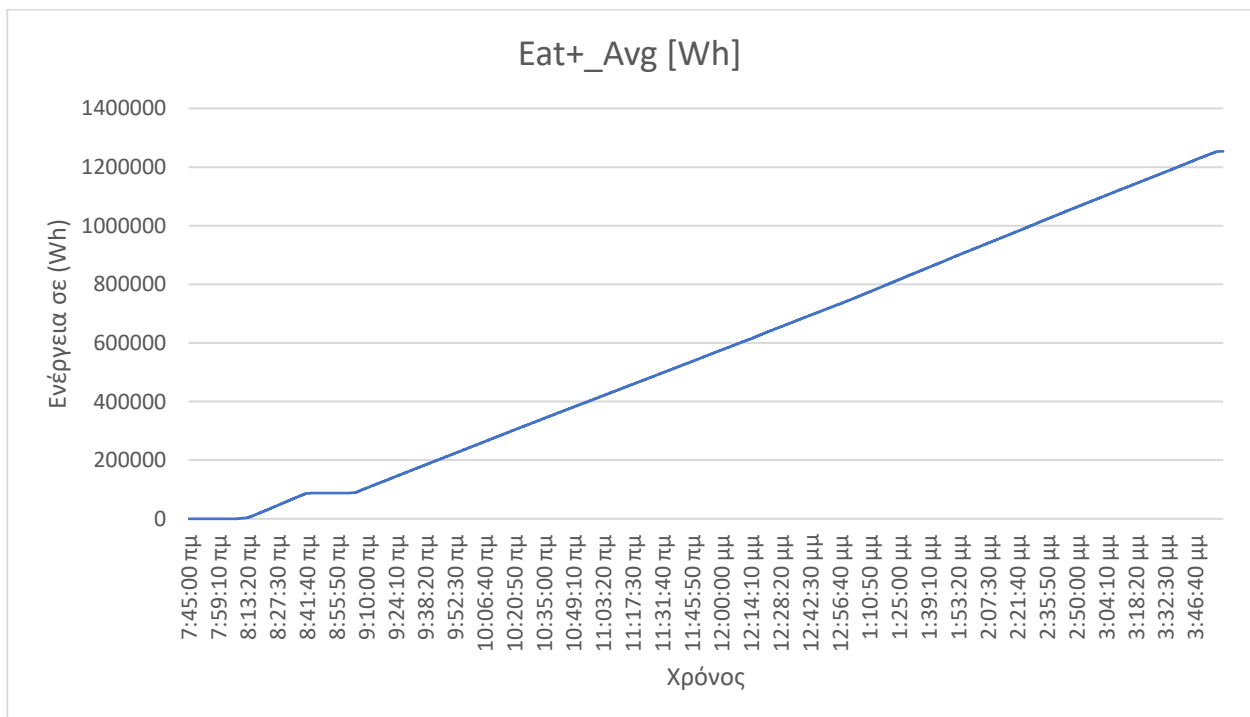
## Παράρτημα XIX : Συν. Ενεργ.-Μέτρηση 21/10/22

Δεδομένα Μετρήσεων ενέργειας που κατανάλωσε ο Κινητήρας K315M-4 IE3 στις 21/10/2022



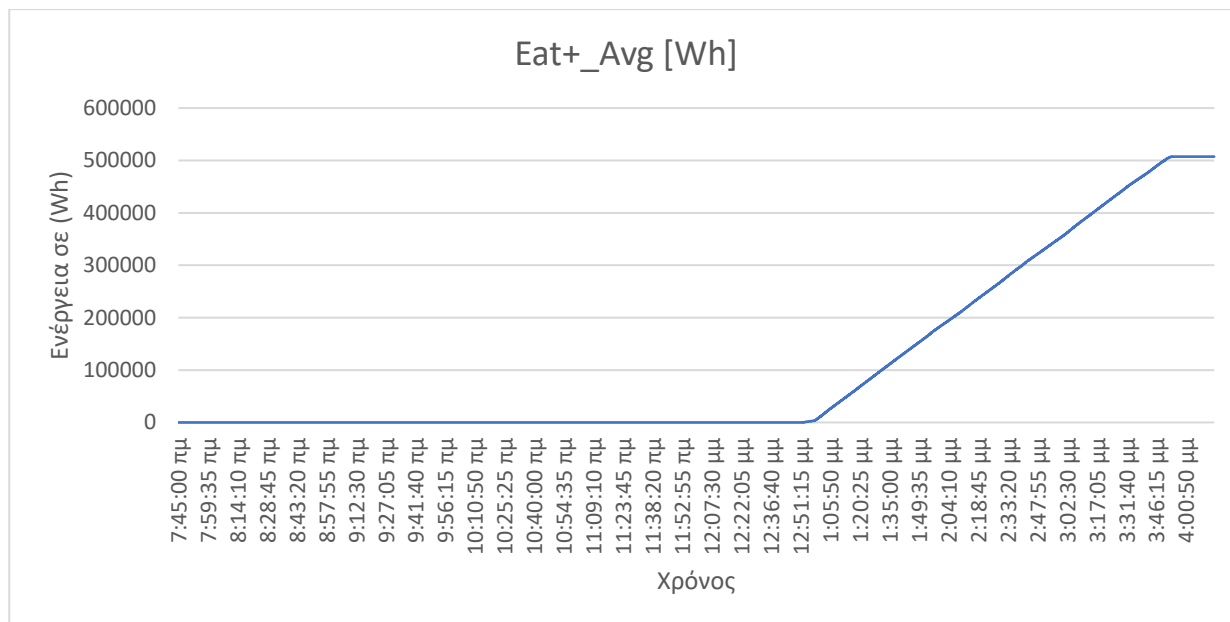
## Παράρτημα XX : Συν. Ενεργ.-Μέτρηση 28/11/22

Δεδομένα Μετρήσεων ενέργειας που κατανάλωσε ο Κινητήρας K315M-4 IE3 στις 28/11/2022



## Παράρτημα XXI : Συν. Ενεργ.-Μέτρηση 13/12/22

Δεδομένα Μετρήσεων ενέργειας που κατανάλωσε ο Κινητήρας K315M-4 IE3 στις 13/12/2022



# Βιβλιογραφία

---

- [1] ΤΕΧΝΟΜΠΕΤΟΝ Α.Ε., «tehnobeton.gr,» Τεχνομπετον, 2022. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://tehnobeton.gr/%cf%84%ce%b1-%cf%80%cf%81%ce%bf%cf%8a%cf%8c%ce%bd%cf%84%ce%b1-%ce%bc%ce%b1%cf%82-%ce%b5%ce%b3%ce%ba%ce%b1%cf%84%ce%b1%cf%83%cf%84%ce%ac%cf%83%ce%b5%ce%b9%cf%82/>. [Πρόσβαση Δεκέμβριος 2022].
- [2] Polygon Machinery, "polygonmach," Polygon Machinery, 2022. [Online]. Available: <https://www.polygonmach.com/en/tertiary-impact-crusher-p-79>. [Accessed Δεκέμβριος 2022].
- [3] ΜΕΚΑ, "mekaglobal," ΜΕΚΑ, 2022. [Online]. Available: [www.mekaglobal.com/en/products/crushing-screening-plants/crushers/tertiary-impact-crushers](http://www.mekaglobal.com/en/products/crushing-screening-plants/crushers/tertiary-impact-crushers). [Accessed Δεκέμβριος 2022].
- [4] IEC - International Electrotechnical Commission, "IEC," IEC, 2022. [Online]. Available: <https://iec.ch/who-we-are>. [Accessed Δεκέμβριος 2022].
- [5] IEC 60034-30-1:2014, «IEC,» Δεκέμβριος 2022. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://webstore.iec.ch/publication/136>. [Πρόσβαση Δεκέμβριος 2022].
- [6] IEC 60034-2-1:2014, "IEC," IEC, Δεκέμβριος 2022. [Online]. Available: <https://webstore.iec.ch/publication/121>. [Accessed Δεκέμβριος 2022].
- [7] Βαλιάδης Α.Ε., «valiadis.gr,» Βαλιάδης, 2022. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.valiadis.gr/?view=171>. [Πρόσβαση Δεκέμβριος 2022].
- [8] Power Electronics, «www.power-electronics.co.nz,» Power Electronics, Δεκέμβριος 2022. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.power-electronics.co.nz/products/variable-speed-drives/sd750-series-vsd/>. [Πρόσβαση Δεκέμβριος 2022].
- [9] Weg S.A., «www.weg.net,» Weg, 2022. [Ηλεκτρονικό]. [Πρόσβαση 30 Δεκέμβριος 2022].
- [10] C. B. Tezza, «www.weg.net,» Weg S.A., [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h7e/hc1/WEG-frequency-inverters-applied-in-mining-processes-bring-productivity-gains-energy-saving-and-reduced-maintenance-technical-article-english.pdf>. [Πρόσβαση 30 Δεκέμβριος 2022].
- [11] ABB S.A., «www.abb.com,» 2010. [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://library.e.abb.com/public/10463f1a388f4db4c12576c400554ddb/AD17\\_Crushers\\_REVA\\_LR.pdf](https://library.e.abb.com/public/10463f1a388f4db4c12576c400554ddb/AD17_Crushers_REVA_LR.pdf). [Πρόσβαση 30 Δεκέμβριος 2022].
- [12] Κ. Παπαδόπουλος, Ανάλυση Ηλεκτρικών Κυκλωμάτων, Αθήνα: ΤΣΟΤΡΑΣ, 2017.
- [13] J. Kagan, «investopedia.com,» Dotdash Meredith, Φεβρουάριος 2023. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.investopedia.com/terms/p/paybackperiod.asp>. [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2023].

[14] ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ (ΕΕ) 2019/1781, «eur-lex.europa.eu,» Δεκέμβριος 2022. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/?uri=CELEX:32019R1781>. [Πρόσβαση Δεκέμβριος 2022].

# Συντομογραφίες - Αρκτικόλεξα - Ακρωνύμια

---

IEC	International Electrotechnical Commission
Βλπ	Βλέπε
VSD	Variable Speed Drive
Σελ.	Σελίδα
Μ.Ο.	Μεσοί Όροι
Β.Α.	Βαθμός Απόδοσης
Κ.Α.	Κλάση Απόδοσης
Συν.	Συνολική
Ενεργ.	Ενέργεια
Μ/Τ	Μετασχηματιστής
DTC	Direct Torque Control
π.χ.	Παραδείγματος Χάρη
Συν. Ενεργ	Συνολική Ενέργεια

## Απόδοση ξενόγλωσσων όρων

---

Τριτογενής Θραυστήρας Κρούσης  
Μετατροπέας μεταβλητής Ταχύτητας  
Διεθνή Επιτροπή Ηλεκτροτεχνίας  
Άμεσος Έλεγχος Ροπής

Tertiary Impact Crusher  
Variable Speed Drive  
International Electrotechnical Commission  
Direct Torque Control

