



**Τίτλος Εισήγησης**  
Εξοικονόμηση ενέργειας σε έναν ηλεκτρικό φούρνο  
**για το 15ο Μαθητικό Συνέδριο Πληροφορικής**

**Σχολική Μονάδα**

8<sup>ο</sup> Γυμνάσιο-7<sup>ο</sup> ΓΕΛ Καλαμαριάς

**Στοιχεία Μαθητών**

Αναστασίου Αλέξανδρος 7<sup>ο</sup> ΓΕΛ Καλαμαριάς  
Αναστασίου Κωνσταντίνος 8<sup>ο</sup> Γυμνάσιο Καλαμαριάς  
Γεωργοπούλου Δανάη 8<sup>ο</sup> Γυμνάσιο Καλαμαριάς  
Γιαννακίδη Ιωάννα 8<sup>ο</sup> Γυμνάσιο Καλαμαριάς  
Κανέλλης Παναγιώτης 7<sup>ο</sup> ΓΕΛ Καλαμαριάς  
Καρακόλης Ευστάθιος 8<sup>ο</sup> Γυμνάσιο Καλαμαριάς  
Ξαnthόπουλος Φώτιος 8<sup>ο</sup> Γυμνάσιο Καλαμαριάς  
Παπαϊωάννου Πασχαλία 8<sup>ο</sup> Γυμνάσιο Καλαμαριάς  
Ταβατίδου Ηλέκτρα 8<sup>ο</sup> Γυμνάσιο Καλαμαριάς  
Χατζηδημητρίου Μαρία 7<sup>ο</sup> ΓΕΛ Καλαμαριάς

**Επιβλέποντες εκπαιδευτικοί – Στοιχεία**

Μανουσσογιαννάκη Ολυμπία ΠΕ0404  
Παμπουκίδης Χαράλαμπος ΠΕ83



**Περίληψη**

Η εργασία αναπτύχθηκε στα πλαίσια του διαγωνισμού FLL με φετινό θέμα “Super Powered”. Ανάμεσα στις συστάσεις που υπάρχουν για εξοικονόμηση ενέργειας είναι η χρήση μικρότερων ηλεκτρικών φούρνων. Σε ένα σπίτι όμως είναι δύσκολο να υπάρχουν δύο ηλεκτρικοί φούρνοι. Έτσι η πρότασή μας είναι στον υπάρχοντα (μεγάλο) φούρνο σε ένα σπίτι, να μειώνεται ο όγκος του, όταν δεν απαιτείται το ταυτόχρονο μαγείρεμα δύο φαγητών. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούμε ειδικά κατασκευασμένο θερμομονωτικό διαχωριστικό. Για την επιβεβαίωση της υπόθεσης της εξοικονόμησης της ενέργειας έγιναν μια σειρά συγκριτικών πειραμάτων του περιορισμένου φούρνου σε σχέση με τον ολόκληρο. Η ιδέα μας, πέραν της άμεσης χρήσης συμπεριλαμβάνει και την πρόταση κατασκευής φούρνων με αυτόματη δυνατότητα μείωσης του όγκου τους.

**Λέξεις κλειδιά:** Ηλεκτρικός φούρνος, Θερμομονωτικό διαχωριστικό, Εξοικονόμηση ενέργειας

## 1. Εισαγωγή-Το Πρόβλημα

Η παρούσα εργασία αναπτύχθηκε στα πλαίσια του διαγωνισμού First Lego League, με φετινό θέμα “Super Powered” που αφορά θέματα ενέργειας.

Είναι γνωστό από την Κοινή Υπουργική Απόφαση (ΚΥΑ – ΦΕΚ Β3424/2-7-2022) ότι ήδη έχουν εξειδικευτεί μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και την εξοικονόμηση ενέργειας σε κτίρια και εγκαταστάσεις φορέων του δημοσίου τομέα. Ο στόχος αναφορικά με τη μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας ορίστηκε στο 10% τουλάχιστον, σε σχέση με τις καταναλώσεις της ίδιας χρονικής περιόδου του 2019, για τον πρώτο χρόνο εφαρμογής των μέτρων. Για τα επόμενα έτη ο στόχος θα επαναπροσδιοριστεί.

Στην προσπάθεια μας να συμβάλλουμε στο μέτρο των δικών μας δυνατοτήτων, στον στόχο αυτόν αναζητήσαμε απλούς τρόπους εξοικονόμησης ενέργειας. Για τον λόγο αυτόν, στραφήκαμε στα προβλήματα της οικιακής κατανάλωσης. Σχετικές πληροφορίες υπάρχουν άφθονες στο διαδίκτυο (βλ. ενδεικτικά “151 Ways to Save and Conserve Energy”). Εμείς εστιάσαμε στον ηλεκτρικό φούρνο, ο οποίος αποτελεί μία από τις πιο ενεργοβόρες οικιακές συσκευές λόγω της συχνής και πολύωρης χρήσης και της υψηλής κατανάλωσης.

| Συσκευή                | Ελάχιστη Κατανάλωση | Μέγιστη Κατανάλωση |
|------------------------|---------------------|--------------------|
| Στεγνωτήρας Ρούχων     | 1000W               | 4000W              |
| Μάτι κουζίνας (μεγάλο) | 2000W               | 2000W              |
| Αερόθερμο              | 2000W               | 3000W              |
| Φούρνος                | 2000W               | 4000W              |
| Θερμοσίφωνας           | 3000W               | 5500W              |

**Πίνακας 1:** Ηλεκτρική κατανάλωση οικιακών συσκευών (KWh)

(Πηγή: Volton.gr )

Στους παρακάτω πίνακες φαίνεται η υψηλή κατανάλωση και το κόστος του φούρνου σε οικιακή, αστική και πανελλαδική εμβέλεια. Τους πίνακες υπολογίσαμε και συμπληρώσαμε με βάση δεδομένα που βρήκαμε στο διαδίκτυο (βλ. στο Παράρτημα)

| ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (KWh) | ανά ημέρα      | ετησίως           |
|-----------------------------|----------------|-------------------|
| ανά νοικοκυριό              | 4.5 kWh        | 1,642.5 kWh       |
| Θεσσαλονίκη                 | 1.440.000 kWh  | 525.600.000 kWh   |
| Ελλάδα                      | 21.600.000 kWh | 7.884.000.000 kWh |

**Πίνακας 2:** Ενεργειακή κατανάλωση ηλεκτρικού φούρνου (KWh)

| ΚΟΣΤΟΣ (€)  | ανά ημέρα  | ετησίως        |
|-------------|------------|----------------|
| νοικοκυριό  | 0,9€       | 324€           |
| Θεσσαλονίκη | 288.000€   | 103.680.000€   |
| Ελλάδα      | 4.320.000€ | 1.555.200.000€ |

**Πίνακας 3:** Ενεργειακή κατανάλωση ηλεκτρικού φούρνου (€)

Ανάμεσα στις συστάσεις που υπάρχουν για μείωση της κατανάλωσης τους είναι και η χρήση μικρών φούρνων (βλ. ενδεικτικά “6 Benefits of Having a Countertop Oven in Your Kitchen”). Επίσης οι ίδιες οι εταιρίες που πουλούν μικρούς φούρνους, τους διαφημίζουν ως πιο οικονομικούς. Σε ένα σπίτι όμως είναι δύσκολο να συνυπάρχουν δύο φούρνοι, ένας μεγάλος και ένας μικρός.

## 2. Η Πρότασή μας

Έτσι η πρότασή μας είναι στον υπάρχοντα (μεγάλο) φούρνο σε ένα σπίτι, να μειώνεται ο όγκος του, όταν δεν απαιτείται το ταυτόχρονο μαγείρεμα δύο φαγητών. Για το σκοπό αυτό η ιδέα μας ήταν η χρήση ειδικά κατασκευασμένου θερμομονωτικού διαχωριστικού. Το διαχωριστικό θα χώριζε τον χώρο του φούρνου σε δύο μέρη, όπου θα γινόταν η χρήση μόνο του ενός, ενεργοποιώντας μόνο τα ηλεκτρικά στοιχεία που περιλαμβάνονται σε αυτόν.

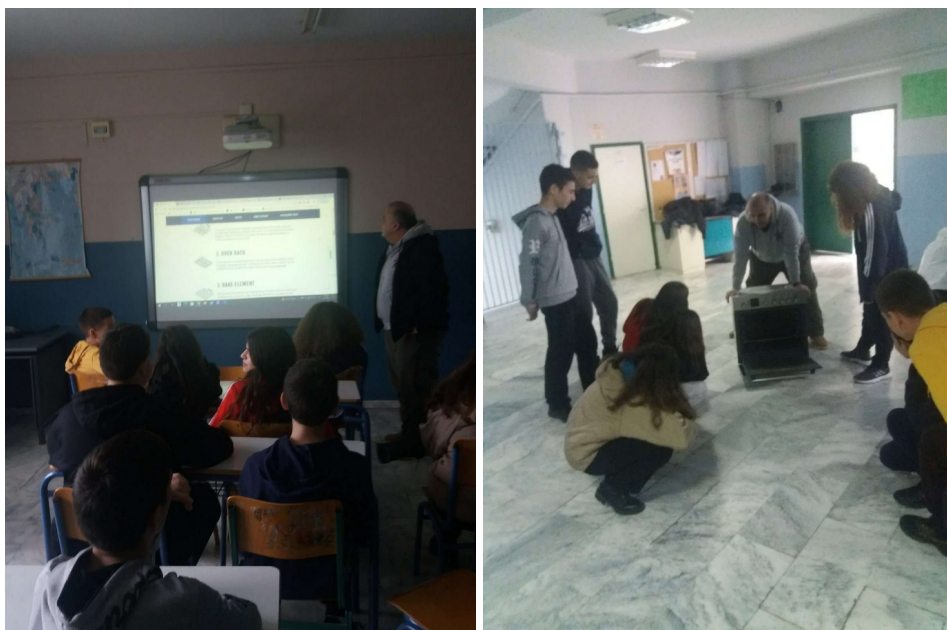
## 3. Η Έρευνα

Για την υλοποίηση της ιδέας μας:

- Αναζητήσαμε πληροφορίες στο διαδίκτυο για τη λειτουργία ενός ηλεκτρικού φούρνου (βλ. ενδεικτικά “How does an Electrical Oven Work?” ),
- Παρακολουθήσαμε σχετικό σεμινάριο στον χώρο του σχολείου από τον κ. Χρ. Παπαϊωάννου, Ηλεκτρολόγο Μηχανικό, με εργασιακή εμπειρία σε ηλεκτρικούς φούρνους. Εν κατακλείδι τα συνήθη ηλεκτρικά στοιχεία που συντελούν για τη θέρμανση ενός φούρνου είναι η πάνω αντίσταση γνωστή και ως Grill (Broil element), η κάτω αντίσταση (Bake element) και ένας ανεμιστήρας για τη διάχυση του θερμού αέρα (Circulating fan), ο οποίος βρίσκεται στην κάθετη επιφάνεια του φούρνου, έναντι της πόρτας του. Επίσης, άλλα σημαντικά ηλεκτρικά στοιχεία είναι ένας θερμοστάτης για να ελέγχει τα δύο θερμαντικά στοιχεία και ένας ανεμιστήρας στην οροφή του φούρνου για να διατηρεί το πάνω μέρος δροσερό.



Εικόνες 1, 2, 3: Κατά σειρά φαίνονται το Grill, η Κάτω Αντίσταση και ο ανεμιστήρας διάχυσης του αέρα

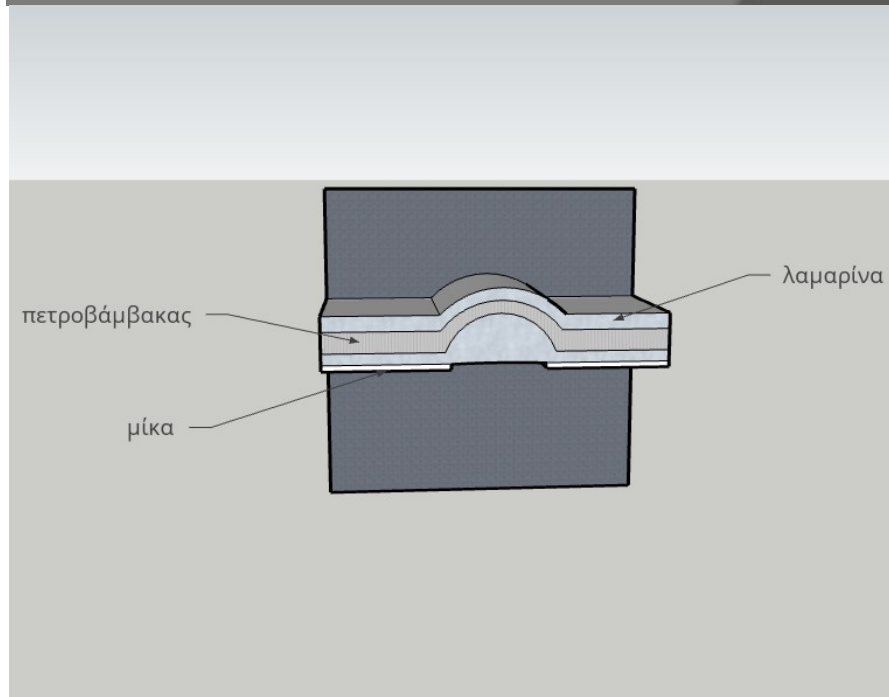
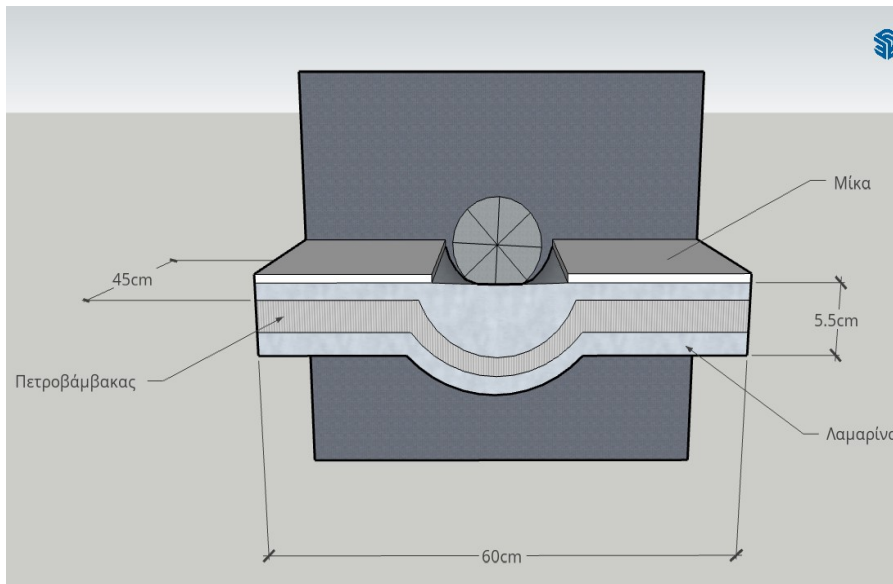


Εικόνες 4, 5: Φωτογραφίες από το σεμινάριο για την λειτουργία των ηλεκτρικών φούρνων

- Τέλος επικοινωνήσαμε με τεχνικό της εταιρίας PYRAMIS, ο οποίος συνεισέφερε στην ολοκλήρωση της ιδέας μας.

### 3. Ο Σχεδιασμός

Μετά την έρευνα μας προχωρήσαμε στον σχεδιασμό της. Το θερμομονωτικό διαχωριστικό μας θα ήταν ένα κουτί από λαμαρίνα, που θα περιείχε εντός του, άκαυστο πετροβάμβακα. Με δεδομένο ότι οι περισσότεροι φούρνοι έχουν έναν ανεμιστήρα στην κάθετη πλευρά έναντι της πόρτας τους, το κουτί θα είχε μια καμπύλη (ημικύκλιο) ενδιάμεσα ώστε να περικλείει τον ανεμιστήρα του φούρνου. Η καμπύλη αυτή θα έσβηνε σταδιακά προς το τέλος της άλλης πλευράς που βρίσκεται κοντά στην πόρτα του φούρνου. Ο σχεδιασμός αυτός, από το αεροδυναμικό του σχήμα θα βοηθούσε στην καλύτερη διάχυση του αέρα εντός του φούρνου. Η προοπτική ήταν μάλιστα να τοποθετείται το διαχωριστικό αυτό με το ημικύκλιο αυτό προς τα πάνω η προς τα κάτω, ανάλογα με ποιο μέρος του φούρνου θέλουμε να θερμάνουμε. Τέλος για καλύτερη θερμομόνωση, προσθέσαμε φύλλα μίκας (θερμομονωτικό υλικό) στις άμεσα θερμαινόμενες επιφάνειες. Για το σχεδιασμό του χρησιμοποιήθηκε η εφαρμογή ηλεκτρονικού σχεδιασμού βιομηχανικών προϊόντων SketchUp.



*Σχήματα 1, 2,3: Το Θερμομονωτικό διαχωριστικό. Στο βάθος φαίνεται ο ανεμιστήρας διάχυσης του αέρα.*

## 4. Η Υλοποίηση

### 4.1 Υλικά που χρησιμοποιήθηκαν

Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν ήταν:

- Ηλεκτρικός φούρνος που ανασύρθηκε από την ανακύκλωση και επισκευάστηκε.
- 3 Θερμόμετρα φούρνου, για την θερμομέτρηση των χώρων του φούρνου και του φαγητού (άρτος). Τα καταγραφικά των θερμομέτρων ήταν εκτός του φούρνου.
- Ζύμη άρτου
- Βιντεοκάμερα
- Θερμομονωτικό διαχωριστικό που κατασκευάστηκε.



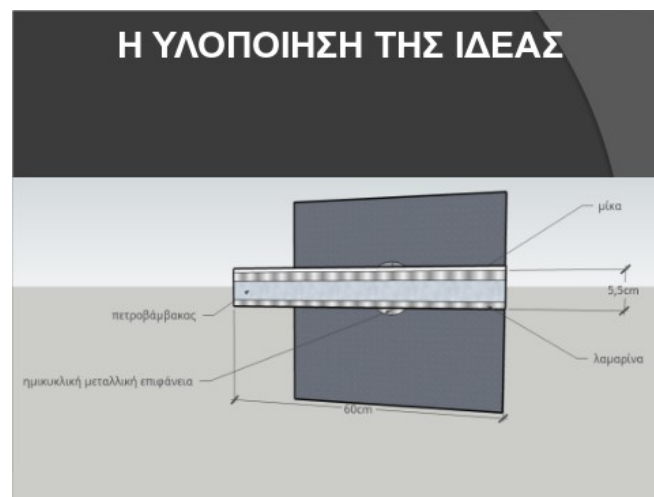
*Εικόνα 6: Φωτογραφία με τα υλικά κατά τη διάρκεια των πειραμάτων*

### 4.2 Η κατασκευή του θερμομονωτικού διαχωριστικού

Έχοντας τα σχέδια του διαχωριστικού μας απευθυνθήκαμε σε επαγγελματία μεταλλουργό, ο οποίος ανέλαβε την υλοποίηση της κατασκευής σύμφωνα με τα σχέδια και τις οδηγίες μας, προσαρμόζοντας αυτήν σε κόστος εφικτό για εμάς. Για την κατασκευή χρησιμοποιήθηκε κοινή λαμαρίνα αντί λαμαρίνας φούρνου, η οποία είναι ειδικό κράμα για καλύτερη θερμομόνωση. Το κουτί που κατασκευάστηκε δεν ήταν καμπυλωτό στο μέσον του, λόγω του υψηλού κόστους μιας τέτοιας κατασκευής. Αντ' αυτού υπήρχε το ημικύκλιο ενός δίσκου από λαμαρίνα πάλι, που απλώς θα έφραζε τον μισό ανεμιστήρα για να μην υπάρχει διάχυση του θερμού αέρα στο κάτω μέρος που δεν θα θερμαίναμε. Εντός του κουτιού τοποθετήθηκε διπλή στρώση πετροβάμβακα. Τέλος, στην όλη κατασκευή τοποθετήθηκαν φύλλα μίκας στο άμεσα θερμαινόμενο μέρος.



*Εικόνα 7 : Φωτογραφία κατά την υλοποίηση του διαχωριστικού*



*Σχήμα 4: Η Υλοποίηση της ιδέας*



*Εικόνα 8: Επιδεικνύοντας το θερμομονωτικό διαχωριστικό στο Δήμαρχο Καλαμαριάς*



**Εικόνες 9, 10:** Φωτογραφίες μετά την τοποθέτηση του διαχωριστικού στο φούρνο  
 Στην αριστερή φωτογραφία, στο βάθος διακρίνεται ένα ρολό πετροβάμβακα

## 5 Η πειραματική διαδικασία

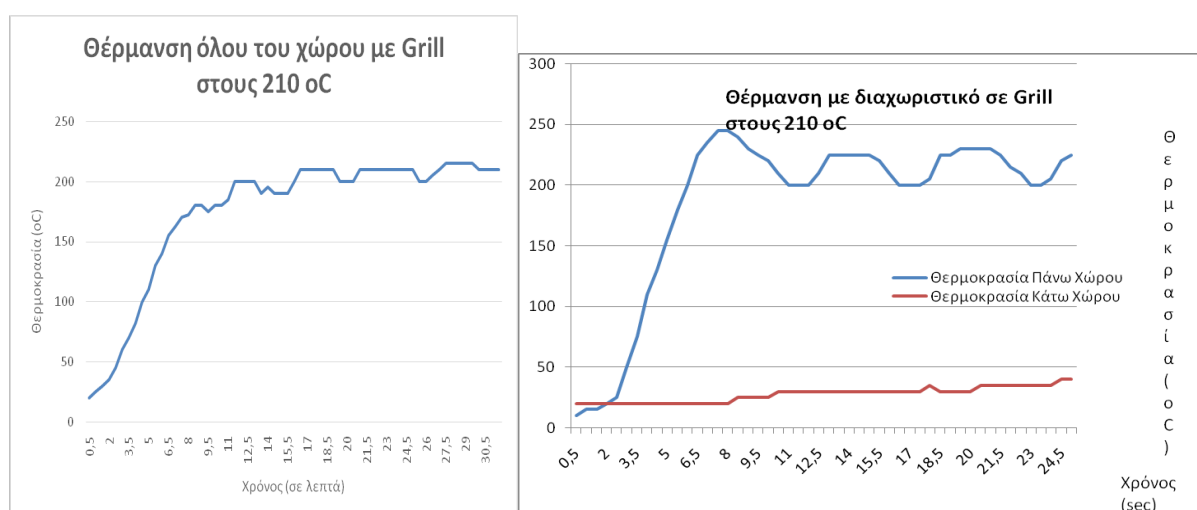
### 5.1 Περιγραφή των πειραμάτων

Για την επιβεβαίωση της υπόθεσης της εξοικονόμησης της ενέργειας έγιναν μια σειρά συγκριτικών πειραμάτων του περιορισμένου φούρνου σε σχέση με τον ολόκληρο. Οι τρόποι θέρμανσης που δοκιμάστηκαν ήταν με Grill και με Grill σε συνδυασμό με τον ανεμιστήρα διάχυσης του θερμού αέρα. Τα πειράματα έγιναν με κενό τον φούρνο (κατάσταση προθέρμανσης) και επαναλήφθηκαν με φαγητό (άρτος). Ο θερμαινόμενος χώρος δηλαδή στην περίπτωση χρήσης του διαχωριστικού ήταν ο πάνω χώρος. Όπως φαίνεται στις εικόνες 7 και 8 ο θερμαινόμενος πάνω χώρος είναι περίπου τα 2/3 του συνολικού όγκου του φούρνου. Τοποθετήθηκε στις θέσεις που μπαίνουν οι σχάρες, έτσι ώστε να καλύπτει με το ημικύκλιο του το κάτω μέρος του ανεμιστήρα.

Συνολικά εξετάστηκαν 4 συγκριτικές περιπτώσεις, του περιορισμένου φούρνου σε σχέση με τον ολόκληρο, δηλαδή έγιναν 8 πειράματα. Τα πειράματα έγιναν στον χώρο του σχολείου. Πριν τα τελικά, έγιναν αρκετά δοκιμαστικά, λόγω της ακαταλληλότητας του χώρου, αλλά και της παλαιότητας του φούρνου.

Τα 3 θερμομέτρα χρησιμοποιήθηκαν για να καταγράψουν τη θερμοκρασία των χώρων (ολόκληρου του φούρνου, του πάνω θερμαινόμενου μέρους και του κάτω θερμαινόμενου χώρου) και τη θερμοκρασία του άρτου. Τα πειράματα βιντεοσκοπήθηκαν και κατεγράφησαν σε πίνακες οι τιμές των θερμομέτρων ανά μισό λεπτό. Με βάση αυτούς του πίνακες κατασκευάστηκαν οι γραφικές παραστάσεις που ακολουθούν.

### 5.2 Ανάλυση των αποτελεσμάτων



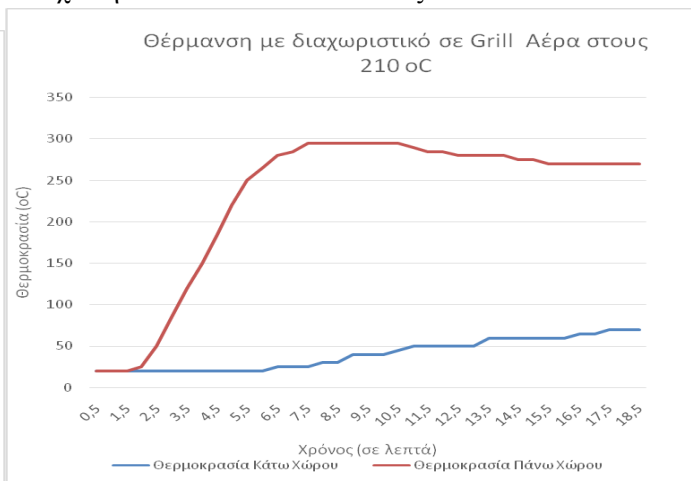
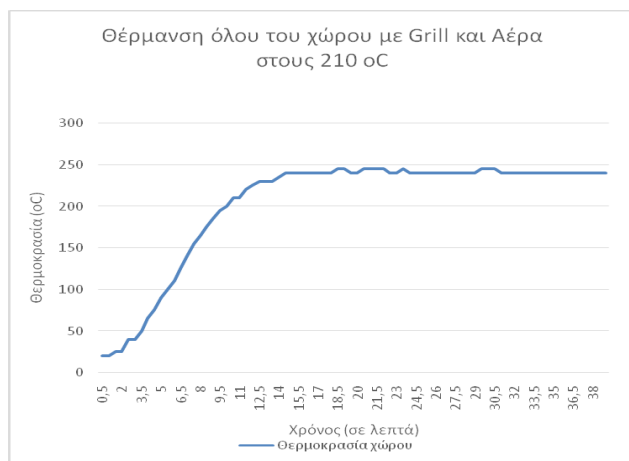
**Γραφικές παραστάσεις 1, 2:** Προθέρμανση φούρνου ολόκληρου και με διαχωριστικό σε κατάσταση Grill.

### Παρατηρήσεις:

- Με διαχωριστικό ο πάνω χώρος φτάνει γρηγορότερα τη θερμοκρασία των 210°C,
- Με διαχωριστικό, ο πάνω χώρος φτάνει σε υψηλότερη θερμοκρασία, κοντά στους 250°C.



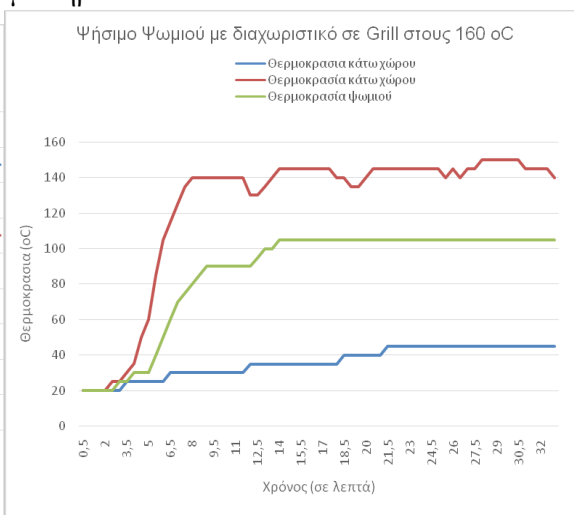
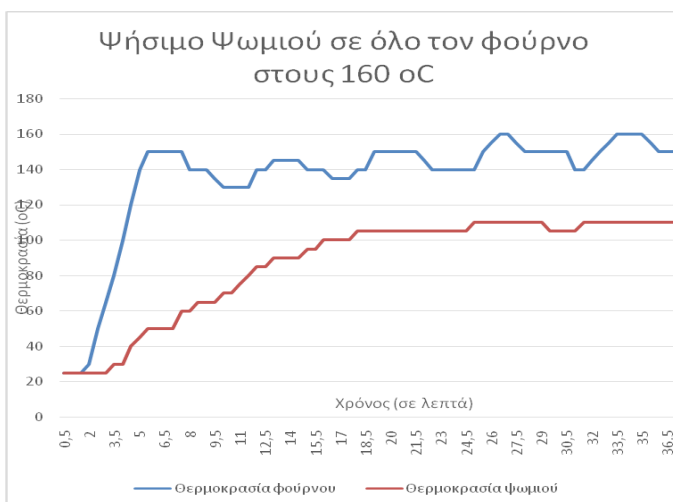
- Με διαχωριστικό στον πάνω χώρο υπάρχουν μικρότερες διακυμάνσεις στη θερμοκρασία, γεγονός που σημαίνει ότι ο θερμοστάτης επανεργοποιεί το Grill λιγότερο συχνά σε σχέση με τον ολόκληρο φούρνο
- Η διαρροή θερμότητας στον κάτω χώρο είναι ελάχιστη και πάντα κάτω από τους 50°C



**Γραφικές παραστάσεις 3, 4: Προθέρμανση φούρνου ολόκληρου και με διαχωριστικό σε κατάσταση Grill-Αέρα.**

**Παρατηρήσεις:**

- Με διαχωριστικό ο πάνω χώρος φτάνει γρηγορότερα τη θερμοκρασία 240°C., που είναι η περίπου η μέγιστη με ολόκληρο το φούρνο
- Με διαχωριστικό, ο πάνω χώρος φτάνει σε υψηλότερη θερμοκρασία, κοντά στους 300°C, την οποία διατηρεί πάντα πάνω από 250 οC, σε αντίθεση με ολόκληρο τον χώρο, όπου η θερμοκρασία είναι πάντα κάτω από 250 οC .
- Με διαχωριστικό ο πάνω χώρος μετά την μέγιστη θερμοκρασία του δεν καταγράφεται στο χρόνο του πειράματος άνοδος της θερμοκρασίας, το οποίο σημαίνει ότι δεν επανεργοποιεί ο θερμοστάτης το Grill.
- Η διαρροή θερμότητας στον κάτω χώρο είναι μεγαλύτερη στην κατάσταση αυτή σε σύγκριση με αυτήν του μόνο Grill, φτάνοντας κάποια στιγμή και τους 70 °C. Προφανώς λόγω της εξαναγκασμένης κυκλοφορίας του αέρα, μεταφέρεται μέσω των πλευρικών στο φούρνο τοιχωμάτων του διαχωριστικού, αλλά και πιθανόν και από το κάτω ημικύκλιο του ανεμιστήρα.

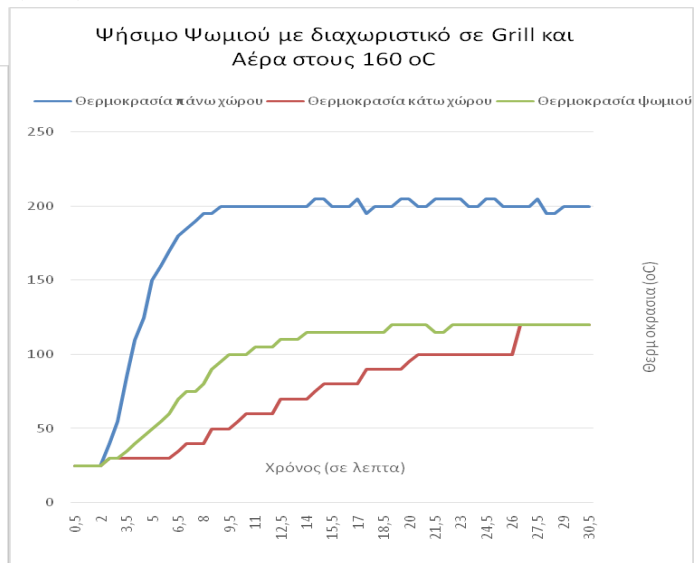
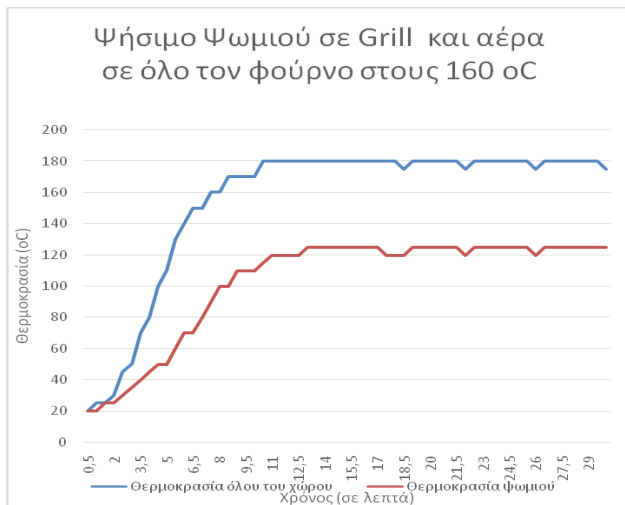


**Γραφικές παραστάσεις 5, 6: Θέρμανση φούρνου με φαγητό (άρτος) ολόκληρου και με διαχωριστικό σε κατάσταση Grill.**

**Παρατηρήσεις:**

- Με διαχωριστικό το ψωμί αποκτά τη μέγιστη θερμοκρασία σε μικρότερο χρόνο.
- Με το διαχωριστικό η θερμοκρασία του πάνω χώρου έχει μικρότερες διακυμάνσεις, ενώ η θερμοκρασία του άρτου από ένα σημείο και μετά μένει σταθερή, γεγονός που σημαίνει ότι διατηρεί τη θερμοκρασία για μεγάλο διάστημα χωρίς να καταναλώνει ενέργεια.
- Η θερμοκρασία του πάνω χώρου δεν είναι μεγαλύτερη από αυτήν του ολόκληρου, παρά τη μικρή πάλι διαρροή θερμότητας στον κάτω χώρο. Η εξήγηση που θα μπορούσε να δοθεί είναι ότι το φαγητό έχει μεγαλύτερη θερμοχωρητικότητα από αυτήν του αέρα και είναι αυτό που παίζει τον καθοριστικό ρόλο.

Επίσης, παρόλο που ο κάτω χώρος αυξάνει ακόμα πιο λίγο όταν υπάρχει φαγητό, διαρροή θερμότητας υπάρχει πάντα και στο ίδιο το διαχωριστικό (αισθητηριακά με την αφή, μετά από κάποιο χρόνο παρατηρήθηκε ότι ήταν θερμό το κάτω μέρος του).



**Γραφικές παραστάσεις 7, 8:** Θέρμανση φούρνου με φαγητό (άρτος) ολόκληρου και με διαχωριστικό σε κατάσταση Gril -Αέρα.

**Παρατηρήσεις:**

- Αν και η θερμοκρασία του πάνω χώρου είναι υψηλότερη στην περίπτωση ψησίματος με διαχωριστικό οι καμπύλες του ψωμιού φαίνονται περίπου ίδιες. Αυτό οφείλεται όπως παρατηρούμε στη διαρροή θερμότητας στον κάτω χώρο, που είναι υψηλότερη όταν λειτουργεί ο αέρας. Όταν σταθεροποιείται η θερμότητα που διαρρέει στον κάτω χώρο, φαίνεται να σταθεροποιείται και η θερμοκρασία του ψωμιού. Προφανώς με το αρχικά σχεδιασμένο διαχωριστικό η διαρροή στον κάτω χώρο θα ήταν μικρότερη και το ψωμί θα είχε υψηλότερες θερμοκρασίες και σε συντομότερο χρόνο.

**5.3 Αξιοπιστία των μετρήσεων**

Καθώς τα πειράματα μας δεν έγιναν σε εργαστηριακό χώρο και δεν είχαμε κατάλληλο εξοπλισμό δεν είναι τελείως ασφαλή τα συμπεράσματα μας. Δεν κατασκευάσαμε το διαχωριστικό που επιθυμούσαμε. Απαιτούνταν περισσότερος χρόνος για μεγάλο αριθμό πειραμάτων και σε διαφορετικές καταστάσεις (πχ με διαφορετικά φαγητά, με διαφορετικές ποσότητες κλπ). Δεν είχαμε τα κατάλληλα μετρητικά όργανα (π.χ. μετρητικό κατανάλωσης ενέργειας συσκευής), ενώ αυτά που χρησιμοποιήσαμε ήταν μηδενικού κόστους (ο φούρνος) ή σχετικά φτηνά. Υπάρχουν μια σειρά από παραμέτρους που δεν ήταν εύκολο επίσης να κρατήσουμε απόλυτα σταθερές. Για παράδειγμα η θέση του αισθητήρα, το βάρος, η υγρασία του ψωμιού κλπ

**5.4 Συμπεράσματα**

Συνοπτικά μπορούμε να πούμε ότι σε κατάσταση προθέρμανσης του φούρνου είναι πιο αποτελεσματική η χρήση διαχωριστικού. Μάλιστα στην κατάσταση Grill οι διαρροές θερμότητας στον κάτω χώρο είναι ελάχιστες. Μικραίνοντας τον χώρο μόνο κατά το 1/3 καταγράφηκαν θερμοκρασίες κατά 20% μεγαλύτερες από αυτήν του ολόκληρου φούρνου. Εάν μικραίνει στο μισό ή ακόμα και κατά 2/3 εκτιμούμε ότι το όφελος θα είναι πάνω από 30%.

Στην περίπτωση που υπάρχει φαγητό το όφελος είναι μικρότερο, καθώς ο αέρας έχει μικρή θερμοχωρητικότητα ( $Q=mc\Delta\theta$ ). Σίγουρα υπάρχει όφελος και στην κατάσταση μαγειρέματος, η οποία μπορεί να μεγιστοποιηθεί με την βελτίωση της θερμομόνωσης του διαχωριστικού, με την καλύτερη εφαρμογή του στον φούρνο (εάν προβλεφθεί από την κατασκευαστική εταιρία κάτι τέτοιο), με την συμπερίληψη του ανεμιστήρα στον πάνω χώρο μαγειρέματος, και επομένως τη μείωση του στον μισό όγκο του φούρνου και όχι στα 2/3 που χρησιμοποιήσαμε εμείς. Μια εκτίμηση που θα μπορούσαμε να κάνουμε είναι ότι συνολικά με προθέρμανση και μαγείρεμα θα υπήρχε ένα ενεργειακό όφελος περίπου μέχρι 20%.

**6. Προτάσεις**

Το κατασκευασμένο επίπεδο διαχωριστικό μας θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί άμεσα σε αερόφουρνους, όπου υπάρχει μόνο πάνω αντίσταση και ο ανεμιστήρας βρίσκεται στην πάνω οριζόντια επιφάνεια του φούρνου. Επίσης, και στην περίπτωση που σχεδιάζόταν φούρνος με τον ανεμιστήρα όχι στη μέση αλλά στο πάνω ή κάτω

μέρος, ή ακόμα και στα δύο μέρη. Πιθανότατα μάλιστα να μπορούσε να υπάρξει και διαφορετικό είδος μαγειρέματος, αν κάτι τέτοιο σχεδιάζοταν με τους κατάλληλους αυτοματισμούς. Σε έναν προκατασκευασμένο φούρνο αυτό μας φαντάζει εύκολο. Τέλος, ίσως θα μπορούσαν να κατασκευαστούν φούρνοι που θα μικραίνει ο χώρος αυτόματα με το ανέβασμα και της κάτω αντίστασης για ταυτόχρονη χρήση αυτής.

## 7. Μειονεκτήματα

Δεν θα προτείναμε την άμεση χρήση του διαχωριστικού μας στο μέσο ανυποψίαστο καταναλωτή για τον φούρνο που ήδη έχει, καθώς θα μπορούσε να υπάρξει υπερθέρμανση του φούρνου με απρόβλεπτες καταστάσεις. Σημειωτέον, ότι εμείς δεν δοκιμάσαμε ακραίες θερμοκρασίες του φούρνου, αφενός γιατί τον συνδέσαμε σε πρίζα φωτισμού, αλλά και για να αποφύγουμε τυχόν υπερθέρμανση του, που δεν θα προλάβαινε να διακόψει ο θερμοστάτης.

## 8. Διάδοση της ιδέας μας

Αφού ολοκληρώσαμε την υλοποίηση της ιδέας μας και την διεξαγωγή των πειραμάτων, φροντίσαμε να την διαδώσουμε. Επικοινωνήσαμε ξανά με την εταιρεία **PYRAMIS** όπου παρουσιάσαμε τα αποτελέσματά μας, τα οποία παρακολούθησαν με μεγάλο ενδιαφέρον τονίζοντάς μας μάλιστα ότι θα μπορούσε να προσαρμόζεται στους φούρνους από τις εταιρείες κατά την κατασκευή τους. Έπειτα την παρουσιάσαμε στον δήμαρχο της Καλαμαριάς κ. Γιάννη Δαρδαμανέλη, ενώ έχουμε δρομολογήσει συνάντηση και με ενεργειακό σύμβουλο της **ELPEDISON**. Τέλος, δείξαμε την συσκευή μας σε τοπικές επιχειρήσεις που χρησιμοποιούν ηλεκτρικούς φούρνους, όπως αρτοποιεία, πρατήρια άρτου και αρτοζαχαροπλαστεία οι οποίες επιβεβαίωσαν την χρησιμότητά της και αναρωτήθηκαν γιατί δεν προβλέφθηκε κάτι τέτοιο μέχρι τώρα. Η εργασία μας έτυχε υποδοχής από μεγάλη μερίδα του έντυπου και ηλεκτρονικού τύπου (βλ. <https://blogs.sch.gr/8gymkala/archives/4668> )



Εικόνες 9-13: Φωτογραφίες από τη διάδοση του project

## Ευχαριστίες

Ευχαριστούμε τους ανθρώπους της εταιρίας PYRAMIS, που μας βοήθησαν στο σχεδιασμό της ιδέας μας τον αντιδήμαρχο Καλαμαριάς κ. Στέλιο Ματσαριδίδη, ο οποίος μας βρήκε και μας έφερε τον φούρνο των πειραμάτων, τον μεταλλουργό κ. Γιώργο Γιανουχαϊλίδη ο οποίος ανέλαβε την υλοποίηση της σχεδόν δωρεάν και τον κ. Χρ. Παπαϊωάννου για το ενημερωτικό σεμινάριο που μας έκανε, αλλά και την επιδιόρθωση του φούρνου. Ευχαριστούμε τον έντυπο και ηλεκτρονικό τύπο που πρόβαλλε την εργασία μας. Τέλος, ευχαριστούμε τον δήμαρχο Καλαμαριάς, ο οποίος είναι πάντα δίπλα μας και δέχτηκε να παρουσιάσουμε σε αυτόν και τον αντιδήμαρχο παιδείας το πρότζεκτ μας, τους ιδιοκτήτες καταστημάτων φαγητού που δέχτηκαν να τους δείξουμε αυτήν την ιδέα μας και τα ΜΜΕ που την πρόβαλλαν.

## Πηγές

1. 151 Ways to Save and Conserve Energy, Conserve Energy Future, Διεύθυνση στο διαδίκτυο: <https://www.conserve-energy-future.com/151-ways-to-save-energy.php>
3. 6 Benefits of Having a Countertop Oven in Your Kitchen, The Weary Chef, Διεύθυνση στο διαδίκτυο: <https://wearychef.com/why-you-need-a-countertop-oven/>
4. How does an Electrical Oven Work?, doityourself, Διεύθυνση στο διαδίκτυο: <https://www.doityourself.com/stry/how-does-an-electric-oven-work>
5. PYRAMIS, <https://www.pyramis.gr/>
6. Volton, <https://volton.gr/>
7. Voria.gr, [Θεσσαλονίκη: Πληθυσμός και κοινωνικά χαρακτηριστικά σε 10 δήμους - Στο 70% η ιδιοκατοίκηση \(voria.gr\)](https://www.voria.gr/)
8. Χαρακτηριστικά Ελληνικών νοικοκυριών, Ελληνική Στατιστική Αρχή, Διεύθυνση στο διαδίκτυο: [Στατιστικές - ELSTAT \(statistics.gr\)](https://www.statistics.gr/)
9. ΚΥΑ – ΦΕΚ Β3424/2-7-2022
10. Ρεύμα: Οι τιμές λιανικής ανά πάροχο για το Μάρτιο, Reporter.gr, Διεύθυνση στο διαδίκτυο: [Ρεύμα: Οι τιμές λιανικής ανά πάροχο για το Μάρτιο \(reporter.gr\)](https://www.reporter.gr/)
11. Σεμινάριο για την Λειτουργία ενός Ηλεκτρικού Φούρνου, Χρ. Παπαϊωάννου, 30-10-2023

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Σύμφωνα με τον πίνακα κατανάλωσης ηλεκτρικών συσκευών της Volton (<https://volton.gr/katalanosi-reymatos-poso-kaine-pragmatika-oi-hlektrikes-systeyes/>) η ισχύς του ηλεκτρικού φούρνου είναι από 2000 έως 4000 W. Η μέση τιμή συνεπώς είναι 3000W. Έστω ότι κάθε νοικοκυριό χρησιμοποιεί το φούρνο κατά μέσο όρο 1,5 ώρες την ημέρα (ο μέσος όρος χρήσης του ηλεκτρικού φούρνου προέρχεται από την ιστοσελίδα <https://chat.openai.com/chat>).

Έτσι, κάθε νοικοκυριό καταναλώνει 4,5 kWh ημερησίως (3000W \* 1,5 ώρες) και 1.642,5 kWh ετησίως (4,5kWh/ημέρα\*365 ημέρες) εξαιτίας του ηλεκτρικού φούρνου.

Ομοίως, προκύπτει ότι καταναλώνονται 525.600.000 kWh ετησίως στην Θεσσαλονίκη (1.642,5 kWh/νοικοκυριό ετησίως \* 320.000 νοικοκυριά της Θεσσαλονίκης) (ο αριθμός των νοικοκυριών της Θεσσαλονίκης προέρχεται από την ιστοσελίδα <https://www.voria.gr/article/thessaloniki-astikotita-miosi-plithismou-ke-kinonika-charaktiristika-se-deka-dimous>) και 7.884.000.000 kWh ετησίως στην Ελλάδα (1.642,5 kWh/νοικοκυριό \* 4,8 εκατομμύρια νοικοκυριά της Ελλάδος)(ο αριθμός των Ελληνικών νοικοκυριών προέρχεται από την ιστοσελίδα

<https://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SAM05/->) λόγω του ηλεκτρικού φούρνου.

Όσον αφορά το κόστος ένας φούρνος με ισχύ 3000W έχει κατανάλωση ρεύματος που μπορεί να ξεπεράσει τα 0,597-0,63€ ανά ώρα (3 kWh\*0,199-0,211€/kWh)(Η τιμή της kWh προέρχεται από την ιστοσελίδα: <https://www.reporter.gr/Eidhseis/Epicheirhseis/energy/555792-Reyma-Oi-times-lianikhs-ana-parocho-gia-to-Martio>)

Συνεπώς, το συνολικό κόστος ανέρχεται στα 0,9€ ανά ημέρα (0,6 \* 1,5 ώρες), 27€ ανά μήνα (0,9€ ανά ημέρα \* 30 ημέρες) και 324€ ετησίως (27€ ανά μήνα \* 12 μήνες) για το κάθε νοικοκυριό.

Σε πιο ευρύ επίπεδο, λόγω της υψηλής ενεργειακής κατανάλωσης του ηλεκτρικού φούρνου δαπανώνται:

103.680.000€ ετησίως στην Θεσσαλονίκη (324€/νοικοκυριό\*320.000 νοικοκυριά)

1.555.200.000€ ετησίως στην Ελλάδα (324€/νοικοκυριό\* 4,8 εκατομμύρια νοικοκυριά)

Όσον αφορά τα οφέλη της συσκευής, θεωρώντας ότι με την χρήση της συσκευής μας σε λειτουργία ψησίματος εξοικονομείται το 20% της ενέργειας που καταναλώνει ο φούρνος, προκύπτει ότι:

Όσον αφορά την ενεργειακή κατανάλωση εξοικονομούνται:

328,5 kWh ετησίως ανά νοικοκυριό (20% \* 1.642,5 kWh ετήσιας κατανάλωσης ανά νοικοκυριό)

105.120.000 kWh ετησίως στην Θεσσαλονίκη (20% \* 525.600.000 kWh ετήσιας κατανάλωσης στη Θεσσαλονίκη).