



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ**  
**ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΓΩΓΗΣ**  
**ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ**

**Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία**  
Αντιλήψεις φοιτητών σε ζητήματα Περιβαλλοντικής  
Φυσικής

**Γκόντας Παναγιώτης**  
Φυσικός

**ΙΩΑΝΝΙΝΑ**  
**2017**



ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ  
**Αντιλήψεις φοιτητών σε ζητήματα Περιβαλλοντικής  
Φυσικής**

**Γκόντας Παναγιώτης**  
**A.M :352**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:**

**Κώτσης Κωνσταντίνος**, Καθηγητής ΠΤΔΕ Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

**Τριμελής Επιτροπή**

1. **Κώτσης Κωνσταντίνος**, Καθηγητής ΠΤΔΕ Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
2. **Γαβριλάκης Κωνσταντίνος**, Επίκουρος Καθηγητής ΠΤΔΕ Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
3. **Μαυρίδης Δημήτριος**, Επίκουρος Καθηγητής ΠΤΔΕ Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων



**στην οικογένειά μου**



## Περίληψη

Η έννοια της «ενέργειας» κατέχει ιδιαίτερη θέση στη διδακτική των φυσικών επιστημών, καθώς ενοποιεί τους κλάδους των φυσικών επιστημών –φυσική, χημεία, βιολογία– και επίσης παίζει καθοριστικό ρόλο σε μια σειρά περιβαλλοντικών θεμάτων, στα οποία εστιάζει και η παρούσα έρευνα με έμφαση στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Ο σκοπός της διπλωματικής εργασίας είναι η αποτίμηση των γνώσεων-αντιλήψεων με τις οποίες οι φοιτητές αντιλαμβάνονται ζητήματα σχετικά με το περιβάλλον και συγκεκριμένα με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Τον Μάιο του 2016 διεξήχθη ποσοτική έρευνα με ερωτηματολόγιο κλειστού τύπου –ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής– σε 407 φοιτητές του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Το περιεχόμενο των ερωτήσεων περιλαμβάνει γενικά θέματα περιβάλλοντος σχετικά με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως η αναγνώριση τους, η προέλευση και χρήση, τα συστήματα εκμετάλλευσης και οι πιθανές επιπτώσεις αυτών. Επίσης εξετάζει τις αντιλήψεις των φοιτητών σε θέματα μετατροπών ενέργειας, σε φαινόμενα στη φύση και στην ατμόσφαιρα που εμπλέκονται οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Το ερωτηματολόγιο διανεμήθηκε σε τελειόφοιτους φοιτητές που προέρχονται από το Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης και από το τμήμα Φυσικής προκειμένου να διερευνηθεί η ετοιμότητα τους να διδάξουν το αντικείμενο ως μελλοντικοί εκπαιδευτικοί στην Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια εκπαίδευση αντίστοιχα. Με τη βοήθεια ενός προγράμματος στατιστικής ανάλυσης δεδομένων πραγματοποιήθηκε σύγκριση των αποτελεσμάτων ως προς το φύλο των συμμετεχόντων, το τμήμα το οποίο φοιτούν καθώς και ως προς την κατεύθυνση σπουδών που ακολούθησαν ως μαθητές στο Λύκειο. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης αποδεικνύουν τη σημαντικότητα των μεταβλητών του φύλου, του τμήματος και της κατεύθυνσης καθώς και το συνδυασμό αυτών ώστε να επιτευχθεί υψηλή επίδοση (score) στη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου.





### **Abstract**

The concept of "energy" possessed a special place in the teaching of natural sciences, and integrates the fields of natural sciences like physics, chemistry, biology and also plays a key role in a number of environmental issues, which focuses this research with emphasis on renewable energy sources. The purpose of this thesis is to evaluate the knowledge-concepts in which students understand issues relating to the environment and in particular to renewable energy sources. A quantitative research took place in May 2016 with a closed-ended multiple choice questionnaire which was apportioned to 407 students of the University of Ioannina. The content of the questions include general environmental issues which related to renewable energy sources such as their recognition, origin and use, operating systems and the possible impacts of them. It also examines the perceptions of students in energy conversion issues, phenomena in nature and the atmosphere which include issues of renewable energy sources. The questionnaire was distributed to final-year students from the Department of Education and the department of Physics in order to investigate their readiness to teach the subject as possible teachers in primary and secondary education respectively. With the help of a statistical data analysis program was conducted a comparison of the results as to the sex of the participants, the department that they attend as well as towards studies that followed as students at school. The test results demonstrate the importance of gender, the department and the direction and the combination of them in order to achieve high performance (score) to complete the questionnaire.



## Πίνακας Περιεχομένων

### Περίληψη – Abstract

<b>Κατάλογος πινάκων</b>	<b>13</b>
<b>Κατάλογος Σχημάτων</b>	<b>16</b>
<b>A. ΕΝΕΡΓΕΙΑ</b>	<b>21</b>
<b>A.1 Βασικές έννοιες</b>	<b>21</b>
A.1.1 Η έννοια της ενέργειας	21
A.1.2 Μορφές και μετατροπές ενέργειας	22
A.1.3 Διατήρηση ενέργειας	25
A.1.4 Πηγές ενέργειας	27
<b>A.2 Ο Ρόλος της ενέργειας</b>	<b>29</b>
A.2.1 Η ενέργεια ως πηγή ζωής	29
A.2.2 Ενέργεια και περιβαλλοντικές συνέπειες	30
A.2.3 Σύγχρονη ενεργειακή κατάσταση	34
<b>B. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΠΗΓΕΣ</b>	<b>37</b>
<b>B.1 Μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας</b>	<b>37</b>
B.1.1 Εισαγωγή	37
B.1.2 Γαιάνθρακας (κάρβουνο)	37
B.1.3 Πετρέλαιο	39
B.1.4 Φυσικό αέριο	40
B.1.5 Πυρηνική ενέργεια	41
<b>B.2 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας</b>	<b>45</b>
B.2.1 Εισαγωγή	45
B.2.2 Ηλιακή ενέργεια	46
B.2.3 Αιολική ενέργεια	53
B.2.4 Γεωθερμική ενέργεια	57
B.2.5 Ενέργεια από βιομάζα	59
B.2.6 Ενέργεια του νερού	61
<b>Γ. ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ – ΕΝΕΡΓΕΙΑ – ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ</b>	<b>67</b>
<b>Γ.1 Εισαγωγή</b>	<b>67</b>
<b>Γ.2 Η διδασκαλία της ενέργειας στην εκπαίδευση</b>	<b>68</b>
Γ.2.1 Η διδασκαλία της ενέργειας στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση	70
Γ.2.2 Η διδασκαλία της Ενέργειας στην Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση	73
Γ.2.3 Οι αντιλήψεις των μαθητών για την έννοια της «ενέργειας»	76
<b>Γ.3 Η διδασκαλία των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην εκπαίδευση</b>	<b>78</b>
Γ.3.1 Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση	79
Γ.3.2 Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση	80

<b>Δ . ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ – ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ</b>	<b>85</b>
<b>Δ.1 Ο σκοπός της έρευνας</b>	<b>85</b>
<b>Δ.2 Οι ερευνητικές υποθέσεις</b>	<b>85</b>
<b>Δ.3 Το ερωτηματολόγιο της έρευνας</b>	<b>88</b>
<b>Δ.4 Αξιοπιστία</b>	<b>88</b>
<b>Δ.5 Το δείγμα</b>	<b>89</b>
<b>Δ.6 Στατιστική επεξεργασία και ανάλυση των δεδομένων</b>	<b>91</b>
<b>Δ.7 Περιγραφικά χαρακτηριστικά</b>	<b>92</b>
Δ.7.1 Σχετικά με το φύλο	93
Δ.7.2 Σχετικά με το τμήμα σπουδών	93
Δ.7.3 Σχετικά με την κατεύθυνση σπουδών στο λύκειο	95
Δ.7.4 Σχετικά με τα μαθήματα στο πανεπιστήμιο	96
<b>Δ.8 Αποτελέσματα της έρευνας</b>	<b>97</b>
Δ.8.1 Έλεγχος ανεξαρτησίας μεταβλητών τμήματος – κατεύθυνσης με τις ερωτήσεις περιβάλλοντος	98
Δ.8.2 Έλεγχος ανεξαρτησίας μεταβλητών Φύλου - Τμήματος – Κατεύθυνσης με τις ερωτήσεις Περιβάλλοντικής Φυσικής	153
Δ.8.3 Έλεγχος ανεξαρτησίας μεταβλητών Φύλου - Τμήματος - Κατεύθυνσης και Επίδοσης (Score)	201
<b>Ε. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b>	<b>207</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	<b>211</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ</b>	<b>217</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι</b>	<b>217</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ</b>	<b>229</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ</b>	<b>253</b>

## Κατάλογος πινάκων

Πίνακας 1 : Δείκτης Αξιοπιστίας Cronbach Aipha _____	89
Πίνακας 2 : Πλήθος ανδρών – γυναικών σε κάθε Τμήμα _____	94
Πίνακας 3: Πλήθος ανδρών – γυναικών ανάλογα με την κατεύθυνση σπουδών στο Λύκειο _____	96
Πίνακας 4 : Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 1 ως προς το Φύλο _____	99
Πίνακας 5 : Έλεγχος ανεξαρτησίας $\chi^2$ Ερώτησης 1 ως προς το Φύλο _____	101
Πίνακας 6 : Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 1 ως προς το Τμήμα _____	102
Πίνακας 7 : Έλεγχος ανεξαρτησίας $\chi^2$ Ερώτησης 1 ως προς το Τμήμα _____	104
Πίνακας 8 : Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 1 ως προς την Κατεύθυνση _____	105
Πίνακας 9 : Έλεγχος ανεξαρτησίας $\chi^2$ Ερώτησης 1 ως προς την Κατεύθυνση _____	107
Πίνακας 10 : Έλεγχος ανεξαρτησίας $\chi^2$ Ερώτησης 2 ως προς το Φύλο _____	109
Πίνακας 11 : Έλεγχος ανεξαρτησίας $\chi^2$ Ερώτησης 2 ως προς το Τμήμα _____	110
Πίνακας 12 : Έλεγχος ανεξαρτησίας $\chi^2$ Ερώτησης 2 ως προς την Κατεύθυνση _____	111
Πίνακας 13 : Έλεγχος ανεξαρτησίας $\chi^2$ Ερώτησης 3 ως προς το Φύλο _____	113
Πίνακας 14 : Έλεγχος ανεξαρτησίας $\chi^2$ Ερώτησης 3 ως προς το Τμήμα _____	114
Πίνακας 15 : Έλεγχος ανεξαρτησίας $\chi^2$ Ερώτησης 3 ως προς την Κατεύθυνση _____	115
Πίνακας 16 : Έλεγχος ανεξαρτησίας $\chi^2$ Ερώτησης 4 ως προς το Φύλο _____	117
Πίνακας 17 : Έλεγχος ανεξαρτησίας $\chi^2$ Ερώτησης 4 ως προς το Τμήμα _____	118
Πίνακας 18 : Έλεγχος ανεξαρτησίας $\chi^2$ Ερώτησης 4 ως προς την Κατεύθυνση _____	119
Πίνακας 19 : Έλεγχος ανεξαρτησίας $\chi^2$ Ερώτησης 5 ως προς το Φύλο _____	121
Πίνακας 20 : Έλεγχος ανεξαρτησίας $\chi^2$ Ερώτησης 5 ως προς το Τμήμα _____	122
Πίνακας 21 : Έλεγχος ανεξαρτησίας $\chi^2$ Ερώτησης 5 ως προς την Κατεύθυνση _____	123
Πίνακας 22: Έλεγχος ανεξαρτησίας $\chi^2$ Ερώτησης 6 ως προς το Φύλο _____	125
Πίνακας 23 : Έλεγχος ανεξαρτησίας $\chi^2$ Ερώτησης 6 ως προς το Τμήμα _____	126
Πίνακας 24 : Έλεγχος ανεξαρτησίας $\chi^2$ Ερώτησης 6 ως προς την Κατεύθυνση _____	127
Πίνακας 25 : Έλεγχος ανεξαρτησίας $\chi^2$ Ερώτησης 7 ως προς το Φύλο _____	129
Πίνακας 26 : Έλεγχος ανεξαρτησίας $\chi^2$ Ερώτησης 7 ως προς το Τμήμα _____	130
Πίνακας 27 : Έλεγχος ανεξαρτησίας $\chi^2$ Ερώτησης 7 ως προς την Κατεύθυνση _____	131
Πίνακας 28 : Έλεγχος ανεξαρτησίας $\chi^2$ Ερώτησης 8 ως προς το Φύλο _____	133
Πίνακας 29 : Έλεγχος ανεξαρτησίας $\chi^2$ Ερώτησης 8 ως προς το Τμήμα _____	134
Πίνακας 30 : Έλεγχος ανεξαρτησίας $\chi^2$ Ερώτησης 8 ως προς την Κατεύθυνση _____	135
Πίνακας 31 : Έλεγχος ανεξαρτησίας $\chi^2$ Ερώτησης 9 ως προς το Φύλο _____	137
Πίνακας 32 : Έλεγχος ανεξαρτησίας $\chi^2$ Ερώτησης 9 ως προς το Τμήμα _____	138
Πίνακας 33 : Έλεγχος ανεξαρτησίας $\chi^2$ Ερώτησης 9 ως προς την Κατεύθυνση _____	139
Πίνακας 34 : Έλεγχος ανεξαρτησίας $\chi^2$ Ερώτησης 10 ως προς το Φύλο _____	141
Πίνακας 35 : Έλεγχος ανεξαρτησίας $\chi^2$ Ερώτησης 10 ως προς το Τμήμα _____	142
Πίνακας 36 : Έλεγχος ανεξαρτησίας $\chi^2$ Ερώτησης 10 ως προς την Κατεύθυνση _____	143
Πίνακας 37 : Έλεγχος ανεξαρτησίας $\chi^2$ Ερώτησης 11 ως προς το Φύλο _____	145
Πίνακας 38 : Έλεγχος ανεξαρτησίας $\chi^2$ Ερώτησης 11 ως προς το Τμήμα _____	146
Πίνακας 39 : Έλεγχος ανεξαρτησίας $\chi^2$ Ερώτησης 11 ως προς την Κατεύθυνση _____	147



Πίνακας 80 : Τεστ κανονικότητας του Φύλου ως προς το Score _____	202
Πίνακας 81 : Μη Παραμετρικός Έλεγχος του Φύλου ως προς το Score _____	202
Πίνακας 82 : Μέσος όρος Επίδοσης (Score) ως προς το Τμήμα _____	203
Πίνακας 83 : Τεστ κανονικότητας του Τμήματος ως προς το Score _____	204
Πίνακας 84 : Μη Παραμετρικός Έλεγχος του Τμήματος ως προς το Score _____	204
Πίνακας 85 : Μέσος όρος της Επίδοσης (Score) ως προς την Κατεύθυνση _____	205
Πίνακας 86 : Τεστ κανονικότητας της Κατεύθυνσης ως προς το Score _____	206
Πίνακας 87 : Μη Παραμετρικός Έλεγχος της Κατεύθυνσης ως προς το Score _____	206

## Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 1: Ποσοστό ανδρών-γυναικών στο δείγμα _____	93
Σχήμα 2: Ποσοστό δείγματος σε σχέση με το Τμήμα _____	94
Σχήμα 3: Ποσοστό φοιτητών ανάλογα με την κατεύθυνση σπουδών στο Λύκειο _____	95
Σχήμα 4: Ποσοστό φοιτητών ανάλογα με μαθήματα παρακολούθησης στο Πανεπιστήμιο _____	96
Σχήμα 5 : Ποσοστά απαντήσεων Ερώτησης 1 (Περιβάλλοντικού Περιεχομένου) _____	98
Σχήμα 6 : Ποσοστά Σωστών-Λάθους απαντήσεων Ερώτησης 1ως προς το Φύλο _____	100
Σχήμα 7 : Ποσοστά Σωστών-Λάθους απαντήσεων Ερώτησης 1ως προς το Τμήμα _____	103
Σχήμα 8 : Ποσοστά Σωστών-Λάθους απαντήσεων Ερώτησης 1ως προς την Κατεύθυνση _____	106
Σχήμα 9 : Ποσοστά απαντήσεων Ερώτησης 2 (Περιβάλλοντικού Περιεχομένου) _____	108
Σχήμα 10 : Ποσοστά Σωστών-Λάθους απαντήσεων Ερώτησης 2ως προς το Φύλο _____	109
Σχήμα 11 : Ποσοστά Σωστών-Λάθους απαντήσεων Ερώτησης 2 ως προς το Τμήμα _____	110
Σχήμα 12 : Ποσοστά Σωστών-Λάθους απαντήσεων Ερώτησης 2 ως προς την Κατεύθυνση _____	111
Σχήμα 13 : Ποσοστά απαντήσεων Ερώτησης 3 (Περιβάλλοντικού Περιεχομένου) _____	112
Σχήμα 14 : Ποσοστά Σωστών-Λάθους απαντήσεων Ερώτησης 3 ως προς το Φύλο _____	113
Σχήμα 15 : Ποσοστά Σωστών-Λάθους απαντήσεων Ερώτησης 3 ως προς το Τμήμα _____	114
Σχήμα 16 : Ποσοστά Σωστών-Λάθους απαντήσεων Ερώτησης 3 ως προς την Κατεύθυνση _____	115
Σχήμα 17 : Ποσοστά απαντήσεων Ερώτησης 4 (Περιβάλλοντικού Περιεχομένου) _____	116
Σχήμα 19 : Ποσοστά Σωστών-Λάθους απαντήσεων Ερώτησης 4 ως προς το Τμήμα _____	118
Σχήμα 20 : Ποσοστά Σωστών-Λάθους απαντήσεων Ερώτησης 4 ως προς την Κατεύθυνση _____	119
Σχήμα 21 : Ποσοστά απαντήσεων Ερώτησης 5 (Περιβάλλοντικού Περιεχομένου) _____	120
Σχήμα 23 : Ποσοστά Σωστών-Λάθους απαντήσεων Ερώτησης 5 ως προς το Τμήμα _____	122
Σχήμα 24 : Ποσοστά Σωστών-Λάθους απαντήσεων Ερώτησης 5 ως προς την Κατεύθυνση _____	123
Σχήμα 25 : Ποσοστά απαντήσεων Ερώτησης 6 (Περιβάλλοντικού Περιεχομένου) _____	124
Σχήμα 26 : Ποσοστά Σωστών-Λάθους απαντήσεων Ερώτησης 6 ως προς το Φύλο _____	125
Σχήμα 27 : Ποσοστά Σωστών-Λάθους απαντήσεων Ερώτησης 6 ως προς το Τμήμα _____	126
Σχήμα 28 : Ποσοστά Σωστών-Λάθους απαντήσεων Ερώτησης 6 ως προς την Κατεύθυνση _____	127
Σχήμα 29 : Ποσοστά απαντήσεων Ερώτησης 7 (Περιβάλλοντικού Περιεχομένου) _____	128
Σχήμα 30 : Ποσοστά Σωστών-Λάθους απαντήσεων Ερώτησης 7 ως προς το Φύλο _____	129
Σχήμα 31 : Ποσοστά Σωστών-Λάθους απαντήσεων Ερώτησης 7 ως προς το Τμήμα _____	130
Σχήμα 32 : Ποσοστά Σωστών-Λάθους απαντήσεων Ερώτησης 7 ως προς την Κατεύθυνση _____	131
Σχήμα 33 : Ποσοστά απαντήσεων Ερώτησης 8 (Περιβάλλοντικού Περιεχομένου) _____	132
Σχήμα 34 : Ποσοστά Σωστών-Λάθους απαντήσεων Ερώτησης 8 ως προς το Φύλο _____	133
Σχήμα 35 : Ποσοστά Σωστών-Λάθους απαντήσεων Ερώτησης 8 ως προς το Τμήμα _____	134
Σχήμα 36 : Ποσοστά Σωστών-Λάθους απαντήσεων Ερώτησης 8 ως προς την Κατεύθυνση _____	135
Σχήμα 37 : Ποσοστά απαντήσεων Ερώτησης 9 (Περιβάλλοντικού Περιεχομένου) _____	136
Σχήμα 38 : Ποσοστά Σωστών-Λάθους απαντήσεων Ερώτησης 9 ως προς το Φύλο _____	137
Σχήμα 39 : Ποσοστά Σωστών-Λάθους απαντήσεων Ερώτησης 9 ως προς το Τμήμα _____	138
Σχήμα 40 : Ποσοστά Σωστών-Λάθους απαντήσεων Ερώτησης 9 ως προς την Κατεύθυνση _____	139
Σχήμα 41 : Ποσοστά απαντήσεων Ερώτησης 10 (Περιβάλλοντικού Περιεχομένου) _____	140





Σχήμα 83 : Ποσοστά Σωστών-Λάθους απαντήσεων Ερώτησης 8 ως προς το Τμήμα _____	183
Σχήμα 84 : Ποσοστά Σωστών-Λάθους απαντήσεων Ερώτησης 8 ως προς την Κατεύθυνση _____	184
Σχήμα 85 : Ποσοστά απαντήσεων Ερώτησης 9 (Περιβάλλοντικής Φυσικής) _____	185
Σχήμα 86 : Ποσοστά Σωστών-Λάθους απαντήσεων Ερώτησης 9 ως προς το Φύλο _____	186
Σχήμα 87 : Ποσοστά Σωστών-Λάθους απαντήσεων Ερώτησης 9 ως προς το Τμήμα _____	187
Σχήμα 88 : Ποσοστά Σωστών-Λάθους απαντήσεων Ερώτησης 9 ως προς την Κατεύθυνση _____	188
Σχήμα 89 : Ποσοστά απαντήσεων Ερώτησης 10 (Περιβάλλοντικής Φυσικής) _____	189
Σχήμα 90 : Ποσοστά Σωστών-Λάθους απαντήσεων Ερώτησης 10 ως προς το Φύλο _____	190
Σχήμα 91 : Ποσοστά Σωστών-Λάθους απαντήσεων Ερώτησης 10 ως προς το Τμήμα _____	191
Σχήμα 92 : Ποσοστά Σωστών-Λάθους απαντήσεων Ερώτησης 10 ως προς την Κατεύθυνση _____	192
Σχήμα 93 : Ποσοστά απαντήσεων Ερώτησης 11 (Περιβάλλοντικής Φυσικής) _____	193
Σχήμα 94 : Ποσοστά Σωστών-Λάθους απαντήσεων Ερώτησης 11 ως προς το Φύλο _____	194
Σχήμα 95 : Ποσοστά Σωστών-Λάθους απαντήσεων Ερώτησης 11 ως προς το Τμήμα _____	195
Σχήμα 96 : Ποσοστά Σωστών-Λάθους απαντήσεων Ερώτησης 11 ως προς την Κατεύθυνση _____	196
Σχήμα 97 : Ποσοστά απαντήσεων Ερώτησης 12 (Περιβάλλοντικής Φυσικής) _____	197
Σχήμα 98 : Ποσοστά Σωστών-Λάθους απαντήσεων Ερώτησης 12 ως προς το Φύλο _____	198
Σχήμα 99 : Ποσοστά Σωστών-Λάθους απαντήσεων Ερώτησης 12 ως προς το Τμήμα _____	199
Σχήμα 100 : Ποσοστά Σωστών-Λάθους απαντήσεων Ερώτησης 12 ως προς την Κατεύθυνση _____	200





# A. ΕΝΕΡΓΕΙΑ

## A.1 Βασικές έννοιες

### A.1.1 Η έννοια της ενέργειας

Η έννοια της *ενέργειας* είναι μια από τις σημαντικότερες έννοιες στον τομέα της Φυσικής και γενικά σε όλους τους κλάδους της σύγχρονης επιστήμης και τεχνολογίας. Η *ενέργεια* είναι μια έννοια αφηρημένη, η οποία χαρακτηρίζεται από τις διάφορες μορφές της αν και δεν μπορούμε να τις δούμε, να τις αισθανθούμε ή να τις αντιληφθούμε όλες τις στιγμές. Όλα τα αντικείμενα και ο ίδιος ο άνθρωπος έχουν ενέργεια, η οποία συνήθως γίνεται αντιληπτή όταν μεταβιβάζεται ή μετασχηματίζεται από τη μία μορφή στην άλλη. Ένα παράδειγμα τέτοιας ανθρώπινης παρατήρησης είναι όταν αισθανόμαστε ως θερμική ενέργεια την ηλεκτρομαγνητική ενέργεια που εκπέμπουν τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα του Ηλίου.

Στην καθημερινότητά μας, χρησιμοποιούμε την έννοια της *ενέργειας* για ζητήματα που αφορούν στο κόστος των καυσίμων για την κίνηση ενός αυτοκινήτου ή για την θέρμανση μιας κατοικίας ή όταν πληρώνουμε το κόστος ορισμένων επεξεργασμένων προϊόντων. Όλες αυτές όμως είναι εφαρμογές της έννοιας της *ενέργειας* και όχι ο ορισμός της καθώς μας λένε τι χρειάζεται να κάνουμε για την εκτέλεση μιας εργασίας όπως για παράδειγμα τα καύσιμα μας δίνουν κάτι, το οποίο εμείς το ονομάζουμε ενέργεια. (Serway, 1990)

Υπάρχουν μεγάλες δυσκολίες να οριστεί ακριβώς η έννοια της *ενέργειας*, ωστόσο γίνεται κυρίως αισθητή εκ του αποτελέσματός της, που είναι γνωστό ως *έργο*, το οποίο ευθύνεται για τις διάφορες μεταβολές που παρατηρούνται στον υλικό κόσμο και αποτελεί τον συνδετικό κρίκο ανάμεσα στις έννοιες της δύναμης και της ενέργειας. Οπότε από φυσική άποψη, με τον όρο «*ενέργεια*» νοείται η ικανότητα ενός συστήματος να παράγει έργο σε ένα άλλο σύστημα. Η *ενέργεια* θεωρείται επίσης ο ακρογωνιαίος λίθος ενός θεμελιώδους φυσικού νόμου, ο οποίος θα αναλυθεί σε επόμενο εδάφιο, που ονομάζεται διατήρηση της ενέργειας. Οι νόμοι διατήρησης περιλαμβάνουν και άλλες έννοιες όπως η διατήρηση της μάζας, της ορμής, της στροφορμής και του ηλεκτρικού φορτίου και κατέχουν κυρίαρχο ρόλο σε κάθε κλάδο

της Φυσικής και προσφέρουν ενοποιητικά νήματα που διαπερνούν όλη τη δομή της επιστήμης.

### **A.1.2 Μορφές και μετατροπές ενέργειας**

Όπως γίνεται αντιληπτό στις καθημερινές μας ασχολίες η ενέργεια παρατηρείται σε ποικίλες μορφές όπως *μηχανική, θερμική, ηλεκτρική, χημική, πυρηνική, ηχητική, φωτεινή, ακτινοβολίας* ανάλογα με το περιβάλλον και τις μεταβολές που παρατηρούμε στον περίγυρό μας. Παρατηρώντας την πλειοψηφία των διαφόρων μορφών ενέργειας αντιλαμβανόμαστε την ύπαρξη δύο θεμελιωδών μορφών ενέργειας της κινητικής ενέργειας και της δυναμικής ενέργειας καθώς μπορούμε να διακρίνουμε ότι τελικά όλα ανάγονται σε αυτές τις δύο μορφές ενέργειας. Αυτές οι κυρίαρχες μορφές ενέργειας θα αναλυθούν στην συνέχεια, καθώς και ο συνδυασμός αυτών που οδηγεί στην έννοια της μηχανικής ενέργειας. (Hewitt, 2010)

Από τα σπουδαιότερα επιτεύγματα του ανθρώπινου πολιτισμού είναι η ανακάλυψη διεργασιών στις οποίες πραγματοποιούνται συγκεκριμένες μετατροπές ενέργειας. Η εφεύρεση συσκευών-μηχανών με τη βοήθεια των οποίων οι μετατροπές αυτές πραγματοποιούνται με ελεγχόμενο τρόπο έδωσε σε κάθε περίπτωση τεράστια ώθηση στην εξέλιξη του τεχνολογικού πολιτισμού μας. Με αυτό τον τρόπο, ο άνθρωπος κατάφερε να τιθασει μεγάλο αριθμό φυσικών και χημικών φαινομένων και να χρησιμοποιήσει προς όφελος του τις μετατροπές ενέργειας που τα συνοδεύουν.

Εξάιρεση, δεν αποτελεί ούτε ο ανθρώπινος οργανισμός, στον οποίο οι μύες περιέχουν αποθηκευμένη χημική ενέργεια, η οποία μετατρέπεται σε κινητική με αποτέλεσμα την κίνηση των μυών. Αντίστοιχα στα καύσιμα όπως το πετρέλαιο, τη βενζίνη, το φυσικό αέριο υπάρχει αποθηκευμένη χημική ενέργεια, η οποία μετατρέπεται σε θερμική μέσω των καυσαερίων και τέλος σε κινητική ενέργεια για την κίνηση του οχήματος. Στα θερμοηλεκτρικά εργοστάσια η χημική ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στο καύσιμο υλικό (άνθρακα, πετρέλαιο ή φυσικό αέριο) μετατρέπεται σε θερμική και τελικά σε ηλεκτρική. Η μετατροπή αυτή πραγματοποιείται με καύση των χημικών ενώσεων. Στα τρέι και στα ηλεκτρικά τρένα η ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε κινητική των οχημάτων. Σε έναν ηλεκτρικό λαμπτήρα, τον οποίο έχουμε συνδέσει με μια μπαταρία η χημική ενέργεια

που είναι αποθηκευμένη στην μπαταρία μετατρέπεται αρχικά σε ηλεκτρική και στη συνέχεια σε θερμική και φωτεινή στον λαμπτήρα.

### A.1.2.1 Μηχανική ενέργεια

Όταν ανυψώνεται η σφύρα μιας μηχανής τοποθέτησης πασσάλων εκτελείται έργο, και ως αποτέλεσμα αυτού η σφύρα αποκτά την ικανότητα να εκτελέσει έργο πέφτοντας σε έναν πάσσαλο που βρίσκεται από κάτω. Όταν εκτελείται έργο από έναν αθλητή της τοξοβολίας για να τεντωθεί η χορδή ενός τόξου, το τόξο αποκτά την ικανότητα να εκτελέσει έργο στο βέλος. Όταν εκτελείται έργο για να κουρδιστεί ένας μηχανισμός ελατηρίου, το ελατήριο αποκτά την ικανότητα να εκτελέσει έργο σε ένα σύστημα από γρανάζια για να λειτουργήσει ένα ρολόι, να χτυπήσει μια καμπάνα ή να ηχήσει ένας συναγερμός. Σε όλες αυτές τις περιπτώσεις, μία «ποσότητα» έχει αποκτηθεί, η οποία δίνει τη δυνατότητα στο αντικείμενο να εκτελέσει έργο. Αυτή η ποσότητα μπορεί να είναι συμπίεση των ατόμων στο υλικό ενός σώματος, η φυσική απομάκρυνση σωμάτων που έλκονται, η αναδιάταξη ηλεκτρικών φορτίων στα μόρια μιας χημικής ουσίας. Αυτή η ποσότητα που δίνει σε ένα σώμα τη δυνατότητα να εκτελέσει έργο ονομάζεται ενέργεια. Η ενέργεια, όπως και το έργο, μετρείται σε τζάουλ. Η ενέργεια όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως παρουσιάζεται σε πολλές μορφές. Μία από αυτές τις μορφές είναι η *μηχανική ενέργεια*, η ενέργεια δηλαδή που οφείλεται στη σχετική θέση κάποιων αλληλεπιδρώντων σωμάτων (δυναμική ενέργεια) ή στην κίνησή τους (κινητική ενέργεια).

$$\text{μηχανική ενέργεια} = \text{δυναμική ενέργεια} + \text{κινητική ενέργεια}$$

Η μηχανική ενέργεια μπορεί να είναι είτε δυναμική, είτε κινητική, είτε συνδυασμός και των δύο. (Hewitt, 2010)

### A.1.2.2 Δυναμική ενέργεια

Ένα αντικείμενο μπορεί να έχει αποθηκευμένη ενέργεια λόγω της θέσης του σε σχέση με κάποιο άλλο αντικείμενο. Η ενέργεια αυτή ονομάζεται *δυναμική ενέργεια*,

γιατί όταν το αντικείμενο έχει αποθηκευμένη ενέργεια σ' αυτή τη μορφή, έχει τη δυνατότητα να εκτελέσει έργο. Ένα επιμηκυμένο ή συσπειρωμένο ελατήριο έχει δυναμική ενέργεια. Όταν τεντώνουμε τη χορδή ενός τόξου, αποθηκεύουμε σ' αυτό ενέργεια. Μια τεντωμένη ελαστική χορδή έχει δυναμική ενέργεια λόγω της θέσης της και ειδικά αν είναι προσαρμοσμένη σε μια σφεντόνα είναι σε θέση να εκτελέσει έργο. Η χημική ενέργεια των καυσίμων είναι επίσης δυναμική και οφείλεται στις σχετικές θέσεις των ατόμων στα μόρια, αν εξεταστεί από μικροσκοπική άποψη. Τέτοιας μορφής είναι η ενέργεια που υπάρχει στα ορυκτά καύσιμα, στους ηλεκτρικούς συσσωρευτές (μπαταρίες) και στην τροφή που τρώμε. Η ενέργεια αυτή απελευθερώνεται όταν αναδιατάσσονται τα άτομα, όταν δηλαδή λαμβάνει χώρα μια χημική μεταβολή. Οποιαδήποτε ουσία ικανή να εκτελέσει έργο μέσω χημικής δράσης διαθέτει δυναμική ενέργεια.

Όταν χρειάζεται να ανυψώσουμε ένα σώμα αντίθετα στη βαρύτητα της Γης τότε απαιτείται έργο. Η δυναμική ενέργεια που έχει ένα σώμα λόγω της υπερυψωμένης θέσης του ονομάζεται *βαρυτική δυναμική ενέργεια*. Το νερό μιας δεξαμενής που βρίσκεται σε υπερυψωμένη θέση έχει βαρυτική δυναμική ενέργεια. Η *βαρυτική δυναμική ενέργεια* ενός ανυψωμένου σώματος ισούται με το έργο που εκτελέστηκε κατά την ανύψωσή του αντίθετα προς τη βαρύτητα. Το έργο αυτό ισούται απλώς με τη δύναμη που απαιτήθηκε για να μετακινηθεί το σώμα προς τα επάνω επί την κατακόρυφη απόσταση την οποία διήνυσε. Από τη στιγμή που το σώμα θα τεθεί σε ανοδική κίνηση, η προς τα πάνω δύναμη που απαιτείται για να διατηρείται σε κίνηση με σταθερή ταχύτητα ισούται με το *βάρος* του,  $mg$ .

Επομένως, το έργο που εκτελείται όταν ανυψώνεται ένα σώμα βάρους  $mg$  κατά ύψος  $h$  δίνεται από το γινόμενο  $m \cdot g \cdot h$  :

$$\text{βαρυτική δυναμική ενέργεια} = \text{βάρος}(m \cdot g) \times \text{ύψος}(h)$$

Αξίζει να σημειώσουμε ότι το ύψος  $h$  είναι η κατακόρυφη απόσταση από κάποιο επίπεδο αναφοράς, που μπορεί να είναι το έδαφος ή το δάπεδο ενός κτηρίου. Η ποσότητα  $m \cdot g \cdot h$  είναι η δυναμική ενέργεια που έχει το σώμα ως προς αυτό το συγκεκριμένο επίπεδο και εξαρτάται μόνο από το βάρος του  $mg$  και από το ύψος  $h$ . Είτε είναι βαρυτική είτε άλλου είδους, αυτό που μας ενδιαφέρει στη δυναμική ενέργεια είναι μόνο οι *μεταβολές* της δηλαδή το πόσο μεταβάλλεται, όταν ένα μέρος της μετασχηματίζεται σε κάποια άλλη μορφή ενέργειας ή το σώμα που την κατέχει



εκτελεί έργο. Μια από τις μορφές στις οποίες μπορεί να μετατραπεί η δυναμική ενέργεια είναι η ενέργεια κίνησης, ή αλλιώς *κινητική ενέργεια η οποία θα αναλυθεί στη συνέχεια*. (Hewitt, 2010)

### A.1.2.3 Κινητική ενέργεια

Αν σπρώξουμε ένα αντικείμενο, μπορούμε να το θέσουμε σε κίνηση. Πιο συγκεκριμένα, αν εκτελέσουμε έργο σε ένα αντικείμενο, μπορούμε να μεταβάλουμε την ενέργεια κίνησής του. Η ενέργεια της κίνησης ενός σώματος ονομάζεται κινητική ενέργεια και ισούται με το μισό του γινομένου της μάζας του επί το τετράγωνο της ταχύτητας του:

$$\text{κινητική ενέργεια} = \frac{1}{2} \times \text{μάζα} \times \text{ταχύτητα}^2$$

Η τιμή της κινητικής ενέργειας, όπως και η τιμή της ταχύτητας εξαρτάται από το σύστημα αναφοράς από το οποίο γίνεται η μέτρηση. Παραδείγματος χάριν, αν βρίσκεται κάποιος σε ένα ποδήλατο που κινείται με μια ταχύτητα, η κινητική του ενέργεια ως προς αυτό είναι μηδέν, αλλά αν ορίσουμε το έδαφος ως σύστημα αναφοράς τότε υπάρχει μια μεγάλη τιμή για την κινητική ενέργεια του ποδηλάτη.

Αξίζει να σημειωθεί ότι στη σχέση ορισμού της κινητικής ενέργειας, η ταχύτητα είναι υψωμένη στο τετράγωνο, και επομένως αν η ταχύτητα ενός σώματος διπλασιαστεί, η κινητική του ενέργεια τετραπλασιάζεται. Αυτό σημαίνει ότι ένα ποδήλατο που κινείται με 20 χιλιόμετρα την ώρα έχει τετραπλάσια κινητική ενέργεια από κάποιο άλλο που κινείται με 10 χιλιόμετρα την ώρα. Το γεγονός ότι η ταχύτητα υψεισέρχεται στον ορισμό της κινητικής ενέργειας υψωμένη στο τετράγωνο σημαίνει ότι η κινητική ενέργεια μπορεί να πάρει μόνο θετικές τιμές ή την τιμή μηδέν – δε μπορεί δηλαδή να γίνει αρνητική. (Hewitt, 2010)

### A.1.3 Διατήρηση ενέργειας

Εκείνο που έχει μεγαλύτερη σημασία σχετικά με την ενέργεια δεν είναι τόσο το να μπορούμε να αναφέρουμε *τι είναι*, όσο το να κατανοούμε πώς συμπεριφέρεται - *πώς*

*μετασχηματίζεται.* Μπορούμε να κατανοήσουμε καλύτερα τις διεργασίες και τις μεταβολές που συμβαίνουν στη φύση αν τις αναλύσουμε με βάση τους μετασχηματισμούς της ενέργειας από τη μια μορφή στην άλλη ή την μεταβίβαση της ενέργειας από το ένα μέρος στο άλλο. Οι φυσικές διεργασίες μπορούν να αναλυθούν καλύτερα αν αναλυθούν με βάση τις *μεταβολές* της ενέργειας.

Η μελέτη των διαφόρων μορφών της ενέργειας και των μετατροπών της από τη μια μορφή στην άλλη οδήγησε σε μια από τις μεγαλύτερες γενικεύσεις της φυσικής - *το νόμο διατήρησης της ενέργειας*, ο οποίος αναφέρει ότι : *η ενέργεια δε μπορεί ούτε να δημιουργηθεί ούτε να καταστραφεί. Μπορεί να μετασχηματιστεί από μια μορφή σε κάποια άλλη, αλλά η συνολική της ποσότητα ουδέποτε μεταβάλλεται.*

Όταν εξετάζουμε οποιοδήποτε σύστημα ως σύνολο, είτε πρόκειται για κάτι απλό όπως ένα αιωρούμενο εκκρεμές, είτε για κάτι σύνθετο όπως ένας αστέρας που εκρήγνυται μετατρέπόμενος σε σουπερνόβα (supernova), υπάρχει μια ποσότητα, η οποία ούτε δημιουργείται ούτε καταστρέφεται, η ενέργεια. Μπορεί να αλλάζει μορφή ή να μεταβιβάζεται από το ένα μέρος στο άλλο, αλλά η συνολική της ποσότητα παραμένει η ίδια. Για τον υπολογισμό αυτής της ποσότητας θα πρέπει να ληφθεί υπόψη και το γεγονός ότι τα ίδια τα άτομα από τα οποία αποτελείται η ύλη είναι «πακέτα» συμπακνωμένης ενέργειας.

Όταν οι πυρήνες των ατόμων αναδιατάσσονται, απελευθερώνονται τεράστιες ποσότητες ενέργειας. Ο λόγος που ο Ήλιος λάμπει είναι ότι κάποιο μέρος αυτής της πυρηνικής ενέργειας μετασχηματίζεται σε ακτινοβολία. Ως αποτέλεσμα της τρομακτικής συμπίεσης λόγω βαρύτητας και των εξαιρετικά υψηλών θερμοκρασιών που επικρατούν στις κεντρικές περιοχές του Ήλιου, οι πυρήνες των ατόμων υδρογόνου συντήκονται μεταξύ τους και σχηματίζουν πυρήνες ηλίου. Αυτή είναι η *θερμοπυρηνική σύντηξη*, μια διεργασία κατά την οποία απελευθερώνεται ενέργεια με τη μορφή της ακτινοβολίας, με ένα μικρό μέρος αυτής να φτάνει στην επιφάνεια της Γης. Στη συνέχεια ένα τμήμα αυτής της ενέργειας δεσμεύεται από τα φυτά, και ένα μέρος αυτής της ενέργειας αποθηκεύεται αργότερα με τη σειρά του στο γαιάνθρακα. Ένα άλλο μέρος συντηρεί τη ζωή μέσω της τροφικής αλυσίδας που ξεκινά από τα φυτά και ένα τμήμα της ενέργειας αυτής καταλήγει να αποθηκευτεί στο πετρέλαιο. Επιπλέον η ενέργεια που φτάνει στη Γη από τον Ήλιο προσλαμβάνεται από το νερό των ωκεανών με αποτέλεσμα την εξάτμισή του και ένα μέρος της ενέργειας αυτής επιστρέφει κατόπιν στη Γη με τη βροχή, το νερό της οποίας μπορεί να συλλεχθεί από ένα φράγμα. Λόγω της υπερυψωμένης του θέσης, το νερό που συγκρατείται από το

φράγμα έχει ενέργεια που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να τροφοδοτήσει έναν υδροηλεκτρικό σταθμό, όπου θα μετασχηματιστεί σε ηλεκτρική ενέργεια. Στη συνέχεια η ενέργεια μεταφέρεται στα σπίτια μας μέσω καλωδίων, όπου χρησιμοποιείται για φωτισμό, θέρμανση και για τη λειτουργία των ηλεκτρικών συσκευών. *Παρατηρούμε επομένως ότι η ενέργεια μπορεί να μετασχηματίζεται από τη μια μορφή στην άλλη.* (Hewitt, 2010)

#### **A.1.4 Πηγές ενέργειας**

Αν εξαιρέσουμε την πυρηνική και τη γεωθερμική, η πηγή όλης της ενέργειας που χρησιμοποιούμε είναι ο Ήλιος. Αυτό ισχύει και για την ενέργεια που παίρνουμε από την καύση του ξύλου, του πετρελαίου, του γαιάνθρακα και του φυσικού αερίου, αφού τα υλικά αυτά προέρχονται εν τέλει από τη φωτοσύνθεση, μια διεργασία με την οποία η ενέργεια της ηλιακής ακτινοβολίας δεσμεύεται στους ιστούς των φυτών.

Η ενέργεια του ηλιακού φωτός μετασχηματίζεται επίσης απευθείας σε ηλεκτρική μέσω των φωτοβολταϊκών στοιχείων, όπως αυτά που χρησιμοποιούνται στους υπολογιστές τσέπης που λειτουργούν με ηλιακή ενέργεια. Επιπλέον, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και με έμμεσο τρόπο για την παραγωγή ηλεκτρισμού. Το ηλιακό φως προκαλεί εξάτμιση του νερού, το οποίο επιστρέφει στη Γη με τη μορφή βροχής και στη συνέχεια το νερό της βροχής συρρέει στα ποτάμια, ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να περιστρέψει υδροτροχούς ή σύγχρονες στροβιλογεννήτριες.

Ακόμη και ο άνεμος, που προκαλείται από την άνιση θέρμανση της επιφάνειας της Γης, είναι υπό την ευρύτερη έννοια μια μορφή ηλιακής ενέργειας. Ο άνεμος, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να περιστρέψει στροβιλογεννήτριες στο εσωτερικό ειδικά σχεδιασμένων «ανεμόμυλων». Λόγω του αστάθμητου χαρακτήρα της, η αιολική ενέργεια προς το παρόν χρησιμοποιείται μόνο ως συμπλήρωμα των ορυκτών καυσίμων, ωστόσο περισσότερες πληροφορίες σχετικά με την παραγωγή ενέργειας μέσω του ανέμου θα αναφερθούν σε ξεχωριστό κεφάλαιο.

Η πλέον «συμπυκνωμένη» μορφή αξιοποιήσιμης ενέργειας είναι η ενέργεια που περιέχεται στο ουράνιο και στο πλουτόνιο γνωστά και ως πυρηνικά καύσιμα. Η ανασφάλεια της κοινής γνώμης σχετικά με οτιδήποτε «πυρηνικό» δεν έχει επιτρέψει την ανάπτυξη πυρηνικών σταθμών παραγωγής ενέργειας σε μεγάλη κλίμακα. Αξίζει να

σημειώσουμε ότι το εσωτερικό της Γης διατηρείται θερμό μέσω της πυρηνικής ενέργειας, και πιο συγκεκριμένα μέσω της ραδιενεργού διάσπασης, μιας φυσικής διεργασίας που συμβαίνει ακατάπαυστα από την εποχή της δημιουργίας του πλανήτη μας.

Παραπροϊόν της ραδιενεργού διάσπασης στο εσωτερικό της Γης είναι η γεωθερμική ενέργεια που εμπεριέχεται σε υπόγειες δεξαμενές θερμού νερού. Μια συνηθισμένη μέθοδος αξιοποίησης της γεωθερμικής ενέργειας πραγματοποιείται μέσω της άντλησης του θερμού νερού από τις δεξαμενές για την παραγωγή ατμού που χρησιμοποιείται για τη λειτουργία στροβιλογεννητριών. Σε περιοχές όπου η θερμική ενέργεια από την ηφαιστειακή δραστηριότητα είναι «παγιδευμένη» κοντά στην επιφάνεια του εδάφους και δεν υπάρχουν υπόγεια ύδατα, θα μπορούσε ενδεχομένως να εφαρμοστεί μια άλλη πρακτική που υπόσχεται την παραγωγή ηλεκτρισμού με μικρό κόστος και με τρόπο φιλικό προς το περιβάλλον.

Η γεωθερμική ενέργεια, η ηλιακή, η αιολική και η ενέργεια των υδάτων, είναι φιλικές προς το περιβάλλον σε αντίθεση με άλλες μεθόδους παραγωγής ενέργειας που έχουν αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Αν και η πυρηνική ενέργεια δεν επιβαρύνει με ρύπους την ατμόσφαιρα, υπάρχουν σοβαρές επιφυλάξεις ως προς τη χρήση της, λόγω των πυρηνικών αποβλήτων. Από την άλλη πλευρά, η χρήση ορυκτών καυσίμων επιβαρύνει την ατμόσφαιρα με διοξείδιο του άνθρακα, διοξείδιο του θείου και άλλους ρυπαντές οι οποίοι προκαλούν ιδιαίτερες σημαντικές επιπτώσεις στην ομαλή λειτουργία του περιβάλλοντος.

Όσο αυξάνεται ο παγκόσμιος πληθυσμός, αυξάνονται και οι ενεργειακές ανάγκες και απαιτήσεις της ανθρωπότητας. Καθοδηγούμενη από τους νόμους της Φυσικής, η τεχνολογική έρευνα στρέφεται συνεχώς προς την ανακάλυψη και αξιοποίηση νέων και καθαρών πηγών ενέργειας γνωστές και ως ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Ωστόσο, η κοινή λογική υπαγορεύει ότι όσο η έρευνα αυτή θα βρίσκεται σε εξέλιξη, οφείλουμε να συνεχίσουμε να βελτιώνουμε τις μεθόδους αξιοποίησης των καθιερωμένων πηγών, και να χρησιμοποιούμε την ενέργεια με σύνεση και αποτελεσματικότητα. (Hewitt, 2010)

## A.2 Ο Ρόλος της ενέργειας

### A.2.1 Η ενέργεια ως πηγή ζωής

Η ζωή και η ενέργεια είναι δυο έννοιες άρρηκτα συνδεδεμένες μεταξύ τους. Ο άνθρωπος αλλά και όλα τα έμβια όντα δε μπορούν να διατηρηθούν στη ζωή χωρίς ενέργεια. Χρειάζονται ενέργεια για να αναπτυχθούν, να κινηθούν και να αναπαραχθούν. Η ενέργεια εισέρχεται στα οικοσυστήματα με τη μορφή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας από τον Ήλιο, ο οποίος αποτελεί την πρωταρχική πηγή ενέργειας για όλα τα οικοσυστήματα. Η ποσότητα της εισερχόμενης ακτινοβολίας καθορίζει σε μεγάλο βαθμό τη δομή και τη λειτουργία των οικοσυστημάτων. Από το ποσό αυτό της ηλιακής ενέργειας που εισρέει μόνο μια ελάχιστη ποσότητα απορροφάται από τους φωτοσυνθετικούς μηχανισμούς των φυτών και κάποιων βακτηρίων για τη λειτουργία της φωτοσύνθεσης, ενώ το υπόλοιπο μέρος αυτής ανακλάται ή "χάνεται" στο περιβάλλον ως θερμότητα. Ο Ήλιος ακτινοβολώντας φως και θερμότητα δίνει ζωή στα ζώα και στον άνθρωπο συμβάλλοντας στη δημιουργία της τροφικής αλυσίδας αρχίζοντας από τα φυτά, (οι παραγωγοί) τα οποία αποτελούν το πρώτο τροφικό επίπεδο ενός οικοσυστήματος.

Τα φυτά όπως προαναφέρθηκε αναπτύσσονται με τη βοήθεια της ηλιακής ενέργειας μέσα από τη διεργασία της φωτοσύνθεσης. Κατά τη λειτουργία της φωτοσύνθεσης παράγονται οι υδατάνθρακες (χημική ενέργεια). Οι υδατάνθρακες χρησιμεύουν ως ενεργειακές πηγές και δομικά συστατικά των οργανισμών στο δεύτερο και τρίτο τροφικό επίπεδο, στα οποία κατατάσσονται τα φυτοφάγα και σαρκοφάγα ζώα αντίστοιχα (οι καταναλωτές). Οι καταναλωτές προμηθεύονται την ενέργεια που χρειάζονται για όλες τις λειτουργίες τους από την αποθηκευμένη χημική ενέργεια της φυτικής ύλης. Η ενέργεια που χρησιμοποιούν οι οργανισμοί (παραγωγοί, καταναλωτές και αποικοδομητές) για να διεξάγουν τις βιολογικές τους λειτουργίες είναι η χημική ενέργεια που περιέχεται στη γλυκόζη και απελευθερώνεται στα κύτταρα των οργανισμών μέσα από μια χημική διαδικασία, την αερόβια αναπνοή.

Το ανθρώπινο σώμα είναι μια εξαιρετική και αξιοθαύμαστη μηχανή η οποία αποτελείται από μικρότερες μηχανές τα ζωντανά κύτταρα. Όπως κάθε μηχανή, έτσι και τα ζωντανά κύτταρα χρειάζονται μια πηγή ενέργειας. Οι περισσότεροι ζωντανοί

οργανισμοί στον πλανήτη μας τρέφονται με διάφορες ενώσεις υδρογονανθράκων οι οποίες όταν αντιδρούν με το οξυγόνο απελευθερώνουν ενέργεια. Όπως συμβαίνει και με τη βενζίνη που καίει ο κινητήρας ενός αυτοκινήτου, στα μόρια της τροφής υπάρχει αποθηκευμένη μεγαλύτερη δυναμική ενέργεια απ' ό τι στα προϊόντα της αντίδρασης που προκύπτουν από τον μεταβολισμό της. Αυτό που συντηρεί την ανθρώπινη ζωή και γενικότερα όλους τους έμβιους οργανισμούς είναι αυτή η διαφορά ενέργειας. (Υπηρεσία Ενέργειας Υπουργείο Εμπορίου, Βιομηχανίας & Τουρισμού, 2010)

## **A.2.2 Ενέργεια και περιβαλλοντικές συνέπειες**

### **A.2.2.1 Όξινη βροχή**

Η παραγωγή ενέργειας από τα συμβατικά καύσιμα συνδέεται άμεσα με τη ρύπανση του περιβάλλοντος και ιδιαίτερα με τη ρύπανση της ατμόσφαιρας. Η ρύπανση του περιβάλλοντος φαίνεται αναπόφευκτη ως ένα βαθμό, αλλά μπορεί να ελαχιστοποιηθεί και να περιοριστούν σημαντικά οι επιπτώσεις της.

Ένα από τα αυτά τα σημαντικά προβλήματα που πρέπει να επιλυθούν είναι και το φαινόμενο της *όξινης βροχής*. Ο όρος *όξινη βροχή* αναφέρεται στην παρουσία σε αυτήν όξινων διαλυμένων ρύπων, δηλαδή ουσιών που δεν αποτελούν φυσιολογικά χαρακτηριστικά της καθαρής ατμόσφαιρας. Οι ρύποι αυτοί είναι κυρίως προϊόντα ηφαιστειακής και ανθρώπινης δραστηριότητας, ιδίως όσον αφορά τη χρήση ορυκτών καυσίμων και μεγάλης έκτασης πυρκαγιών. Τέτοιοι ρύποι είναι τα *οξειδία του αζώτου* ( $\text{NO}_x$ ) και του *θειού* ( $\text{SO}_x$ ), τα οποία μεταφέρονται με τη βροχή και δίνουν ισχυρά όξινα και οξειδωτικά διαλύματα με προφανείς και καταστρεπτικές επιπτώσεις για το περιβάλλον.

Το πρόβλημα της *όξινης βροχής* άρχισε να γίνεται ιδιαίτερα έντονο από τη δεκαετία του 1970 και μετά. Ιδιαίτερα καταστρεπτική έχει θεωρηθεί η επίδρασή της στα φυτά και ειδικότερα στα δέντρα, λόγω της μακροχρόνιας έκθεσή τους σε αυτήν. Τα φύλλα ή οι βελόνες των δέντρων κιτρινίζουν και πέφτουν, ο μεταβολισμός τους διαταράσσεται και το ριζικό σύστημα υφίσταται βλάβες, με αποτέλεσμα να προσλαμβάνονται μικρότερες ποσότητες θρεπτικών αλάτων και νερού. Τα δάση είναι

ιδιαίτερα τρωτά σε περίπτωση συχνής προσβολής σε όξινη ομίχλη, η οποία είναι πιο όξινη από τη βροχή. Τα υπόλοιπα φυτά, καθώς και οι ανθρώπινες καλλιέργειες βλάπτονται σοβαρά από την όξινη βροχή, με τις ζημιές να μειώνονται μετά τη χρήση λιπασμάτων, που βοηθούν τα φυτά να επουλώσουν τις πληγές τους. Τα μαρμάρια ιστορικά μνημεία είναι τα πιο συνηθισμένα “θύματα” της όξινης βροχής. Η όξινη βροχή μπορεί επίσης να προκαλέσει ζημιά σε ορισμένα οικοδομικά υλικά και αυτό συμβαίνει γιατί αντιδρά χημικά το θειικό οξύ της όξινης βροχής με τις ενώσεις ασβεστίου στις πέτρες και στο μάρμαρο.

Το διοξείδιο του θείου ( $\text{SO}_2$ ) και τα οξειδία του αζώτου ( $\text{NO}_x$ ) εκλύονται κυρίως κατά την καύση ορυκτών καυσίμων. Κατά την αντίδρασή τους με το οξυγόνο και τους υδρατμούς της ατμόσφαιρας σχηματίζουν αντίστοιχα θειικό ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) και νιτρικό οξύ ( $\text{HNO}_3$ ), τα οποία στη συνέχεια, διαλυμένα στο νερό της βροχής ή στα σταγονίδια της ομίχλης, προσβάλλουν το έδαφος, το νερό, τα φυτά, τα ζώα και τα κτίσματα. Τα αέρια αυτά μπορούν να μεταφερθούν σε μεγάλες αποστάσεις με τη βοήθεια των ανέμων και να δημιουργήσουν όξινη βροχή χιλιόμετρα μακριά από τον τόπο εκπομπής τους.

### A.2.2.2 Φαινόμενο θερμοκηπίου - Κλιματική αλλαγή

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι μια φυσική διαδικασία που χωρίς αυτήν, η Γη θα ήταν ιδιαίτερα ψυχρή (περίπου στους  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) με αποτέλεσμα να ήταν αδύνατη η ύπαρξη ζωής. Λόγω του φαινομένου αυτού, η μέση θερμοκρασία της Γης διατηρείται στο επίπεδο των  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ , το οποίο καθιστά την ανθρώπινη ζωή αλλά και ολόκληρη την ομαλή λειτουργία του περιβάλλοντος βιώσιμη.

Σε απόσταση 25 χιλιομέτρων από την επιφάνεια της Γης υπάρχει ένα λεπτό στρώμα αποτελούμενο κυρίως από διοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ) και υδρατμούς, το οποίο δρα όπως το γυαλί ενός θερμοκηπίου. Αυτό σημαίνει ότι επιτρέπει την είσοδο της θερμότητας που μεταφέρει η υπεριώδης ακτινοβολία του Ηλίου, εμποδίζει όμως την έξοδο της θερμότητας προς το διάστημα. Το αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι ότι η επιφάνεια της Γης συγκρατεί ένα ποσό θερμότητας και διατηρεί σταθερή τη μέση θερμοκρασία της, βασική συνθήκη για να μπορεί να διατηρείται η ζωή πάνω στην επιφάνεια της.

Περίπου το 86% της κατακρατούμενης από την ατμόσφαιρα γήινης ακτινοβολίας, οφείλεται στην παρουσία υδρατμών ( $\text{H}_2\text{O}$ ), διοξειδίου του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ) και νεφών. Οι υδρατμοί, αποτελούν το πλέον ενεργό συστατικό κατά ποσοστό 60%, ενώ μικρότερη συνεισφορά έχουν τα αέρια όπως το μεθάνιο ( $\text{CH}_4$ ), το οξείδιο του νατρίου ( $\text{N}_2\text{O}$ ) και το όζον ( $\text{O}_3$ ). Τα αέρια που έχουν την ιδιότητα να κατακρατούν την ηλιακή ακτινοβολία εντός της γήινης ατμόσφαιρας ονομάζονται *αέρια του θερμοκηπίου*. Τα τελευταία χρόνια, καταγράφεται μία αύξηση στη συγκέντρωση αρκετών αερίων του θερμοκηπίου και ειδικότερα του διοξειδίου του άνθρακα. Τα τρία τέταρτα της ανθρωπογενούς παραγωγής διοξειδίου του άνθρακα, οφείλεται σε χρήση ορυκτών καυσίμων (παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, μεταφορές, βιομηχανία, οικιστικός τομέας κλπ) ενώ το υπόλοιπο μέρος προέρχεται από αλλαγές που συντελούνται στο έδαφος, κυρίως μέσω της αποδάσωσης.

Οι ανθρώπινες δραστηριότητες που σχετίζονται με τη χρήση ορυκτών καυσίμων όχι μόνο εκπέμπουν υψηλές συγκεντρώσεις  $\text{CO}_2$  στην ατμόσφαιρα, αλλά δυσχεραίνουν την ικανότητα της Γης να το απορροφά και να το ενσωματώνει στους φυσικούς κύκλους ροής ενέργειας και ύλης, έχοντας ως αποτέλεσμα την καταστροφή των δασών και του φυτοπλαγκτόν των ωκεανών που αποτελεί τους κύριους “απορροφητές” διοξειδίου του άνθρακα του πλανήτη, καθώς πρόκειται για φυτικούς οργανισμούς που χρησιμοποιούν το  $\text{CO}_2$  κατά τη φωτοσύνθεση.



Οι ακριβείς επιπτώσεις του φαινομένου του θερμοκηπίου στον πλανήτη είναι δύσκολο να προβλεφθούν. Το θέμα αυτό, απασχόλησε και συνεχίζει να απασχολεί πολλούς μελετητές και ερευνητές οι οποίοι έχουν αναπτύξει διάφορα σενάρια, με τα οποία εκτιμούν τις πιθανές επιπτώσεις που θα έχει στον πλανήτη η συνεχιζόμενη αύξηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και η συνεπακόλουθη αύξηση της θερμοκρασίας. Τα σενάρια αυτά κάνουν λόγο για περαιτέρω αύξηση της θερμοκρασίας, μεταβολή της στάθμης της θάλασσας, λιώσιμο των πάγων στους πόλους, αρνητικές επιπτώσεις στη γεωργία και μείωση των δασικών εκτάσεων.

Για την αντιμετώπιση του προβλήματος του φαινομένου του θερμοκηπίου θα πρέπει σχετικά γρήγορα να μειωθούν οι εκπομπές του CO<sub>2</sub> και των άλλων αέριων ρύπων κατά 30% ή τουλάχιστον να παραμείνει σταθερό. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί, μεταξύ άλλων, με την εξοικονόμηση ενέργειας, την ανάπτυξη αποδοτικότερων συσκευών και αυτοκινήτων, το φύτεμα και την ανάπτυξη φυτικών ειδών (που αναπτύσσονται γρήγορα), τη μερική δέσμευση των εκπομπών του CO<sub>2</sub> και την προώθηση της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Ορισμένοι θεωρούν ότι και η πυρηνική ενέργεια μπορεί να συνδράμει στο στόχο αυτό με τη νέα γενιά πυρηνικών αντιδραστήρων και την ασφαλέστερη διάθεση των πυρηνικών αποβλήτων. (Ανδρίτσος, 2008)

Έγκριτοι ερευνητές και μετεωρολόγοι υποστηρίζουν ότι το φαινόμενο του θερμοκηπίου δεν αποτελεί τον σημαντικότερο παράγοντα που προκαλεί τη μεταβλητότητα του κλίματος. Επίσης θέτουν θέμα αξιοπιστίας των κλιματικών μοντέλων θεωρώντας τα, υπεραπλουστευμένα και όχι ικανά να προσομοιώσουν την πολυπλοκότητα της πραγματικής κατάστασης του κλίματος, ενώ παράλληλα πιστεύουν ότι τα πραγματικά θερμοκρασιακά δεδομένα της Γης δεν είναι επαρκώς διαθέσιμα σε βάθος χρόνου. Επιπλέον δεν μπορεί να αγνοηθεί το γεγονός της αλλαγής στη συγκέντρωση των αερίων του θερμοκηπίου, με τη θερμοκρασία της Γης να επηρεάζεται από την ενδεχόμενη αύξηση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που εκπέμπει ο Ήλιος, από τις μικρές αλλαγές στην τροχιά της Γης, από την μετατόπιση των ηπείρων και των ωκεάνιων ρευμάτων στα θαλάσσια στρώματα καθώς επίσης και από τις ηφαιστειογενείς εκρήξεις, όπου μέσω των σωματιδίων στάχτης στην στρατόσφαιρα έχουμε αύξηση στη θερμοκρασία της Γης.

Τις τελευταίες δεκαετίες η φυσική μεταβλητότητα του κλίματος συχνά οδηγεί σε ακραία καιρικά φαινόμενα και καταστροφές. Όταν ένα ακραίο καιρικό συμβάν έχει σημαντικά δυσμενή επίπτωση στην ανθρώπινη ευημερία, τότε αυτό ονομάζεται

*κλιματική καταστροφή*. Σε μερικές περιοχές της Γης παρατηρούνται κλιματικές καταστροφές τόσο συχνά, ώστε θεωρούνται ότι αποτελούν τμήμα της φυσιολογικής μορφής του κλίματος. Είναι πιθανόν, η κλιματική αλλαγή που προκαλείται εξαιτίας του φαινομένου του θερμοκηπίου, να μεταβάλλει τη συχνότητα, το εύρος και τον χαρακτήρα των ακραίων καιρικών φαινομένων και των κλιματικών καταστροφών.

Η παγκόσμια κλιματική αλλαγή έχει επηρεάσει σημαντικά τη συχνότητα, το εύρος και την τοποθεσία εκδήλωσης των ακραίων καιρικών φαινομένων και αναμένονται περισσότερα κύματα καύσωνα και λιγότερες περιόδους παγετώνων, ενώ εντονότερες βροχοπτώσεις μπορούν να οδηγήσουν σε αυξημένες πλημμύρες σε συγκεκριμένες τοποθεσίες. Οι ανθρώπινες παρεμβάσεις, όπως η αστικοποίηση, το κλείσιμο των φυσικών ρευμάτων με απορρίμματα, οι ελλείψεις υποδομές και η αλόγιστη δόμηση έχουν σημαντική επίδραση στην αύξηση των καταστροφών που προκαλεί στις μέρες μας ένα καιρικό φαινόμενο σε σχέση με αυτές που θα προκαλούσε στο παρελθόν.

Η κοινή γνώμη συμφωνεί ότι το κλίμα αλλάζει αν και σήμερα γίνεται προσπάθεια για τη μείωση της χρήσης του γαιάνθρακα και γενικότερα των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε σχέση με το παρελθόν. Η στροφή σε αποδοτικότερες τεχνολογίες και σε καύσιμα με λιγότερο άνθρακα ώστε να επιτυγχάνεται μικρότερη ποσότητα εκπομπής άνθρακα ανά παραγόμενη μονάδα ενέργειας, κρίνεται αναγκαία για να μετριαστεί η ανθρώπινη επίδραση στη κλιματική μεταβολή. Δεδομένου ότι καμία ενεργειακή επιλογή δεν μπορεί από μόνη της να λύσει τα ενεργειακά και περιβαλλοντικά προβλήματα του πλανήτη και γνωρίζοντας ότι οι παγκόσμιες ανάγκες σε ενέργεια αυξάνονται συνεχώς, εξαιτίας της αύξησης του πληθυσμού της Γης αλλά και της οικονομικής ανάπτυξης, οφείλουμε να κάνουμε συνετές ενεργειακές επιλογές με ισοζυγισμένη χρήση όλων των μορφών ενέργειας και ταυτόχρονα να ενισχύσουμε τη χρήση νέων λιγότερων ρυπογόνων και πιο αποδοτικών τεχνολογιών. (Υπηρεσία Ενέργειας Υπουργείο Εμπορίου, Βιομηχανίας & Τουρισμού, 2010)

### **A.2.3 Σύγχρονη ενεργειακή κατάσταση**

Τα ορυκτά καύσιμα χρειάζονται εκατομμύρια χρόνια για να δημιουργηθούν και η αλόγιστη χρήση και σπατάλη τους αποτελεί ανευθυνότητα απέναντι στις επόμενες γενιές σε συνδυασμό με το μεγάλο οικονομικό και περιβαλλοντικό κόστος που τα

συνοδεύει. Η συγκέντρωση του πληθυσμού στα αστικά κέντρα, η ένταση των επιχειρηματικών δραστηριοτήτων, τα μέσα μεταφοράς και γενικότερα ο τρόπος ζωής, οδήγησαν στην αύξηση των ενεργειακών αναγκών με αποτέλεσμα την αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας.

Αυτή η ταχύτατη ανάπτυξη μας οδηγεί στο ζήτημα του ενεργειακού προβλήματος και αναδεικνύει τη συσχέτιση των ενεργειακών αποθεμάτων που τείνουν να μειώνονται σε σχέση με τις απαιτήσεις για κατανάλωση ενέργειας που διαρκώς αυξάνονται, καθώς και με τις εκπομπές αέριων ρύπων που εκλύονται στην ατμόσφαιρα κατά την κατανάλωση ενέργειας. Είναι κατανοητό τι σημαίνει αύξηση της ενέργειας, μόνο αν αναλογιστούμε το πλήθος των ηλεκτρικών συσκευών που έχει ένα σύγχρονο σπίτι σε σχέση με τις συσκευές που είχαμε πριν από μερικές δεκαετίες, καθώς και τον αριθμό των αυτοκινήτων που κυκλοφορούν πλέον στους δρόμους.

Η εξάντληση των ενεργειακών πόρων επιφέρει ενεργειακές κρίσεις λόγω της γεωγραφικά άνισης κατανομής τους και αποτελεί μια από τις αιτίες γεωπολιτικών και οικονομικών κρίσεων. Για λόγους γεωστρατηγικής και γεωοικονομίας δεν υπάρχουν αξιόπιστα στοιχεία για τα αποθέματα των ορυκτών καυσίμων, είναι όμως βέβαιο ότι υπάρχουν ακόμη περιοχές του πλανήτη όπου κοιτάσματα υδρογονανθράκων και άλλων κοιτασμάτων τα οποία δεν έχουν εντοπισθεί.

Η ενέργεια, ως εμπορικό αγαθό αποτελεί μέχρι σήμερα αντικείμενο ανταγωνισμού επιχειρήσεων και κερδοσκοπίας, με αποτέλεσμα τις συνεχείς διακυμάνσεις των τιμών των πετρελαιοειδών να μην οφείλονται σε ομαλή εφαρμογή της προσφοράς και της ζήτησης. Η αστάθεια αυτή στις τιμές των πετρελαιοειδών τα τελευταία χρόνια, η ανάγκη για διασφάλιση του ενεργειακού εφοδιασμού των χωρών, η αλλαγή των κλιματικών συνθηκών του πλανήτη, η αύξηση της ενεργειακής εξάρτησης από τις εισαγωγές, σε συνδυασμό με την έκρηξη της ενεργειακής ζήτησης των αναδυόμενων οικονομιών, ιδίως της Κίνας και της Ινδίας, κάνει ολοένα και επιτακτικότερη την ανάγκη καθιέρωσης ενός νέου σχεδίου δράσης, για να επιτευχθεί άμβλυση του προβλήματος.

Συνοψίζοντας θα λέγαμε ότι είναι ιδιαίτερα δύσκολο να εκτιμηθούν με ικανοποιητική ακρίβεια οι ενεργειακές εξελίξεις τόσο βραχυπρόθεσμα όσο και μακροπρόθεσμα. Σε κάθε περίπτωση όμως, η ενέργεια στο μέλλον θα καθορισθεί από την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού, τις περιβαλλοντικές μεταβολές και την ωρίμανση των νέων τεχνολογιών αφού η υποβάθμιση του περιβάλλοντος σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο δεν αφήνουν περιθώριο εφησυχασμού. Τέλος, αυτές οι νέες

τεχνολογίες στον ενεργειακό τομέα βασίζονται κυρίως στις καθαρές τεχνολογίες, οι οποίες μπορούν να συνεισφέρουν ως ένα βαθμό τόσο στην ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού όσο και στην προστασία του περιβάλλοντος. (Υπηρεσία Ενέργειας Υπουργείο Εμπορίου, Βιομηχανίας & Τουρισμού, 2010)

## **B. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΠΗΓΕΣ**

### **B.1 Μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας**

#### **B.1.1 Εισαγωγή**

Το πετρέλαιο, οι γαιάνθρακες (κάρβουνο) και το φυσικό αέριο είναι ορυκτά καύσιμα που προέρχονται από την αποσύνθεση φυτικής και ζωικής ύλης τα οποία χρειάστηκαν πολλά εκατομμύρια χρόνια για να σχηματιστούν. Υπολογίζεται ότι δημιουργήθηκαν όταν επάνω στη Γη υπήρχαν ακόμα οι δεινόσαυροι. Όταν εξαντληθούν τα κοιτάσματά τους η ανθρωπότητα θα βρεθεί σε δυσμενή θέση γιατί το μεγαλύτερο μέρος της σημερινής κατανάλωσης ενέργειας προέρχεται από αυτά, και συνεπώς θα πρέπει να είμαστε πολύ προσεκτικοί με τη χρήση τους.

Η καύση των ορυκτών καυσίμων προκαλεί σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα αέριας ρύπανσης με το παραγόμενο διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) να έχει συμβάλει ιδιαίτερα στην αύξηση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Όμως αναπτύσσονται συνεχώς νέες τεχνολογίες καύσης, πιο αποδοτικές, με μικρότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις, ενώ βελτιώνονται και οι τεχνολογίες καθαρισμού των καυσαερίων. Εκτός από αυτές τις τρεις κατηγορίες, που ονομάζονται υδρογονάνθρακες, προστίθεται και μια ακόμα, σχετικά νέα μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, η πυρηνική, η οποία βασίζεται στην ενέργεια που εκλύεται κατά τη σχάση ή σύντηξη ατόμων ορισμένων στοιχείων τα οποία απαντώνται στη Γη. (Πατρώνης, 2012) (Τσακαλάκης, 2009)

#### **B.1.2 Γαιάνθρακας (κάρβουνο)**

Ο *γαιάνθρακας* έχει χρησιμοποιηθεί για οικιακές χρήσεις (θέρμανση, μαγείρεμα) από τους Κινέζους τουλάχιστον από το 500 π.Χ. Υπάρχουν ενδείξεις επίσης ότι οι Ρωμαίοι χρησιμοποιούσαν γαιάνθρακα στην Γαλατία και τη Βρετανία. Στην Αγγλία ήταν διαδεδομένη η χρήση του από τον 12<sup>ο</sup> αιώνα, ενώ το 1275 μ.Χ. αναφέρεται η πρώτη νομοθεσία για έλεγχο της χρήσης του λόγω των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την καύση του.

Ο όρος «γαιάνθρακες» χαρακτηρίζει τα οργανικά ιζήματα που προήλθαν από φυτικά υπολείμματα μέσω μιας σειράς διεργασιών ενανθράκωσης. Οι διεργασίες αυτές είχαν ως αποτέλεσμα τον εμπλουτισμό των φυτικών υπολειμμάτων σε άνθρακα. Ο σχηματισμός των γαιανθράκων ξεκινά με την συσσώρευση ποσότητας φυτικής ύλης, η οποία με θερμική και βακτηριακή αποσύνθεση μετασχηματίζεται σε τύρφη. Από εκεί και πέρα, με την κάλυψη της τύρφης από ιζηματογενή πετρώματα, η διαδικασία ενανθράκωσης κατά την πάροδο εκατομμυρίων ετών και την άσκηση υψηλών πιέσεων και θερμοκρασίας, μετατρέπει την τύρφη σε λιγνίτη, ο οποίος με όλο και υψηλότερη πίεση μετατρέπεται σε μορφές με υψηλότερη περιεκτικότητα σε άνθρακα. (Ανδρίτσος, 2008) (Coal, et al.). Η μετατροπή της φυτικής ύλης σε άνθρακα ξεκίνησε πριν 400 περίπου εκατομμύρια χρόνια και βεβαίως συνεχίζεται μέχρι σήμερα. Εκτιμάται ότι απαιτείται στρώμα 2,5 μέτρων φυτικής ύλης για τη δημιουργία άνθρακα στρώματος περίπου 30 εκατοστών. (Κατσαπρακάκης, 2009)

Η κατάταξη των γαιανθράκων καθορίζεται από τη θερμογόνο δύναμή τους, σε συνδυασμό με τη χημική ανάλυση της οργανικής ύλης. Γαιάνθρακες με υψηλή περιεκτικότητα σε άνθρακα και χαμηλή περιεκτικότητα σε υδρογόνο και οξυγόνο χαρακτηρίζονται ως υψηλής ποιότητας, ενώ με τη μείωση της περιεκτικότητας σε άνθρακα μειώνεται και η ποιότητα των γαιανθράκων. Ανάλογα με το βαθμό ενανθράκωσης, οι γαιάνθρακες διακρίνονται σε τύρφη, λιγνίτες, υποπισσούχοι γαιάνθρακες, πισσούχοι γαιάνθρακες και ανθρακίτης. Με τη μετάβαση από την τύρφη στον ανθρακίτη αυξάνεται η θερμογόνο ικανότητα των ανθράκων και προφανώς η ποιότητά τους ως πηγή ενέργειας.

Η εξόρυξη των γαιανθράκων γίνεται είτε υπόγεια (ανθρακωρυχεία) είτε επιφανειακά (που είναι η συνηθέστερη εξόρυξη), με την κάθε μια μέθοδο να έχει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Για την επιφανειακή εξόρυξη βασικό πλεονέκτημα είναι η αποδοτικότητα, έχοντας όμως στον αντίποδα τις μεγάλες περιβαλλοντολογικές επιπτώσεις, τις οποίες ενώ αποφεύγει η υπόγεια εκσκαφή, τις αντικαθιστά με ποικίλα τεχνικά προβλήματα. (Ανδρίτσος, 2008) (Coal, et al.) (Council, World Energy, 2010)

Οι γαιάνθρακες, είναι οι πιο ρυπογόνοι υδρογονάνθρακες με μεγάλη εκπομπή σωματιδίων (ιπτάμενη τέφρα), αιθάλης, διοξείδιο του άνθρακα, οξειδίων θείου και αζώτου, αποτελώντας βασικό παράγοντα της όξινης βροχής και της επιτάχυνσης του φαινομένου του θερμοκηπίου. Διάφορες τεχνικές μπορούν να οδηγήσουν σε μείωση των εκπομπών, βελτιώνοντας την κατάσταση όχι όμως αρκετά. Οι γαιάνθρακες, όπου

σύμφωνα με έρευνες έχουν μερικές εκατοντάδες έτη αποθεματικής ζωής ακόμα και σε συνδυασμό με τον υψηλό ρυθμό κατανάλωσής τους, η όποια εξέλιξη στη μείωση των περιβαλλοντολογικών επιπτώσεων είναι από θεμιτή έως αναγκαία. (Ανδρίτσος, 2008) (Coal, et al.) (Μπουραντάς, 2010) (Doherty, 2012)

### **B.1.3 Πετρέλαιο**

Το πετρέλαιο αποτελεί την κυριότερη πηγή ενέργειας στο σύγχρονο κόσμο, αλλά και την πρώτη ύλη για την παραγωγή πληθώρας χημικών και φαρμακευτικών προϊόντων. Το πετρέλαιο (αργό πετρέλαιο) είναι ουσιαστικά ένα πολύπλοκο μίγμα αερίων, υγρών και στερεών υδρογονανθράκων, το οποίο ανευρίσκεται σε πετρελαιοφόρα κοιτάσματα σε διάφορα μέρη του πλανήτη και κυρίως στην περιοχή της Μέσης Ανατολής. Υπό ορισμένες, κατάλληλες για την δημιουργία πετρελαίου, συνθήκες θερμοκρασίας και πιέσεων, επέρχεται ο μετασχηματισμός στο υγρό ορυκτό που εντοπίζουμε σε γεωλογικούς σχηματισμούς βράχων, με σχισμές-ρωγμές και δομή που δεν επιτρέπει τη διαφυγή υγρών και αερίων. (Δερμιζάκης, 1986) (Επιστήμη & Ζωή, 2009)

Αν και η προέλευση του πετρελαίου δεν έχει πλήρως διαλευκανθεί, κατά την επικρατέστερη θεωρία, πιστεύεται ότι το πετρέλαιο δημιουργήθηκε κατά την περίοδο πριν από 100-300 εκατομμύρια χρόνια, όταν θαλάσσιοι φυτικοί μικροοργανισμοί (μονοκύτταρα φυτά – φυτοπλαγκτόν) και μονοκύτταροι ζωικοί μικροοργανισμοί (ζωοπλαγκτόν) συσσωρεύτηκαν εξαιτίας διαφόρων τοπικών συνθηκών και εγκλωβίστηκαν με τα χρόνια σε υδάτινους ταμιευτήρες (λίμνες, ωκεανούς), σχηματίζοντας μια αναερόβια μαύρη λάσπη. Με το χρόνο, το πάχος των θαλάσσιων οργανικών αποθέσεων μεγάλωσε, με αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας και της πίεσης που επενεργούσε επάνω τους. (Ανδρίτσος, 2008)

Η αξιοποίηση του αργού πετρελαίου είναι πολύ πιο σύνθετη διεργασία από την αξιοποίηση του γαιάνθρακα. Ειδικότερα, η όλη προετοιμασία-επεξεργασία του πετρελαίου προτού φθάσει στον καταναλωτή είναι εξαιρετικά περίπλοκη διαδικασία και περνάει από πολλά στάδια. Ο λόγος είναι ότι παρά την παραπλήσια στοιχειακή ανάλυση, τα διάφορα είδη αργού πετρελαίου έχουν πολύ διαφορετική χημική δομή. Επίσης, τα προϊόντα του δίσυλστηρίου μπορεί να είναι πολλά και διαφορετικά. Τα

περισσότερα χρησιμοποιούνται ως καύσιμα, αλλά ένα σημαντικό ποσοστό χρησιμοποιείται ως βάση στην πετροχημική βιομηχανία για παραγωγή πλαστικών, φαρμακευτικών ουσιών, υφασμάτων κτλ.

Οι επιπτώσεις της χρήσης πετρελαίου στο περιβάλλον, ακολουθούν το υγρό ορυκτό από την άντλησή του μέχρι την τελική χρήση του. Η θαλάσσια ρύπανση, αλλά και η ρύπανση στη στεριά, από ατυχήματα κατά την μεταφορά (πετρελαιοκηλίδες), έχουν τεράστιο αντίκτυπο στο περιβάλλον. Αιθάλη, οξειδία του θείου και του αζώτου, μόλυβδος, διοξείδιο του άνθρακα που είναι ουσίες που απελευθερώνονται κατά την χρήση, είναι άκρως ρυπογόνες και επιβλαβείς, καθώς συντελούν στη δημιουργία όξινης βροχής και επιταχύνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου, με καταστροφικές συνέπειες σε τοπικό αλλά και παγκόσμιο επίπεδο αντίστοιχα. (Alam, et al., 2010) (Greenpeace, 2006). Σε παγκόσμιο επίπεδο, τα αποδεδειγμένα κοιτάσματα πετρελαίου αναμένεται να διαρκέσουν 75-125 χρόνια, αν διατηρηθεί ο σημερινός ρυθμός κατανάλωσης, ωστόσο λόγω των επιπτώσεων καθίσταται αναγκαίο να θεσπιστούν νέοι κανονισμοί, με παράλληλη ανάπτυξη της κατάλληλης τεχνολογίας για την ασφαλή διαχείριση του.

#### **B.1.4 Φυσικό αέριο**

Το *φυσικό αέριο* είναι ένα μίγμα υδρογονανθράκων σε αέρια κατάσταση, το οποίο αποτελείται κυρίως από μεθάνιο. Συνήθως βρίσκεται σε ξεχωριστούς ταμιευτήρες στο φλοιό της Γης ή εν διαλύσει στο πετρέλαιο. Στα χαρακτηριστικά του, το φυσικό αέριο είναι ένα άχρωμο και άοσμο αέριο, στο οποίο τεχνητά μπαίνει οσμή για να γίνεται αντιληπτό σε τυχόν διαρροές, κυρίως κατά την χρήση του.

Η σύσταση του φυσικού αερίου στην έξοδο της γεώτρησης, ποικίλλει σημαντικά ως προς τα συστατικά και τη συγκέντρωση αυτών. Εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του κάθε ταμιευτήρα, την περιοχή προέλευσής του καθώς και από το βάθος εξόρυξης, το οποίο μπορεί να φτάσει σε χιλιάδες μέτρα λόγω των υψηλότερων θερμοκρασιών που υπάρχουν εκεί και οι οποίες συντελούν στη δημιουργία του. Σε αντίθεση με το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο μεταφέρεται όπως είναι, δίχως καμία επεξεργασία εκτός του καθαρισμού του (από νερό, άμμο, άλλα αέρια κ.α.), στις περιοχές που θα χρησιμοποιηθεί. Είναι ελαφρύτερο από τον αέρα και οι κύριες μέθοδοι εντοπισμού



του είναι η σεισμική και η μαγνητική μέθοδος. (Ανδρίτσος, 2008) (Δέστε, et al., 2009) (Κορωναίος, 2012)

Από πολλές απόψεις, το φυσικό αέριο αποτελεί το ιδανικό καύσιμο με μια σχετικά απλή και σχεδόν σταθερή χημική σύσταση, υψηλή θερμογόνο δύναμη και χρειάζεται πολλή μικρή προετοιμασία πριν από τη χρήση του σε σχέση με το πετρέλαιο και τον γαιάνθρακα. Επειδή είναι αέριο, αναμιγνύεται εύκολα με τον αέρα για αποδοτική και πλήρη καύση και στα θετικά του συγκαταλέγεται το γεγονός ότι δεν περιέχει στερεά συστατικά και συνεπώς δεν παράγει τέφρα. Σε επίπεδο τελικής αξιοποίησης, το φυσικό αέριο χρησιμοποιείται για την παραγωγή υδρογόνου, ως καύσιμο οχημάτων, σε βιομηχανικές χρήσεις (παραγωγή πλαστικού κ.τ.λ.), σε οικιακές χρήσεις (μαγειρική, θέρμανση κ.τ.λ.) αλλά αποτελεί και μια από τις βασικές πηγές παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, προς κάθε χρήση. (Ανδρίτσος, 2008)

Το φυσικό αέριο αν και είναι ορυκτό καύσιμο, όπως οι γαιάνθρακες και το πετρέλαιο, θα μπορούσε να χαρακτηριστεί η καλύτερη μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας εξ αυτών, όσον αφορά τις εκπομπές αερίων ρύπων κατά την καύση του. Αυτό συμβαίνει επειδή στη σύνθεσή του μετέχουν μικρού μοριακού βάρους υδρογονάνθρακες και περιέχει μικρές ποσότητες θείου και στερεών σωματιδίων. Επομένως, όταν καίγεται παράγει λιγότερους ρύπους σε σύγκριση με τους γαιάνθρακες και το πετρέλαιο. Παράγει λιγότερο διοξείδιο του άνθρακα επομένως όταν υποκαθιστά άλλα καύσιμα συμβάλλει στη μείωση του φαινομένου του θερμοκηπίου, δεν περιέχει καθόλου θείο άρα δεν προκαλεί το φαινόμενο της όξινης βροχής και τέλος η καύση του είναι καθαρή και πρακτικά δεν εκπέμπει αιθάλη και αιωρούμενα σωματίδια. (Υπηρεσία Ενέργειας Υπουργείο Εμπορίου, Βιομηχανίας & Τουρισμού, 2010)

### **B.1.5 Πυρηνική ενέργεια**

Η πυρηνική ενέργεια, είναι η ενέργεια που υπάρχει μέσα στον πυρήνα του ατόμου και μπορεί να απελευθερωθεί είτε με σχάση είτε με σύντηξη. Είναι δηλαδή η δυναμική ενέργεια που είναι εγκλωβισμένη στους πυρήνες των ατόμων λόγω της αλληλεπίδρασης των σωματιδίων που τα συνιστούν. Όταν οι πυρηνικές αντιδράσεις είναι ελεγχόμενες, η εκλυόμενη ενέργεια με τη μορφή θερμότητας μπορεί να

χρησιμοποιηθεί για κάλυψη ενεργειακών αναγκών. (Υπηρεσία Ενέργειας Υπουργείο Εμπορίου, Βιομηχανίας & Τουρισμού, 2010)

Οι διαδικασίες που πραγματοποιούνται όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, είναι η πυρηνική σύντηξη, κατά την οποία δύο πυρήνες έρχονται πολύ κοντά και σχηματίζουν σύνθετο πυρήνα και η πυρηνική σχάση κατά την οποία ένα σωματίο χτυπά τον πυρήνα διασπώντας τον. Η διαδικασία σύντηξης είναι αυτή που λαμβάνει χώρα στον Ήλιο, ενώ αυτή της πυρηνικής σχάσης είναι στην πράξη αυτή που χρησιμοποιούμε για την ελεγχόμενη παραγωγή ενέργειας στους σύγχρονους πυρηνικούς αντιδραστήρες. (Πατρώνης, 2012) (<http://www.ypeka.gr>)

Το βασικό στοιχείο που χρησιμοποιείται στην σημερινή τεχνολογία για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι το ουράνιο ( $U_{235}$ ). Το ουράνιο κατά την σχάση απελευθερώνει δύο νετρόνια, προκαλώντας νέες σχάσεις (αλυσιδωτή αντίδραση). Βάσει μερικών ερευνών, το οικονομικά αξιοποιήσιμο αποθεματικό ουρανίου στον πλανήτη, εκτιμάται ότι αρκεί για τους επόμενους δύο αιώνες. (Πατρώνης, 2012) (Ανδρίτσος, 2008) (Doherty, 2012)

Μη ελεγχόμενες πυρηνικές αντιδράσεις λαμβάνουν χώρα κατά την έκρηξη της ατομικής βόμβας, ή της βόμβας υδρογόνου. Ελεγχόμενες πυρηνικές αντιδράσεις χρησιμοποιούνται ως πρωτογενής ενεργειακή πηγή για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και για την παραγωγή μηχανικής ενέργειας μέσω πυρηνικών κινητήρων. Έως το 1995 οι εφαρμογές των κινητήρων, που χρησιμοποιούσαν πυρηνικά καύσιμα, περιορίζονταν στη ναυσιπλοΐα, ενώ διεξάγονταν προσπάθειες και για την κατασκευή πυρηνικών πυραυλοκινητήρων. Ωστόσο, πολύ σπουδαιότερη για την παγκόσμια οικονομία είναι η χρήση της πυρηνικής ενέργειας ως πρωτογενούς ενεργειακής πηγής με τη βοήθεια ειδικών διατάξεων, που ονομάζονται πυρηνικοί αντιδραστήρες. (Κατσαπρακάκης, 2009)

Σήμερα, παρόλο που η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από πυρηνική ενέργεια παρουσιάζει ορισμένα σημαντικά πλεονεκτήματα σε σχέση με τη χρήση συμβατικών καυσίμων, όπως είναι οι μηδενικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, η μεγάλη σταθερότητα εφοδιασμού, η ανεξάρτηση από τα συμβατικά καύσιμα και το χαμηλότερο κόστος της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, δεν έχει γίνει ακόμα αποδεκτή ως μια ασφαλής πηγή ενέργειας. Στα μειονεκτήματα της είναι η ανάγκη διαχείρισης των καταλοίπων και το υψηλό αρχικό κόστος που απαιτείται για τα συστήματα ασφάλειας και αποτροπής τρομοκρατικών ενεργειών. Επιπλέον, τα πυρηνικά εργοστάσια έχουν υψηλό κόστος κατασκευής σε σύγκριση με τα

εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με ορυκτά καύσιμα. Η κοινή γνώμη, ωστόσο, συνεχίζει να ανησυχεί για την ασφαλή λειτουργία των πυρηνικών εργοστασίων παρόλο που σήμερα ο βαθμός ασφάλειάς της είναι υψηλός και προβλέπεται ότι στο μέλλον θα είναι υψηλότερος λόγω της σημαντικής προόδου που έχει επιτευχθεί τόσο από τεχνολογικής όσο και από θεσμικής πλευράς στα θέματα ασφάλειας, καθώς και της συσσωρευμένης εμπειρίας από τη λειτουργία πυρηνικών εργοστασίων μακροχρόνια. (Υπηρεσία Ενέργειας Υπουργείο Εμπορίου, Βιομηχανίας & Τουρισμού, 2010)



## **B.2 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας**

### **B.2.1 Εισαγωγή**

Οι *ανανεώσιμες πηγές ενέργειας* είναι εξ ορισμού ανεξάντλητες πηγές ενέργειας σε αντίθεση με το σύνολο των συμβατικών καυσίμων, των οποίων τα βεβαιωμένα αποθέματα του πλανήτη μας αναμένεται να εξαντληθούν σε ορισμένο χρονικό διάστημα. Είναι οι πρώτες πηγές ενέργειας που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος μέχρι τις αρχές του προηγούμενου αιώνα σχεδόν αποκλειστικά, οπότε και στράφηκε στην έντονη χρήση του άνθρακα και των υδρογονανθράκων. (Κορωναίος, 2012)

Οι *ανανεώσιμες πηγές ενέργειας* έχουν κύρια χαρακτηριστικά το ότι είναι άφθονες και περιβαλλοντικά «καθαρές». Η χρήση τους δεν επιβαρύνει τα οικοσυστήματα των περιοχών εγκατάστασης (εκτός από ορισμένες εξαιρέσεις) και παράλληλα αντικαθιστά ιδιαίτερα ρυπογόνες πηγές ενέργειας, όπως ο άνθρακας, το πετρέλαιο και την πυρηνική ενέργεια. Τα σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα των περισσότερων ανεπτυγμένων χωρών καθιστούν τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ιδιαίτερα ελκυστικές σε σχέση με την προστασία του περιβάλλοντος. Από την άλλη πλευρά όμως, είναι αραιές μορφές ενέργειας και μέχρι στιγμής τουλάχιστον με υψηλό κόστος ανά μονάδα παραγόμενης ενέργειας. Επίσης, πολλά είναι τα τεχνικά προβλήματα που θα πρέπει να λυθούν για να μπορέσουν οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας να καλύψουν σημαντικό μέρος των αναγκών μας, με κυριότερο την αποθήκευσή τους, είτε ως πρωτογενής μορφή ή με τη μορφή της ηλεκτρικής ενέργειας. (Κορωναίος, 2012)

Οι κυρίαρχες μορφές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε παγκόσμιο επίπεδο είναι η *ηλιακή*, η *αιολική*, η *γεωθερμική*, η *υδροηλεκτρική* και η *βιομάζα*. Πέρα από αυτές όμως, υπάρχουν και άλλες, όπως η *ενέργεια των θαλασσών*, χωρίς να απορρίπτεται στο μέλλον, το ενδεχόμενο να διαφοροποιηθούν οι υπάρχουσες αλλά και να ανακαλυφθούν ακόμα περισσότερες. (Κορωναίος, 2012) (Γιαννακούρας, et al., 2009)

## B.2.2 Ηλιακή ενέργεια

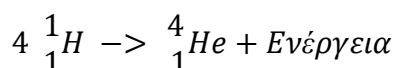
Η *ηλιακή ενέργεια* είναι μια μορφή ενέργειας που βασίζεται στην εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας και διαχωρίζεται σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με τον τρόπο εκμετάλλευσής της. Η πρώτη κατηγορία είναι τα *παθητικά ηλιακά συστήματα* που μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια που δεσμεύουν, σε εσωτερική ενέργεια δομικών κατασκευών (βιοκλιματικά κτίρια). Η δεύτερη κατηγορία είναι τα *ενεργητικά ηλιακά συστήματα* που μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια που δεσμεύουν, σε εσωτερική ενέργεια θερμικού ρευστού (ηλιακοί θερμοσίφωνες). Τέλος, υπάρχουν τα *φωτοβολταϊκά ηλιακά συστήματα*, τα οποία μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρικό ρεύμα. (Ανδρίτσος, 2008) (Κορωναίος, 2012) (Κατσαπρακάκης, 2009)

Η *ηλιακή ενέργεια* είναι πρακτικά μια ανεξάντλητη ενεργειακή πηγή και αυτό είναι το βασικό προσόν της. Ταυτόχρονα δε ρυπαίνει και δεν απαιτεί δύσκολες και δαπανηρές εγκαταστάσεις για τη χρήση της, τουλάχιστον για τις απλές εφαρμογές. Το βασικό πρόβλημα είναι ότι ο Ήλιος δεν λάμπει όλες τις ώρες, και η απαίτηση για ενέργεια θέρμανσης και φωτισμού είναι ιδιαίτερα επιτακτική ακριβώς τις ώρες που έχουμε σκοτάδι και κρύο. Η ηλιακή ενέργεια είναι μια ασθενής ενεργειακή πηγή με μικρή πυκνότητα στο χρόνο και στο χώρο. Όλη η επιφάνεια της Γης δέχεται  $5.6 \times 10^{18}$  MJ ηλιακής ακτινοβολίας κάθε χρόνο, αλλά για να την αξιοποιήσουμε θα πρέπει να εξασφαλίσουμε την συλλογή της για μεγάλο χρονικό διάστημα κάτι το οποίο απαιτεί μεγάλες επιφάνειες.

Η *ηλιακή ενέργεια* σήμερα είναι φθηνότερη σε σχέση με τα τέλη του 20<sup>ου</sup> αιώνα και η τάση δείχνει ότι θα υπάρξουν περαιτέρω μειώσεις. Οι επενδύσεις σε παγκόσμιο επίπεδο στον τομέα αυτό αυξάνονται εκθετικά, με όλο και περισσότερες χώρες να συμμετέχουν στην πρόοδο αυτή. Την συγκεκριμένη περίοδο, το μεγαλύτερο ηλιακό πάρκο στο κόσμο είναι το Agua Caliente solar project Yuma County, στην Αριζόνα των Ηνωμένων Πολιτειών, το οποίο έχει παραγωγή συνολικής ισχύος 290 MW, ενώ οι προοπτικές κατά την ολοκλήρωση του έργου είναι για 397 MW. (Ανδρίτσος, 2008) (Ecole Des Mines De Paris. ΚΑΠΕ , 2001) (Governor's Office of Energy Policy, 2011) (Κορωναίος, 2012)

### B.2.2.1 Ο Ήλιος

Ο Ήλιος είναι ένα τυπικό αστέρι με μάζα  $2 \times 10^{30}$  kg, ακτίνα 700.000 km, ηλικία 5 δισεκατομμυρίων χρόνων και υπολογίζεται ότι έχει μπροστά του άλλα 5 περίπου δισεκατομμύρια χρόνια ζωής. Η επιφανειακή θερμοκρασία του είναι περίπου στους 5.800 K, ενώ η εσωτερική του υπολογίζεται περίπου, 15.000.000 K. Η υψηλή θερμοκρασία του Ήλιου οφείλεται σε πυρηνικές αντιδράσεις, που συμβαίνουν στο εσωτερικό του, κατά τις οποίες μετατρέπεται το υδρογόνο σε ήλιο. Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή, η πυρηνική αντίδραση:



δικαιολογεί, με το έλλειμμα μάζας, την εκλυόμενη ενέργεια με βάση τη γνωστή σχέση  $E = \Delta m \cdot c^2$ , από την ειδική θεωρία της σχετικότητας του Αϊνστάιν. Υπολογίζεται ότι για κάθε γραμμάριο υδρογόνου που μετατρέπεται σε He, εκλύεται ενέργεια ίση με  $U = 1,67 \times 10^5$  kWh. Η ηλιακή ενέργεια διαδίδεται στο σύμπαν, κυρίως με ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία αλλά και με σωματιδιακή μορφή. (Φραγκιαδάκης, 2007)

Η καθημερινή πορεία του Ήλιου στον ουρανό της Γης όπως είναι γνωστό ακολουθεί τη διαδρομή από την Ανατολή προς την Δύση. Στην πραγματικότητα βέβαια, αυτό οφείλεται στην περιστροφή της Γης γύρω από τον (νοητό) άξονα της προς την αντίθετη κατεύθυνση. Αυτή η φορά περιστροφής – αντίθετη με την φορά περιστροφής του ρολογιού - για έναν παρατηρητή έξω από τη Γη που κοιτάει κάτω προς τον Βόρειο Πόλο - είναι η ίδια με τη φορά της κίνησης της Γης γύρω από τον Ήλιο και με την περιστροφή του ήλιου γύρω από το δικό του άξονα.

### B.2.2.2 Η ηλιακή ακτινοβολία και το φάσμα της

Η ποσότητα της ηλιακής ενέργειας που φθάνει σε κάποιο μέρος στην επιφάνεια της Γης κάποια συγκεκριμένη στιγμή, ονομάζεται *ηλιακή ακτινοβολία* και η τιμή της εξαρτάται από ορισμένους παράγοντες. Οι θερμοπυρηνικές αντιδράσεις που γίνονται στον Ήλιο εκλύουν ενέργεια με τη μορφή ισχυρότατης ακτινοβολίας. Η ακτινοβολούμενη ενέργεια του Ήλιου προέρχεται από μετατροπή 654 εκατομμυρίων τόνων υδρογόνου σε 650 εκατομμύρια τόνους ηλίου ανά δευτερόλεπτο στο

εσωτερικό της ηλιακής σφαίρας. Η διαφορά των 4 εκατομμυρίων τόνων που είναι ένα μικρό μόνο κλάσμα της αρχικής ποσότητας υδρογόνου, μετατρέπεται σε ενέργεια με ισοδύναμη θερμαντική αξία 20 τόνων άνθρακα για κάθε γραμμάριο αερίου υδρογόνου που χάνεται.

Αν ο Ήλιος βρίσκεται κατευθείαν πάνω μας (κάθετα) και ο ουρανός είναι καθαρός, η ακτινοβολία σε μια οριζόντια επιφάνεια είναι περίπου  $1000 \text{ W/ m}^2$ . Αυτή είναι περίπου η υψηλότερη τιμή που μπορεί να έχει η ηλιακή ακτινοβολία στην επιφάνεια της Γης, χωρίς τη χρησιμοποίηση συγκεντρωτικών φακών ή καθρεπτών. Η ακτινοβολία αυτή, υφίσταται μια μείωση από τη διαδρομή της μέσα στην ατμόσφαιρα καθώς απορροφάται από τα στρώματα της ατμόσφαιρας. Στην περίπτωση που υπάρχουν σύννεφα, αυτά ανακλούν μέρος αυτής της ενέργειας προς το διάστημα ενώ ένα άλλο μέρος της διαχέεται προς την επιφάνεια της Γης. Η ηλιακή ακτινοβολία που φθάνει στη Γη είναι συνεπώς αποτέλεσμα των εξής συνιστωσών, αυτής που προέρχεται κατευθείαν από τον Ήλιο και ονομάζεται *άμεση ηλιακή ακτινοβολία*, και αυτής που προέρχεται από τα σύννεφα και την ατμόσφαιρα και ονομάζεται *διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία*. Όταν γύρω μας υπάρχουν λόφοι, κτήρια κλπ. που αντανακλούν την ηλιακή ακτινοβολία, υπάρχει και μια τρίτη ποσότητα ενέργειας που ονομάζεται *ανακλώμενη* από το έδαφος ηλιακή ακτινοβολία.

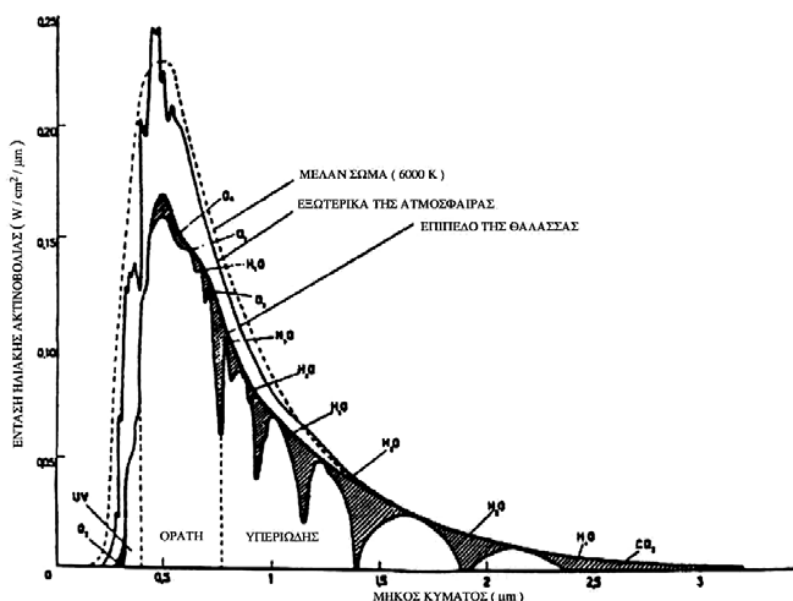
Στα χαρακτηριστικά της ηλιακής ακτινοβολίας είναι ότι η ενέργειά της παρουσιάζει μια *μεγάλη χρονική διακύμανση* μεταξύ μιας μέγιστης τιμής κατά τη διάρκεια των ευνοϊκότερων συνθηκών της ημέρας και της μηδενικής τιμής που αποκτά κατά τη διάρκεια της νύχτας. Επιπλέον υπάρχει μια σημαντική διακύμανση ανάλογα με την εποχή του χρόνου, όπως και ανάλογα με τη γεωγραφική θέση. Ένα δεύτερο χαρακτηριστικό είναι ότι η ηλιακή ακτινοβολία που φθάνει στη Γη, αποτελεί μια *αραιή μορφή ενέργειας* όπως για παράδειγμα, η θερμική ισχύς που μεταδίδεται μέσω  $1\text{m}^2$  θερμαινόμενης επιφάνειας ενός λέβητα είναι περίπου 35 φορές μεγαλύτερη από τη μέγιστη τιμή της ισχύος της ηλιακής ακτινοβολίας στο ίδιο εμβαδόν στην επιφάνεια της Γης.

Η Γη, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, περιστρέφεται γύρω από τον άξονα της μια φορά κάθε 24 ώρες και γυρίζει σε μια ελλειπτική τροχιά γύρω από τον Ήλιο μια φορά κάθε 365 μέρες (περίπου). Ο άξονας περιστροφής της Γης έχει μια κλίση περίπου 23.5 μοίρες από την κατακόρυφο. Κατά την διάρκεια του καλοκαιριού, λόγω ακριβώς αυτής της κλίσεως του άξονα περιστροφής της Γης, ο Ήλιος ακολουθεί μια διαδρομή ψηλά στον ουρανό μεταξύ ανατολής και δύσης. Το χειμώνα η διαδρομή του



ήλιου είναι σε χαμηλότερο επίπεδο. Το φαινόμενο αυτό έχει μεγάλη σημασία για την ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας στις διάφορες εποχές και το εκμεταλλευόμαστε στο σχεδιασμό των κτιρίων, των θερμοκηπίων, στην κλίση των ηλιακών συλλεκτών, καθώς μία επιφάνεια που είναι κάθετη στην διεύθυνση των ακτινών του ήλιου δέχεται περισσότερη ακτινοβολία από μια άλλη που βρίσκεται σε κλίση. (Κορωνάιος, 2012)

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, μία εκτίμηση του μεγέθους της ηλιακής ακτινοβολίας ως πηγής ενέργειας εξαρτάται από τη γεωγραφική θέση, συμπεριλαμβανομένων των τοπικών συνθηκών όπως η συννεφιά, η ομίχλη κλπ. Οι μετεωρολογικές συνθήκες προστίθενται στα προηγούμενα δυο μειονεκτήματα τη χρονική διακύμανση και τη χαμηλή πυκνότητα της ηλιακής ακτινοβολίας. Αυτά τα τρία φαινόμενα είναι οι κυριότερες αιτίες για τη δημιουργία προβλημάτων που εμφανίζονται στις πρακτικές εφαρμογές της μετατροπής της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική ενέργεια ή άλλες χρήσιμες μορφές ενέργειας.



Εικόνα 1 : Φασματική κατανομή της ηλιακής ακτινοβολίας

Το φάσμα του ηλιακού φωτός, στα όρια της ατμόσφαιρας της Γης εκτείνεται πρακτικά, από 0,1  $\mu\text{m}$  (ακτίνες X) μέχρι 100 m (μακρά ραδιοκύματα). Η διαμόρφωση του φάσματος του φωτός που εκπέμπει ο Ήλιος, προσομοιάζεται συνήθως με την ακτινοβολία ενός μέλανος σώματος θερμοκρασίας περίπου 5800 K, όση είναι κατά μέσο όρο η θερμοκρασία της φωτόσφαιρας του Ήλιου. Η προσέγγιση αυτή είναι επαρκής για τη μελέτη θερμικών εφαρμογών της ηλιακής ακτινοβολίας, όπως η θέρμανση νερού στους ηλιακούς θερμοσίφωνες. Δεν είναι

όμως το ίδιο και για τη φωτοβολταϊκή μετατροπή της ηλιακής ενέργειας, αφού αυτή καθορίζεται από τη λεπτομερειακή φωτονική σύσταση της ακτινοβολίας.

Το τμήμα του φάσματος που είναι ορατό στο ανθρώπινο μάτι αποτελείται από το συνεχές των χρωμάτων μοβ - μπλε - πράσινο - κίτρινο - κόκκινο, με εύρος μήκους κύματος από 400nm – 700nm και ονομάζεται λευκό φως. Ο ήλιος εκπέμπει ακτινοβολία (εικόνα 1) σε μικρότερα (υπεριώδεις ακτίνες-X) και μεγαλύτερα (υπέρυθρες) μήκη κύματος. Προσεκτική εξέταση του ηλιακού φάσματος αποκαλύπτει ότι υπάρχουν στενές, σκοτεινές περιοχές όπου η ένταση του ηλιακού φωτός υφίσταται σημαντική μείωση. Αυτές ονομάζονται φασματικές γραμμές και σχετίζονται με μεταπηδήσεις ηλεκτρονίων σε άτομα που υπάρχουν μέσα στην ηλιακή ατμόσφαιρα. Το ηλιακό φως, καθώς διαπερνάει την ατμόσφαιρα, απορροφάται και διαχέεται επιλεκτικά μακριά από την γραμμή οράσεως σε αυτά τα μήκη κύματος, πράγμα που οδηγεί σε μειωμένες εντάσεις στο υπόλοιπο (καθαρό) φάσμα που εξέρχεται. (Κορωνάιος, 2012) (Φραγκιαδάκης, 2007)

### **B.2.2.3 Αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας**

Όπως αναφέρθηκε και στην αρχή της ενότητας η *ηλιακή ενέργεια* μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε για την παραγωγή θερμότητας είτε για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Όταν μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί για θέρμανση του νερού (για χρήση σε σπίτια, κτίρια, ή πισίνες) και για θέρμανση χώρου (σπίτια, θερμοκήπια και άλλα κτίρια). Αυτό γίνεται εφικτό με χρήση ηλιακών θερμικών συστημάτων που συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια και τη μετατρέπουν σε θερμότητα. Τα συστήματα αυτά διακρίνονται σε *ενεργητικά* και *παθητικά* ενώ τέλος για τη μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική, χρησιμοποιούνται τα φωτοβολταϊκά και τα ηλιοθερμικά συστήματα .

Ξεκινώντας από τα *παθητικά ηλιακά συστήματα*, τα οποία είναι δομικά στοιχεία του κτιρίου, τα οποία χωρίς τη χρήση μηχανικών μέσων αλλά και με την αξιοποίηση των νόμων μεταφοράς θερμότητας συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια, την αποθηκεύουν σε μορφή θερμότητας και τη διανέμουν στο χώρο. Η συλλογή της ηλιακής ενέργειας βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, δηλαδή στην είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας μέσω του γυαλιού ή άλλου διαφανούς υλικού και στον εγκλωβισμό της θερμότητας στο εσωτερικό του χώρου. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα συνδυάζονται

με τεχνικές φυσικού φωτισμού, καθώς και με τεχνικές για τον φυσικό δροσισμό των κτιρίων το καλοκαίρι. Ένα κτίριο που περιλαμβάνει παθητικά συστήματα θέρμανσης, δροσισμού ή ακόμη και φυσικού φωτισμού, ονομάζεται "*βιοκλιματικό κτίριο*" και είναι δυνατό να καλύψει μεγάλο μέρος των ενεργειακών του αναγκών από την άμεση ή έμμεση αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας.

Μια άλλη κατηγορία αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας είναι τα *ενεργητικά ηλιακά συστήματα*, τα οποία συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία και στη συνέχεια τη μεταφέρουν με τη μορφή θερμότητας σε νερό, αέρα ή σε κάποιο άλλο ρευστό. Η τεχνολογία που εφαρμόζεται είναι αρκετά απλή και υπάρχουν πολλές δυνατότητες εφαρμογής της σε θερμικές χρήσεις χαμηλών θερμοκρασιών. Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα αποτελούνται από δύο βασικά μέρη. Το πρώτο είναι το τμήμα συλλογής (οι ηλιακοί συλλέκτες, η επιφάνεια απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας) και το δεύτερο είναι το τμήμα αποθήκευσης (η δεξαμενή αποθήκευσης του νερού) που συνήθως διαθέτει και ηλεκτρική αντίσταση με θερμοστάτη, για να μπορεί να παράγεται ζεστό νερό και σε περιόδους μικρής ή μηδενικής ηλιοφάνειας. (Υπηρεσία Ενέργειας Υπουργείο Εμπορίου, Βιομηχανίας & Τουρισμού, 2010)

Το πιο απλό και διαδομένο ηλιακό ενεργητικό σύστημα είναι ο *ηλιακός θερμοσίφωνας*, του οποίου η αρχή λειτουργίας βασίζεται στο γεγονός ότι το νερό που θερμαίνεται στο συλλέκτη διαστέλλεται και γίνεται ελαφρύτερο από το χαμηλότερης θερμοκρασίας νερό της δεξαμενής. Αυτή η διαφορά πυκνότητας του νερού έχει ως αποτέλεσμα τη φυσική κυκλοφορία του μέσου του συλλέκτη και τη μεταφορά του θερμού νερού στην αποθηκευτική δεξαμενή. Την ίδια στιγμή, το κρύο νερό της δεξαμενής ωθείται προς το συλλέκτη. Απαραίτητη προϋπόθεση για τη φυσική κυκλοφορία του νερού είναι η τοποθέτηση της δεξαμενής σε σημείο ψηλότερο από τους συλλέκτες. Σε περίπτωση που βρίσκεται χαμηλότερα, η κυκλοφορία του νερού γίνεται με τη βοήθεια κατάλληλου αυτοματισμού. (Υπηρεσία Ενέργειας Υπουργείο Εμπορίου, Βιομηχανίας & Τουρισμού, 2010)

Μετά τον ηλιακό θερμοσίφωνα, ο οποίος είναι η απλούστερη και πιο γνωστή ηλιακή συσκευή, τα *φωτοβολταϊκά συστήματα* είναι ο πιο σύγχρονος, αποδοτικός και ευρείας αποδοχής μηχανισμός αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας με ποσοστό αξιοποίησης μέχρι και το 19% της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας. Η χρήση φωτοβολταϊκών, αν και το θεωρητικό υπόβαθρο ξεκινάει από το 1839 και τον Μπεκερέλ, είναι σχετικά πρόσφατα εξελιγμένη τεχνολογία, με ραγδαία ανάπτυξη στο δεύτερο μισό της πρώτης δεκαετίας του 21<sup>ου</sup> αιώνα. Αυτή η συνεχώς αναπτυσσόμενη

τεχνολογία τα φωτοβολταϊκά συστήματα μπορούν να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια, αντλώντας όπως και τα ηλιοθερμικά συστήματα, ενέργεια από τον Ήλιο. Οι ηλιακές κυψέλες, κοινώς τα φωτοβολταϊκά στοιχεία (ημιαγωγοί), είναι “συσκευές” που μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια άμεσα σε ηλεκτρική ενέργεια μέσω του φωτοβολταϊκού φαινομένου. (Ανδρίτσος, 2008) (Κατσαπρακάκης, 2009) (Ecole Des Mines De Paris. ΚΑΠΕ , 2001)

Η λειτουργία των φωτοβολταϊκών συστημάτων βασίζεται στο γεγονός ότι η ηλιακή ακτινοβολία είναι δυνατό να αλλάξει τις ιδιότητες ορισμένων υλικών (ημιαγωγών) παράγοντας ηλεκτρικό ρεύμα μέσω του “φωτοβολταϊκού φαινομένου”. Κατά το φωτοβολταϊκό φαινόμενο, το ηλιακό φως που προσπίπτει σε έναν ημιαγωγό δυο στρωμάτων δημιουργεί ηλεκτρικό δυναμικό μεταξύ τους. Η τάση αυτή μπορεί να ενεργοποιήσει μια ανάλογης τάσης και ισχύος συσκευή ή να διανεμηθεί στο ηλεκτρικό σύστημα. Το σύνολο των φωτοβολταϊκών στοιχείων που συνδέονται ηλεκτρονικά μεταξύ τους, ονομάζεται φωτοβολταϊκή γεννήτρια και το σύνολο των φωτοβολταϊκών γεννητριών συνδεδεμένων μεταξύ τους ονομάζεται φωτοβολταϊκή συστοιχία. Η φωτοβολταϊκή συστοιχία αποτελεί το βασικότερο μέρος του φωτοβολταϊκού συστήματος και συνοδεύεται από κατάλληλα ηλεκτρονικά κυκλώματα για έλεγχο και διαχείριση της παραγόμενης ενέργειας, καθώς και από σύστημα αποθήκευσης (μπαταρίες). Το παραγόμενο ηλεκτρικό ρεύμα είναι συνεχούς τάσης και ανάλογα με την εφαρμογή μπορεί να μετατραπεί σε εναλλασσόμενο με τη βοήθεια ενός αντιστροφέα τάσης. (Υπηρεσία Ενέργειας Υπουργείο Εμπορίου, Βιομηχανίας & Τουρισμού, 2010)

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα αποτελούν μια αξιόπιστη τεχνολογία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τον Ήλιο. Η απόδοση των φωτοβολταϊκών συστημάτων αυξάνεται με τη χρήση συστημάτων περιστροφής των πλαισίων τα οποία ακολουθούν την κίνηση του Ήλιου, ωστόσο η εγκατάσταση τέτοιων συστημάτων είναι πιθανό να αυξήσει σημαντικά το κόστος μιας εγκατάστασης. Οι συνεχείς τεχνολογικές εξελίξεις στον τομέα αποσκοπούν στη μεγιστοποίηση της απόδοσης των συστημάτων αυτών και στην ταυτόχρονη μείωση του κόστους της παραγόμενης κιλοβατώρας με στόχο να καταστήσουν τα φωτοβολταϊκά συστήματα μια από τις σημαντικότερες τεχνολογίες εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας στο άμεσο μέλλον. (Υπηρεσία Ενέργειας Υπουργείο Εμπορίου, Βιομηχανίας & Τουρισμού, 2010)

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα συνήθως προκαλούν λίγα ως ελάχιστα περιβαλλοντολογικά προβλήματα. Ο εξοπλισμός παραγωγής λειτουργεί αθόρυβα και

δεν εκπέμπει αέριους ρύπους, ενώ βασικό υλικό για τα περισσότερα πλαίσια είναι το πυρίτιο το οποίο είναι εντελώς αβλαβές υλικό και υπάρχει σε αφθονία στην φύση. Σε ευρεία κλίμακα εφαρμογής ως πρόβλημα χαρακτηρίζεται η αλλαγή στο ποσοστό ανάκλασης της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας (λευκαύγεια) που προκαλούν, η οποία είναι μικρή αλλά σε σχέση με τα αντισταθμιστικά οφέλη, είναι αμελητέα. Εξίσου αμελητέα είναι σύμφωνα με μελέτες η τοπική αύξηση της θερμοκρασίας που παρατηρείται στα φωτοβολταϊκά πάρκα. (Ecole Des Mines De Paris. ΚΑΠΕ , 2001) (Σύνδεσμος Εταιριών Φωτολταϊκών, 2011)

### **B.2.3 Αιολική ενέργεια**

Η αιολική ενέργεια άρχισε να χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ήδη από τα τέλη του 19ου αιώνα, αν και ώθηση στη χρήση της έδωσε η πετρελαϊκή κρίση του 1973. Τα τελευταία χρόνια, η αιολική ενέργεια αποτελεί μία αξιόλογη ενεργειακή πηγή, με χαμηλό σχετικά κόστος, η οποία μπορεί να παράσχει σημαντικές ποσότητες ηλεκτρικής ενέργειας χωρίς τα περιβαλλοντικά προβλήματα που προκαλούνται από την καύση ορυκτών καυσίμων. Την αιολική ενέργεια όμως την αξιοποιούμε εδώ και χιλιάδες χρόνια στα ιστιοφόρα πλοία, για άλεση δημητριακών και για πολλές εφαρμογές μηχανικής ενέργειας. Σήμερα υπάρχουν περισσότεροι από ένα εκατομμύριο ανεμόμυλοι για την άντληση νερού, αλλά και για φόρτιση μπαταριών. Οι σύγχρονοι «ανεμόμυλοι» που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ονομάζονται ανεμογεννήτριες ή ανεμοκινητήρες ή καλύτερα συστήματα μετατροπής της αιολικής ενέργειας (θα αναλυθούν λεπτομερώς στη συνέχεια) το κόστος των οποίων μειώνεται συνεχώς. (Ανδρίτσος, 2008)

Η αιολική ενέργεια δημιουργείται έμμεσα από την ηλιακή ακτινοβολία, καθώς η ανομοιόμορφη θέρμανση της επιφάνειας της Γης προκαλεί τη μετακίνηση μεγάλων αέριων μαζών από τη μια περιοχή στην άλλη, δημιουργώντας τους ανέμους. Αν υπήρχε η τεχνολογική δυνατότητα να καταστεί εκμεταλλεύσιμο το συνολικό αιολικό δυναμικό της Γης, εκτιμάται ότι η παραγόμενη σε ένα χρόνο ηλεκτρική ενέργεια θα ήταν υπερδιπλάσια από τις ανάγκες της ανθρωπότητας στο ίδιο χρονικό διάστημα. Υπολογίζεται ότι στο 25% της επιφάνειας της Γης σε ύψος 10 m πάνω από το έδαφος επικρατούν άνεμοι μέσης ετήσιας ταχύτητας που ξεπερνά τα 5 μέτρα/δευτερόλεπτο.

Σύμφωνα με τα σημερινά δεδομένα, όταν η μέση ετήσια ταχύτητα του ανέμου ξεπερνά αυτήν την τιμή το αιολικό δυναμικό ενός τόπου θεωρείται ενεργειακά εκμεταλλεύσιμο και οι απαιτούμενες εγκαταστάσεις μπορούν να καταστούν οικονομικά βιώσιμες. (Υπηρεσία Ενέργειας Υπουργείο Εμπορίου, Βιομηχανίας & Τουρισμού, 2010)

Οι λόγοι της μεγάλης διάδοσης της αιολικής ενέργειας σήμερα είναι λόγω του χαμηλού κόστους στα μέρη, όπου η ταχύτητα του ανέμου είναι ικανοποιητική, κυρίως σε νησιωτικές και ορισμένες παραθαλάσσιες περιοχές στην ηπειρωτική χώρα. Επίσης το γεγονός ότι είναι μια καθαρή και ασφαλής ενεργειακή μορφή χωρίς σημαντικές επιπτώσεις ειδικά αν σχεδιαστούν ανεμογεννήτριες που να ταιριάζουν με το περιβάλλον. Τέλος, η αιολική ενέργεια είναι μια τοπική μορφή ενέργειας, η οποία δίνει συνεπώς μια ενεργειακή αυτοδυναμία, χωρίς εξαρτήσεις από ξένους παράγοντες, διακυμάνσεις τιμής, καθώς και ότι μπορούν να εγκατασταθούν σε σύντομο χρονικό διάστημα. (Κορωναίος, 2012)

Τα τελευταία είκοσι χρόνια, ιδιαίτερα μετά τις διαδοχικές ενεργειακές κρίσεις και σε συνδυασμό με τα οξυμμένα περιβαλλοντικά προβλήματα, οι άνθρωποι έδειξαν αυξημένο ενδιαφέρον για την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας. Αξίζει να σημειωθεί στο σημείο αυτό, ότι η αιολική ενέργεια αποτελεί σήμερα την πλέον συμφέρουσα μη επαρκώς αξιοποιήσιμη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, δεδομένου ότι ήδη το κόστος της παραγόμενης αιολικής συναγωνίζεται το κόστος της συμβατικής, χωρίς μάλιστα να συμπεριληφθεί το κοινωνικό και περιβαλλοντικό κόστος από την παραγωγή ενέργειας. Για το λόγο αυτό, τα τελευταία χρόνια γίνονται σοβαρές επενδύσεις στον τομέα της αιολικής ενέργειας, τόσο από δημόσιους όσο και από ιδιωτικούς φορείς, κυρίως στις πιο αναπτυγμένες χώρες του πλανήτη μας. (Καλδέλλης, 2007)

Τα περιβαλλοντικά οφέλη σε εθνική κλίμακα περιλαμβάνουν την απουσία παραγωγής αέριων εκπομπών, την καλή ενεργειακή απόδοση και την περιορισμένη χρήση γης. Σε τοπικό επίπεδο, παρουσιάζονται ορισμένα περιβαλλοντικά προβλήματα όπως είναι η παραγωγή θορύβου, οι αισθητικές επιπτώσεις στο τοπίο, η διάβρωση εδάφους από τους δρόμους υποστήριξης, οι επιπτώσεις στα πουλιά και οι παρενοχλήσεις στις τηλεπικοινωνίες. (Καλδέλλης, 2007) (<http://www.ypeka.gr>)

### **B.2.3.1 Ο άνεμος**

Ο άνεμος αποτελεί κίνηση αέριας μάζας στην ατμόσφαιρα που προκαλείται όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως από την ηλιακή ακτινοβολία. Πιο συγκεκριμένα, είναι αποτέλεσμα των θερμοκρασιακών διαφορών που δημιουργούνται στην ατμόσφαιρα, είτε λόγω γεωγραφικού πλάτους είτε λόγω διαφορετικής θερμοκρασίας της επιφάνειας της Γης. Οι διαφορετικές γεωγραφικές θερμοκρασίες οφείλονται κυρίως στην υψομετρική διαφορά μεταξύ δύο σημείων και στην διαφορετική φύση της επιφάνειας (έδαφος ή νερό). Οι άνεμοι που δημιουργούνται λόγω διαφορετικού γεωγραφικού πλάτους είναι φαινόμενα σχεδόν σταθερά ή μεταβλητά με μεγάλη περίοδο μεταβολής, καθώς επηρεάζονται από την περιστροφή της Γης γύρω από τον άξονά της. Οι άνεμοι που οφείλονται στο δεύτερο παράγοντα χαρακτηρίζονται από μικρή χρονική διάρκεια και παρατηρούνται είτε κοντά σε ορεινούς όγκους είτε σε περιοχές κοντά σε θάλασσα όπου υπάρχει διαφορετικός βαθμός θέρμανσης ή ψύξης του εδάφους και του υδάτινου όγκου.

Για την πλήρη περιγραφή του ανέμου πρέπει να γνωρίζουμε την ένταση, δηλαδή την ταχύτητα με την οποία κινείται και την διεύθυνσή του. Η ισχύς του ανέμου, σε ολόκληρο τον πλανήτη εκτιμάται σε  $3.6 \times 10^8 \text{ MW}$ , ενώ σύμφωνα με εκτιμήσεις του Παγκόσμιου Οργανισμού Μετεωρολογίας, ποσοστό περίπου 5% της αιολικής ενέργειας, που ανέρχεται σε  $175 \times 10^{12} \text{ kWh}$ , είναι διαθέσιμο για ενεργειακή αξιοποίηση σε διάφορα μέρη του κόσμου. Η διεύθυνση και η ταχύτητα του ανέμου εξαρτώνται τόσο από ειδικούς παράγοντες (γενική ατμοσφαιρική κυκλοφορία) όσο και από τοπικούς παράγοντες (ανάγλυφο της περιοχής, ύπαρξη θάλασσας). Η γενική ατμοσφαιρική κυκλοφορία οφείλεται στη διαφορετική θερμοκρασία μεταξύ ισημερινού και πόλων, στην περιστροφή της Γης καθώς και στην ανομοιομορφία της θερμικής συμπεριφοράς ξηράς και θάλασσας. (Καλδέλλης, 2007)

### **B.2.3.2 Εφαρμογές της αιολικής ενέργειας**

Για την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας χρησιμοποιούνται ανεμογεννήτριες κάθε τύπου, οι οποίες μετατρέπουν μέρος της κινητικής ενέργειας του ανέμου σε περιστροφική (μηχανική) ενέργεια του άξονα της μηχανής, η οποία με τη σειρά της μπορεί να χρησιμοποιηθεί με διάφορους τρόπους. Η λειτουργία της ανεμογεννήτριας

βασίζεται στην κίνηση των πτερυγίων της, τα οποία περιστρέφονται όταν ασκείται δύναμη λόγω του ανέμου. Η κίνηση αυτή μεταδίδεται σε έναν άξονα περιστροφής που με τη βοήθεια ενός συστήματος προσανατολισμού, βρίσκεται συνεχώς παράλληλα με τη διεύθυνση του ανέμου. Η κινητική ενέργεια του άξονα περιστροφής μετατρέπεται σε ηλεκτρικό ρεύμα από μια γεννήτρια. Η απόδοση μιας ανεμογεννήτριας εξαρτάται από το μέγεθος της, καθώς και από την ταχύτητα του ανέμου. (Kavadias, et al., 2001)

Η κυριότερη χρήση των ανεμογεννητριών είναι για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είτε αυτόνομα (με τη βοήθεια συσσωρευτών) είτε σε σύνδεση με το ηλεκτρικό δίκτυο της περιοχής. Το παραγόμενο ηλεκτρικό ρεύμα τροφοδοτεί καταναλώσεις συνεχούς ρεύματος, όπως για παράδειγμα θερμάστρες, φωτισμό κ.α. Τα αιολικά πάρκα, τα οποία αποτελούνται από συστοιχίες πολλών ανεμογεννητριών, εγκαθίστανται και λειτουργούν σε περιοχές υψηλού αιολικού δυναμικού και το σύνολο της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας διοχετεύεται στο δίκτυο. Υπάρχει επίσης δυνατότητα οι ανεμογεννήτριες να λειτουργούν αυτόνομα για κάλυψη ή τη συμπλήρωση ενεργειακών αναγκών απομακρυσμένων κατοικιών και αγροκτημάτων.

Επίσης είναι δυνατή η χρήση της αιολικής ενέργειας για την απευθείας παραγωγή θερμότητας (τριβή στερεών, αναδευτήρες, κατάθλιψη υγρών), η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε για τη θέρμανση χώρων εργασίας είτε για την αποξήρανση γεωργικών προϊόντων είτε τέλος για τη θέρμανση θερμοκηπίων. Ανάμεσα στις υπόλοιπες χρήσεις της αιολικής ενέργειας είναι η αφαλάτωση νερού, η ηλεκτρόλυση ύδατος και η παραγωγή καύσιμου υδρογόνου, καθώς και η φόρτιση συσσωρευτών για το εμπόριο. (Kavadias, et al., 2001)

Σήμερα οι τεχνολογικές εξελίξεις στον τομέα έχουν καταστήσει δυνατή την αθόρυβη λειτουργία των ανεμογεννητριών, την αύξηση του μεγέθους τους και τη μείωση του κόστους εγκατάστασής τους. Η αιολική βιομηχανία είναι σήμερα η ταχύτερα αναπτυσσόμενη ενεργειακή τεχνολογία με εντυπωσιακούς ρυθμούς ανάπτυξης τα τελευταία χρόνια. Καθώς αναπτύσσονται τεχνολογίες για εγκαταστάσεις αιολικών πάρκων στη θάλασσα, για ελαφρύτερες κατασκευές και για γεννήτριες μεταβλητής ταχύτητας, η συμμετοχή της αιολικής ενέργειας στο παγκόσμιο ενεργειακό ισοζύγιο αναμένεται να αυξηθεί σημαντικά με τη χρήση ανεμογεννητριών μεγάλης ισχύος και διάσπαρτων μεγάλων αιολικών πάρκων. (Υπηρεσία Ενέργειας Υπουργείο Εμπορίου, Βιομηχανίας & Τουρισμού, 2010)



## B.2.4 Γεωθερμική ενέργεια

Η *γεωθερμική ενέργεια* αναφέρεται στη θερμική ενέργεια που περιέχεται στα πετρώματα και στα ρευστά της Γης, πιο συγκεκριμένα εννοείται η γήινη θερμότητα που βρίσκεται αποθηκευμένη με τη μορφή θερμού νερού, ατμού ή θερμών πετρωμάτων σε ευνοϊκές γεωλογικές συνθήκες, δηλαδή περιορίζεται στα πρώτα τρία χιλιόμετρα από την επιφάνεια της Γης. Η ενέργεια αυτή βρίσκεται συνήθως περιορισμένη σε μία γεωγραφική περιοχή ή πεδίο με συγκεκριμένα επιφανειακά όρια.

Η πλέον εντυπωσιακή απόδειξη της θερμότητας που υπάρχει στο εσωτερικό της Γης, αποτελεί η ηφαιστειακή δραστηριότητα. Άλλες γεωθερμικές ενδείξεις είναι οι ατμοί, τα θερμά νερά και τα αέρια που σχηματίζουν θερμοπίδακες και θερμές πηγές. Ο ρυθμός αύξησης της θερμοκρασίας, καθώς κινούμαστε από την επιφάνεια στο εσωτερικό της Γης, είναι γνωστός με το όνομα γεωθερμική βαθμίδα. Η γεωθερμική βαθμίδα κυμαίνεται από 5 μέχρι 70°C/km, με μέση τιμή τους 30°C/km. Περιοχές με γεωθερμικό ενδιαφέρον είναι οι περιοχές που διαθέτουν γεωθερμική βαθμίδα μεγαλύτερη από τη μέση τιμή και σύμφωνα με όλες τις ενδείξεις υπάρχουν πολλές τέτοιες περιοχές στον πλανήτη μας.

Η γεωθερμική ενέργεια είναι μια σχετικά ήπια εναλλακτική μορφή ενέργειας, η οποία με τα σημερινά τεχνολογικά δεδομένα μπορεί να καλύψει σημαντικό μέρος των αναγκών μας σε ενεργειακά ζητήματα. Ενώ το δυναμικό της γεωθερμικής ενέργειας σε όλο τον κόσμο είναι σημαντικό, υπάρχουν αρκετοί περιορισμοί στο να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά αυτό το δυναμικό. Οι τύποι των περιορισμών είναι τεχνικής φύσεως (διάβρωση, δημιουργία επικαθίσεων), περιβαλλοντικής φύσεως (εκπομπές τοξικών αερίων, θερμική ρύπανση) και οικονομικής φύσεως. (Φυτίκας, et al., 2004)

Τα περιβαλλοντικά οφέλη από τη χρήση της γεωθερμικής ενέργειας είναι σημαντικά αφού επιτυγχάνεται αποφυγή έκλυσης διοξειδίου του άνθρακα και άλλων αέριων ρύπων που εκλύονται από την καύση των συμβατικών καυσίμων. Ένα σύστημα αξιοποίησης της γεωθερμικής ενέργειας για ηλεκτροπαραγωγή ή για θερμικές εφαρμογές, εφόσον έχει σχεδιασθεί και υλοποιηθεί σωστά, δεν προκαλεί ρύπανση στο περιβάλλον. Επιπρόσθετα οφέλη της γεωθερμικής ενέργειας είναι η θερμότητα που παράγεται από γεωθερμικά ρευστά, η οποία είναι σημαντικά φθηνότερη από εκείνη που παράγεται από την καύση πετρελαίου θέρμανσης και

φυσικού αερίου. Τέλος, η γεωθερμία αποτελεί εγχώρια μορφή ενέργειας μέσω της οποίας επιτυγχάνεται ανάπτυξη σε τοπικό επίπεδο από την εγκατάσταση των γεωθερμικών μονάδων και παράλληλη μείωση της εξάρτησης της κοινωνίας από εισαγόμενα καύσιμα. (Βραχόπουλος, et al., 2015)

#### **B.2.4.1 Χρήσεις και εφαρμογές της γεωθερμικής ενέργειας**

Η χρήση της γεωθερμικής ενέργειας αναφέρεται στην οικονομική εκμετάλλευση του ατμού ή των θερμών νερών, είτε αυτά ρέουν φυσικά είτε βγαίνουν στην επιφάνεια μέσω γεώτρησης. Οι γεωθερμικές χρήσεις περιλαμβάνουν την αξιοποίηση της θερμότητας των πετρωμάτων ή του εδάφους και διαχωρίζονται σε *ηλεκτρικές* και σε *άμεσες*. Το εύρος των θερμοκρασιών των θερμών νερών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν εκτείνεται από τους 20°C για θέρμανση χώρων, με τη χρήση γεωθερμικών αντλιών θερμότητας και φθάνει μέχρι τους 280°C για παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος. Επιπλέον, αρκετά γεωθερμικά ρευστά εκτός από τη θερμότητά τους περιέχουν και αξιοποιήσιμες διαλυμένες ποσότητες στερεών ή αέριων ουσιών (κοινό αλάτι, διοξείδιο του άνθρακα, πολύτιμα μέταλλα), τα οποία μπορούν να ανακτηθούν με οικονομικό τρόπο. (Φυτίκας, et al., 2004)

Η εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας με τη μετατροπή της σε ηλεκτρική άρχισε μετά το 1900. Σήμερα, εγκαταστάσεις εκμετάλλευσης της γεωθερμικής ενέργειας λειτουργούν σε περίπου είκοσι χώρες με συνολική ισχύ πάνω από 6.000 MW. Η μετατροπή σε ηλεκτρική ενέργεια γίνεται είτε με τη δημιουργία ατμού και τη χρησιμοποίηση ατμοστροβίλου είτε με τη χρησιμοποίηση ενός άλλου υγρού, συνήθως μιας οργανικής ένωσης με χαμηλότερο σημείο ζέσεως από το νερό που δίνει ατμούς μεγαλύτερης πίεσης σε χαμηλότερες θερμοκρασίες. Οι εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας είναι συνήθως μικρές σε ισχύ αλλά αποτελούν ιδανική λύση για τις ανάγκες μικρών αγροτικών οικισμών, δίνοντας αρκετή ηλεκτρική ενέργεια για τις ανάγκες του οικισμού, για άντληση νερού, για τις ανάγκες των θερμοκηπίων ή για την κατεργασία αγροτικών προϊόντων π.χ. ψύξη ή ξήρανση των τροφίμων.

Σε πολλές ανεπτυγμένες χώρες στο δυτικό κόσμο με απευθείας εφαρμογή της γεωθερμικής ενέργειας εξασφαλίζεται η θέρμανση κατοικιών και διαφόρων χώρων, όπως και η παροχή θερμού ύδατος. Η μεταφορά του ζεστού νερού μπορεί να γίνει με καλά μονωμένους σωλήνες, ώστε η απώλεια ενέργειας να είναι πολύ μικρή με

αποτέλεσμα το ζεστό νερό να μεταφέρεται σε αποστάσεις μεγαλύτερες από 50 χιλιόμετρα. Βέβαια, όσο μεγαλύτερη είναι η απόσταση τόσο αυξάνει το κόστος διότι προστίθενται έξοδα εγκατάστασης και συντήρησης. Το κόστος αφορά την αρχική γεωθερμική εγκατάσταση όπως και την εγκατάσταση μεταφοράς και διανομής του νερού και ακολούθως τα έξοδα συντήρησης. Επίσης, εφαρμογή έχουμε στη γεωργία για τη θέρμανση θερμοκηπίων, όπου υπάρχει και παράλληλη μείωση του κόστους παραγωγής των προϊόντων λόγω της φθηνής γεωθερμικής ενέργειας καθώς και σε κτηνοτροφικές και πτηνοτροφικές μονάδες. (Βούτσινος, et al., 2002) (Ανδρίτσος, 2008)

### **B.2.5 Ενέργεια από βιομάζα**

Με τον όρο *βιομάζα* εννοούμε τη ανανεώσιμη ενεργειακή πηγή που προέρχεται από οργανική ύλη. Η βιομάζα μπορεί να προέρχεται είτε άμεσα από πρωτογενή πηγή (φυτά) είτε έμμεσα από τα αστικά, βιομηχανικά ή αγροτικά απόβλητα. Η οργανική ύλη περιλαμβάνει το ξύλο, τα υπολείμματα από αγροτικές και δασικές δραστηριότητες, τα υπολείμματα από τις αγροτικές βιομηχανίες, τα προϊόντα ενεργειακών καλλιεργειών καθώς και κάθε άλλο υλικό που διαθέτει οργανικό φορτίο όπως είναι τα υπολείμματα κτηνοτροφικών μονάδων και η ιλύς (πηχτό ίζημα που προκύπτει από τον καθαρισμό των λυμάτων) από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού. (Εγχειρίδιο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για Δυνητικούς Χρήστες, 2006)

Μετά την ενεργειακή κρίση του 1973, η βιομάζα άρχισε να θεωρείται ως μία αξιόλογη πηγή ενέργειας, η οποία έχει τη δυνατότητα να συμβάλλει σημαντικά στις ενεργειακές ανάγκες της ανθρωπότητας, ιδιαίτερα λόγω του ότι είναι μία ανεξάντλητη πηγή ενέργειας. Δεν υπάρχουν αξιόπιστες εκτιμήσεις για τη συμμετοχή της βιομάζας στην παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας και συχνά η βιομάζα δεν εμφανίζεται στην κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας μιας χώρας. Είναι γεγονός αδιαμφισβήτητο, ότι σε πολλές αναπτυσσόμενες χώρες η βιομάζα καλύπτει το μεγαλύτερο ποσοστό των ενεργειακών αναγκών. Ακόμη και στις ανεπτυγμένες χώρες η κατανάλωση βιοενέργειας δεν είναι αμελητέα και υπερβαίνει στο 3% της ενεργειακής κατανάλωσης κυρίως σε χώρες που χρησιμοποιούν εκτεταμένα την

ξυλεία, το ποσοστό αυτό μπορεί να είναι αρκετά μεγαλύτερο. (Βούτσινος, et al., 2002)

Η βιομάζα αποτελεί μια σημαντική, ανεξάντλητη και φιλική προς το περιβάλλον πηγή ενέργειας, η οποία είναι δυνατό να συμβάλλει σημαντικά στην ενεργειακή επάρκεια, αντικαθιστώντας τα συνεχώς εξαντλούμενα αποθέματα ορυκτών καυσίμων (πετρέλαιο, άνθρακας, φυσικό αέριο). Η παραγωγή ενέργειας από τη βιομάζα σε αντίθεση με την καύση ορυκτών ανθράκων δε συνοδεύεται με παραγωγή διοξειδίου του θείου (SO<sub>2</sub>). Επίσης δεν επιβαρύνει το φαινόμενο του θερμοκηπίου που οφείλεται σε μεγάλο ποσοστό στο διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) που παράγεται από την καύση ορυκτών καυσίμων. (Εγχειρίδιο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για Δυνητικούς Χρήστες, 2006)

### **B.2.5.1 Αξιοποίηση της βιομάζας και δυσκολίες**

Σκοπός της ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας είναι η παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού. Ανάλογα με την πρώτη ύλη που κάθε φορά είναι διαθέσιμη, επιλέγεται και η αντίστοιχη διεργασία για την βέλτιστη ενεργειακή της αξιοποίηση. Οι διεργασίες που είναι διαθέσιμες για την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας χωρίζονται σε δύο κατηγορίες τις θερμοχημικές και τις βιοχημικές.

Η βιομάζα, εκτός από την παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή υγρών καυσίμων (βιοκαύσιμα), τα οποία χρησιμοποιούνται κυρίως στις μεταφορές. Τα πιο συνηθισμένα στο εμπόριο είναι το βιοντίζελ, η βιοαιθανόλη και ο μεθυλεστέρας ο οποίος μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε μόνος του είτε σε μίγμα με πετρέλαιο κίνησης σε πετρελαιοκινητήρες.

Ο αυξημένος όγκος και η μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρασία, σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα δυσχεραίνουν την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας. Η μεγάλη διασπορά και η εποχιακή παραγωγή της βιομάζας δυσκολεύουν τη συνεχή τροφοδοσία σε πρώτη ύλη των μονάδων ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας. Σύμφωνα με τα παραπάνω, παρουσιάζονται δυσκολίες κατά τη συλλογή, μεταφορά, και αποθήκευση της βιομάζας που αυξάνουν το κόστος της ενεργειακής αξιοποίησης. Επίσης οι σύγχρονες και βελτιωμένες τεχνολογίες μετατροπής της βιομάζας απαιτούν υψηλό κόστος εξοπλισμού, συγκρινόμενες με αυτό των συμβατικών καυσίμων.

Η κάλυψη αναγκών θερμότητας, ψύξης και ηλεκτρισμού σε γεωργικές περιοχές, καθώς και σε βιομηχανίες που βρίσκονται κοντά σε πηγές παραγωγής βιομάζας, αλλά και παραγωγή υγρών καυσίμων (βιοαιθανόλη) μεταφορών φαίνεται ότι θα αποτελέσουν μελλοντικά τους κύριους τομείς αξιοποίησης των τεράστιων ποσοτήτων βιομάζας ειδικά αν ξεπεραστούν μέσω της τεχνολογίας τα ανωτέρω μειονεκτήματα. Τέλος, δεν είναι μόνο τα γεωργικά και δασικά υπολείμματα από τα οποία αντλούμε τη βιομάζα αλλά η σύγχρονη τάση στη γεωργία θέλει την ανάπτυξη των ενεργειακών καλλιεργιών, από τις οποίες μπορούμε να παράγουμε μεγάλες ποσότητες βιομάζας με σκοπό την τελική παραγωγή βιοκαυσίμων μεταφορών. (Εγχειρίδιο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για Δυνητικούς Χρήστες, 2006) (Υπηρεσία Ενέργειας Υπουργείο Εμπορίου, Βιομηχανίας & Τουρισμού, 2010) (Βούτσινος, et al., 2002)

## **B.2.6 Ενέργεια του νερού**

### **B.2.6.1 Υδροηλεκτρική ενέργεια**

Η υδροηλεκτρική ενέργεια προέρχεται από το νερό που βρίσκεται σε κίνηση. Μπορεί να θεωρηθεί ως μία μορφή ηλιακής ενέργειας, καθώς ο Ήλιος αποτελεί την κινητήρια δύναμη του υδρολογικού κύκλου, ο οποίος δίνει το νερό στη Γη. Στον υδρολογικό κύκλο, το νερό της ατμόσφαιρας φθάνει στην επιφάνεια της Γης ως βροχόπτωση. Ένα μέρος από αυτό το νερό εξατμίζεται, αλλά το μεγαλύτερο μέρος του είτε διηθείται στο έδαφος είτε γίνεται επιφανειακή απορροή. Το νερό από τη βροχή και το χιόνι που λιώνει φτάνει τελικά σε λίμνες, σε ταμιευτήρες ή στη θάλασσα, όπου η εξάτμισή του είναι συνεχής. Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι μία διαδικασία ενεργειακής μετατροπής στην οποία το νερό αποτελεί ένα αποτελεσματικό μέσο μεταβίβασης και μετατροπής της μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική.

Η υγρασία που διαχέεται στο έδαφος, μπορεί να μετατραπεί σε υπόγειο νερό, μέρος του οποίου εισέρχεται στα υδατικά συστήματα μέσω πηγών ή μέσω υπογείων ρευμάτων. Το υπόγειο νερό μπορεί να κινηθεί προς τα επάνω μέσω του εδάφους, κατά τη διάρκεια ξηρών περιόδων και μπορεί να επιστρέψει στην ατμόσφαιρα μέσω της εξάτμισης. Οι υδρατμοί περνούν στην ατμόσφαιρα μέσω της εξάτμισης, κυκλοφορούν, συμπυκνώνονται στα σύννεφα, και ένα μέρος επιστρέφει στη Γη ως

βροχή. Η φύση εξασφαλίζει από μόνη της το νερό ως μια ανανεώσιμη πηγή. Την μεγαλύτερη συμμετοχή στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σε παγκόσμιο επίπεδο την εξασφαλίζουν τα υδροηλεκτρικά έργα. Σε παγκόσμιο επίπεδο, εκτιμάται ότι υπάρχει εγκατεστημένη ισχύς άνω των 47.000 MW, με το δυναμικό της να ανέρχεται σχεδόν σε 180.000 MW. (Riva, G. Foppapedretti, E. De Carolis, C. Giakoumelos, E. Malamatenios, H. Signanini, P. Crema, G. Di Fazio, M. Gajdos, J. Rucinsky, R, 2009)

Με τα υδροηλεκτρικά έργα εκμεταλλευόμαστε την ενέργεια του νερού για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος, το οποίο διοχετεύεται στην κατανάλωση με το ηλεκτρικό δίκτυο. Μόνο σε περιοχές με σημαντικές υδατοπτώσεις, πλούσιες πηγές και κατάλληλη γεωλογική διαμόρφωση είναι δυνατόν να κατασκευασθούν υδατοταμιευτήρες. Συνήθως η ενέργεια που τελικώς παράγεται, χρησιμοποιείται μόνο συμπληρωματικά με άλλες συμβατικές πηγές ενέργειας, κυρίως σε στιγμές όπου υπάρχει μεγάλη ενεργειακή ζήτηση.

Η λειτουργία των υδροηλεκτρικών μονάδων βασίζεται στην κίνηση του νερού που περιστρέφει μια τουρμπίνα, η οποία θέτει σε λειτουργία μια γεννήτρια. Οι περισσότερες υδροηλεκτρικές μονάδες χρησιμοποιούν ένα φράγμα, το οποίο συγκρατεί μια μεγάλη ποσότητα νερού δημιουργώντας έτσι μια μεγάλη δεξαμενή. Κάποιες θύρες στο φράγμα ανοίγουν και λόγω της βαρύτητας το νερό περνάει σε έναν αγωγό, ο οποίος το οδηγεί σε μια τουρμπίνα. Καθώς αυτό περνάει από τον αγωγό δημιουργεί μεγάλη πίεση. Το νερό πέφτει πάνω στις φτερωτές μιας τουρμπίνας και την περιστρέφει. Η περιστροφική αυτή κίνηση μεταφέρεται στη γεννήτρια, η οποία είναι συνδεδεμένη με την τουρμπίνα με έναν άξονα. Καθώς οι φτερωτές της τουρμπίνας περιστρέφονται, περιστρέφουν τους μαγνήτες της γεννήτριας γύρω από ένα πηνίο θέτοντας σε κίνηση ηλεκτρόνια και δημιουργώντας έτσι εναλλασσόμενο ηλεκτρικό ρεύμα.

Μια κατηγορία υδροηλεκτρικών μονάδων είναι τα λεγόμενα *μικρά υδροηλεκτρικά* (ΜΥΗ) και αφορά στα υδροηλεκτρικά συστήματα με ισχύ 10 MW ή μικρότερη. Τα μικρά υδροηλεκτρικά είναι στις περισσότερες περιπτώσεις του τύπου "κατά τον ρουν του ποταμού". Τα έργα αυτά χρησιμοποιούν την ακανόνιστη ροή του νερού για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Οι εγκαταστάσεις αυτού του τύπου δεν έχουν τα ίδια είδη δυσμενών επιπτώσεων στο τοπικό περιβάλλον όπως τα μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα. Τα *μικρά υδροηλεκτρικά* μπορούν να κατηγοριοποιηθούν περαιτέρω σε "μίνι υδροηλεκτρικά", όπως συνήθως ορίζονται τα συστήματα με ισχύ

κάτω των 500 kW και “μικρο-υδροηλεκτρικά”, για συστήματα με ισχύ μικρότερη από 100 kW.

Τα μικρά υδροηλεκτρικά είναι μία από τις πιο φιλικές προς το περιβάλλον μορφές παραγωγής ενέργειας, που βασίζονται στη χρήση μιας μη ρυπογόνας ανανεώσιμης πηγής και που απαιτούν ελάχιστες παρεμβάσεις στο περιβάλλον. Δίνεται επίσης η δυνατότητα να έχουν σημαντική επίδραση στην αντικατάσταση των συμβατικών καυσίμων, δεδομένου ότι (σε αντίθεση με άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας) τα ΜΥΗ μπορούν να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια ανά πάσα χρονική στιγμή και ανάλογα με τη ζήτηση δε χρειάζονται κάποια εφεδρικά συστήματα ή συστήματα αποθήκευσης, τουλάχιστον κατά τις περιόδους του έτους που υπάρχει επαρκής διαθέσιμη ροή του νερού και σε πολλές περιπτώσεις σε ανταγωνιστικό κόστος με τους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από συμβατικά καύσιμα. (Φυτίκας, et al., 2004) (Υπηρεσία Ενέργειας Υπουργείο Εμπορίου, Βιομηχανίας & Τουρισμού, 2010) (Riva, G. Foppapedretti, E. De Carolis, C. Giakoumelos, E. Malamatenios, H. Signanini, P. Crema, G. Di Fazio, M. Gajdos, J. Rucinsky, R, 2009)

#### **B.2.6.2 Ενέργεια θάλασσας**

Η *θάλασσα* αποτελεί μια τεράστια πηγή ενέργειας με τις κυριότερες μορφές της που μπορούμε να αξιοποιήσουμε να είναι η *ενέργεια από τα κύματα*, η *παλιρροϊκή ενέργεια* (και τα θαλάσσια ρεύματα) και η *θερμική ενέργεια των ωκεανών*. Άλλη μορφή ενέργειας από τη θάλασσα είναι η *ωσμωτική πίεση*, με την αξιοποίηση των διαφορών στην αλατότητα μεταξύ των ωκεάνιων ρευμάτων. Με εξαίρεση την παλιρροϊκή ενέργεια, οι δύο άλλες πηγές ενέργειας αποτελούν έμμεση ηλιακή ενέργεια.

Η *ενέργεια των κυμάτων* παράγεται από την κίνηση των κυμάτων στη θαλάσσια επιφάνεια που προκαλείται από τους κατά τόπους ανέμους, είναι δηλαδή ενέργεια που προέρχεται από τον άνεμο. Οι πλέον ευνοϊκές τοποθεσίες για να συλλεχθεί η ενέργεια των κυμάτων είναι συγχρόνως εκεί όπου ο άνεμος είναι ισχυρός και οι τοποθεσίες όπου η επιφάνεια των ωκεανων είναι αχανής. Το μέγεθος των κυμάτων που δημιουργούνται εξαρτάται από την ταχύτητα του ανέμου, τη διάρκειά του, καθώς και από την έκταση την οποία καλύπτει ο άνεμος (ανεμπόδιστη διαδρομή). Η προκύπτουσα κίνηση του νερού μεταφέρει κινητική ενέργεια, η οποία μπορεί να

αποσπασθεί με τη βοήθεια των κυματικών διατάξεων. Οι φυσικές παράμετροι που περιγράφουν τα κύματα είναι το ύψος και η περίοδος (ή και το μήκος).

Η πυκνότητα ενέργειας του κύματος είναι δεκαπλάσια από αυτήν της αιολικής ενέργειας και εκατονταπλάσια της ηλιακής ακτινοβολίας, πράγμα που δείχνει το αναμφισβήτητο ενεργειακό δυναμικό των ωκεάνιων κυμάτων. Ένα σύστημα κυματικής ενέργειας μπορεί να τοποθετηθεί σε οποιοδήποτε σημείο στον ωκεανό για να παράγει ενέργεια, μπορεί να είναι αγκυροβολημένο στο τυθμένα ή πλωτό ανοιχτά της θάλασσας ή εγκατεστημένο στα παράλια ή στα ρηγά νερά. Ένα τέτοιο σύστημα μπορεί επίσης να είναι ολικά βυθισμένο στο νερό ή να είναι τοποθετημένο πάνω από τη θαλάσσια επιφάνεια σε μια πλωτή πλατφόρμα.

Η αισθητική επίδραση ενός συστήματος στο περιβάλλον εξαρτάται από τον τύπο που θα υιοθετηθεί, έτσι ένα σύστημα μερικώς βυθισμένο ή τοποθετημένο λίγα χιλιόμετρα μακριά δεν επηρεάζει την εναρμόνιση του συστήματος στο περιβάλλον. Αντίθετα, συστήματα κυματικής ενέργειας τοποθετημένα στις ακτές μπορεί να επιδράσουν αρνητικά στην όλη αισθητική και να μετατρέψουν ένα φυσικό περιβάλλον σε άκρως βιομηχανικό. (Κορωνάιος, 2012) (Πακούρας, Π. Σ. Νταγκουμάς, Α. Παυλίδης, Π., 2006) (Wikipedia, Marine Energy)

Η *παλιρροϊκή ενέργεια*, όπως είναι αυτονόητο, προκύπτει από το φαινόμενο της παλίρροιας, δηλαδή της περιοδικής διακύμανσης της στάθμης της θάλασσας, η οποία περιλαμβάνει δύο εναλλασσόμενες φάσεις, την πλημμυρίδα (άνοδος της στάθμης) και την άμπωτη (κάθοδος της στάθμης). Το φαινόμενο αυτό δημιουργείται από την έλξη της Σελήνης και του Ηλίου πάνω στη μάζα της θάλασσας. Ο Ήλιος ασκεί τρεις φορές μικρότερη έλξη από τη Σελήνη, επειδή η απόστασή του από τη Γη είναι πάρα πολύ μεγάλη.

Οι μεγαλύτερες παλίρροιες παρουσιάζονται όταν η Σελήνη και ο Ήλιος βρίσκονται στην ίδια ευθεία (κατά προσέγγιση) με τη Γη, ενώ οι μικρότερες παλίρροιες εμφανίζονται όταν ο Ήλιος και η Σελήνη σχηματίζουν γωνία  $90^0$  με τη Γη. Πρέπει να σημειωθεί ότι και τα μετεωρολογικά φαινόμενα επιδρούν στις παλίρροιες σε ιδιαίτερα σημαντικό βαθμό. Οι τιμές του εύρους των παλιρροιών σε ανοικτή θάλασσα κυμαίνονται γύρω στο ένα μέτρο. Στη Μεσόγειο φτάνουν μόλις τα 60 εκατοστά κατά μέσο όρο. Στις ακτές των ωκεανών και ιδιαίτερα στο βάθος των επιμηκών κόλπων φθάνει πολλές φορές και ξεπερνά ακόμη και τα είκοσι μέτρα.

Η αξιοποίηση της παλιρροϊκής ενέργειας χρονολογείται από εκατοντάδες χρόνια πριν, αφού με τα νερά που δεσμεύονταν στις εκβολές ποταμών από την παλίρροια



κινούνται οι νερόμυλοι. Τα εισερχόμενα νερά της παλίρροιας στην ακτή κατά την πλημμυρίδα μπορούν να παγιδευτούν σε φράγματα, οπότε κατά την άμπωτη τα αποθηκευμένα νερά ελευθερώνονται και κινούν υδροστρόβιλο, όπως στα υδροηλεκτρικά εργοστάσια. Τα πλέον κατάλληλα μέρη για την κατασκευή σταθμών ηλεκτροπαραγωγής είναι οι στενές εκβολές ποταμών. Η διαφορά μεταξύ της στάθμης του νερού κατά την άμπωτη και την πλημμυρίδα πρέπει να είναι τουλάχιστον 10 μέτρα. Σήμερα, οι μικροί σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από το θαλασσινό νερό βρίσκονται σε πειραματικό στάδιο. Η ηλεκτρική ενέργεια που μπορεί να παραχθεί είναι ικανή να καλύψει τις ανάγκες μιας πόλης μέχρι και 240 χιλιάδων κατοίκων. (Ανδρίτσος, 2008) (Κορωνάιος, 2012)

Η θερμοκρασία της θάλασσας μεταβάλλεται σε σχέση με το βάθος. Για παράδειγμα, η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ επιφάνειας και βάθους ως 1000 μέτρα μπορεί να φτάσει και τους 20 °C. Η διαφορά αυτή θερμοκρασίας μπορεί να αποτελέσει μια εκμεταλλεύσιμη μορφή ενέργειας. Η ενέργεια αυτή ονομάζεται *θερμική ενέργεια των ωκεανών* και μπορεί να αξιοποιηθεί με την εκμετάλλευση της διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ του θερμότερου επιφανειακού νερού και του ψυχρότερου νερού του πυθμένα. Η μέθοδος αυτή αποτελεί έμμεση ηλιακή ενέργεια, επειδή τα επιφανειακά νερά των ωκεανών θερμαίνονται από την ηλιακή ακτινοβολία. (Ανδρίτσος, 2008)

Στις τροπικές περιοχές, ο Ήλιος θερμαίνει το νερό στην επιφάνεια της θάλασσας, μέχρι και 25 °C που αντιστοιχεί σε μεγάλες ποσότητες θερμότητας. Η θερμική ενέργεια των ωκεανών είναι ένας από τους πιθανούς τρόπους εκμετάλλευσης όλης αυτής της θερμότητας του νερού ώστε να εκμεταλλευτούμε και να αξιοποιήσουμε το τεράστιο δυναμικό ενέργειας. Το σημαντικότερο πλεονέκτημα της θερμικής ενέργειας των ωκεανών σε σχέση με τις περισσότερες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, είναι ότι μπορεί να εκμεταλλεύεται κατά τη διάρκεια όλου του 24ώρου. Επίσης, μπορεί να βοηθήσει σε σειρά άλλων δραστηριοτήτων που έχουν σχέση με τους ωκεανούς, όπως απόληψη ορυκτών από το θαλασσινό νερό, ανάπτυξη ιχθυοκαλλιεργειών, ψύξη και κλιματισμό κ.ά. Ως μειονεκτήματα και περιορισμοί μπορούν να αναφερθούν η ανάγκη για μεγάλη επιφάνεια των συστημάτων εκμετάλλευσης, τα προβλήματα από τη διάβρωση, τις βιολογικές επικαθίσεις και είναι πιθανή, η απελευθέρωση στην ατμόσφαιρα σημαντικών ποσοτήτων διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), που βρίσκεται διαλυμένο στα ψυχρά νερά των ωκεανών. (Wikipedia, Ocean Thermal Energy) (Ανδρίτσος, 2008)



# Γ. ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ – ΕΝΕΡΓΕΙΑ – ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

## Γ.1 Εισαγωγή

Η συμβολή της εκπαίδευσης για την ομαλή ένταξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι πιο καθοριστική και επιτακτική από ποτέ. Υπάρχει η ανάγκη για μια νέα περιβαλλοντική πολιτική, η οποία θα έχει ως προτεραιότητα την ενσωμάτωση της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης μέσα σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης. Με τον τρόπο αυτό η παιδεία θα συνεισφέρει στη διαμόρφωση περιβαλλοντικά υπεύθυνων μαθητών-πολιτών, οι οποίοι θα ενεργούν υπεύθυνα με στόχο τη βιωσιμότητα σε τοπικό αλλά και σε παγκόσμιο επίπεδο.

Κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών, σε παγκόσμιο επίπεδο δίνεται ιδιαίτερη βαρύτητα στην ενημέρωση των μαθητών σε ζητήματα σχετικά με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και την εξοικονόμηση ενέργειας, διότι έχει γίνει κοινή πεποίθηση ότι η ενημέρωση των ανθρώπων πρέπει να ξεκινά από τα πρώτα σχολικά χρόνια.

Ο ρόλος του σχολείου και των εκπαιδευτικών είναι αδιαμφισβήτητα σημαντικός για την επιτυχή ενημέρωση και ολοκληρωμένη υπευθυνότητα των μαθητών απέναντι στο περιβάλλον. Αποτελέσματα των ερευνών σχετικά με τις στάσεις και πεποιθήσεις των εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης καταγράφουν αρνητικές στάσεις απέναντι στις φυσικές επιστήμες και τη διδασκαλία τους (Χαλκιά, Κ, 1999) (Κώτσης Κ. , Κοτσίνας Γ., 2011). Επίσης, χρέος των εκπαιδευτικών είναι η συνεχής επιμόρφωσή τους σε θέματα ενεργειακής και περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, καθώς αποτελεί προαπαιτούμενο για την ομαλή μετάδοση γνώσεων - αντιλήψεων στους μαθητές ώστε να ευαισθητοποιηθούν και να αποκτήσουν την κατάλληλη συνείδηση και συμπεριφορά απέναντι στα ενεργειακά και περιβαλλοντικά προβλήματα της εποχής τους.

Στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, τα πανεπιστημιακά προγράμματα σπουδών πρέπει να εξασφαλίζουν και να ενσωματώνουν την ουσία του ζητήματος, δηλαδή την απόκτηση ολοκληρωμένης περιβαλλοντικής γνώσης, η οποία αποτελεί βασική προϋπόθεση για τη μετάβαση στη δραστηριοποίηση, η οποία είναι και το τελικό ζητούμενο. Σύμφωνα με τους (Gampro J.S. & Switzky H.N., 1996), το κοινό πρέπει να είναι ενημερωμένο περιβαλλοντικά, με την ελπίδα ότι αυτή η αυξημένη γνώση και

κατανόηση των περιβαλλοντικών προβλημάτων θα οδηγήσει σε μια πιο υπεύθυνη συμπεριφορά συνδυασμένη με τις αντίστοιχες δράσεις απέναντι στο περιβάλλον. Ο ουσιαστικότερος και πιο ενδεδειγμένος τρόπος για να επιμορφωθεί ένα κοινό είναι η στοχευμένη και διαρκής εκπαίδευση.

## **Γ.2 Η διδασκαλία της ενέργειας στην εκπαίδευση**

Η ενέργεια, είναι μια θεμελιώδης έννοια, της οποίας ο ορισμός παραμένει ασαφής. Τα περισσότερα βιβλία Φυσικής αναφέρουν στην εισαγωγή τους ότι είναι δύσκολο να ορισθεί η έννοια της ενέργειας. Δεν υπάρχει δηλαδή ένας ορισμός καθολικά αποδεκτός για την ενέργεια στην πρωτοβάθμια ή δευτεροβάθμια εκπαίδευση αν και όλοι συμφωνούν ότι οι ορισμοί αυτής της αφηρημένης έννοιας, θα πρέπει να ξεκινούν από την βασική ιδιότητα της να διατηρείται. Πάντως στα περισσότερα εγχειρίδια της Φυσικής αναφέρεται ως “η ικανότητα παραγωγής έργου”, ενώ σε ένα άλλο σημαντικό αριθμό προσεγγίσεων η ενέργεια ορίζεται ως «η ικανότητα για πρόκληση αλλαγών» (Κολιόπουλος, 1997) (Σπύρτου, 2002) (Arnold M., Millar R, 1996) (Stylianidou, F Ogborn, J., 1999)

Η έννοια της ενέργειας, αν και αφηρημένη, κρίνεται ιδιαίτερος πολυσήμαντη και υπεισέρχεται σε όλα τα επιμέρους επιστημονικά πεδία όχι μόνο στη Φυσική αλλά και σε όλες τις τεχνολογικές επιστήμες, οπότε η διδασκαλία της καθίσταται απαραίτητη. Αν και χαρακτηρίζεται από τις δυσκολότερες έννοιες για τους μαθητές, η γνώση της είναι αναγκαία, αφού σχετίζεται όχι μόνο με πολλά φαινόμενα της καθημερινής ζωής, αλλά και με έντονα κοινωνικά προβλήματα όπως για παράδειγμα, τα θέματα εξοικονόμησης ενέργειας, των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, με το θέμα του φαινομένου του θερμοκηπίου λόγω της ενεργειακής υπερκατανάλωσης των ορυκτών καυσίμων, της φτώχειας των αναπτυσσόμενων χωρών κ.λ.π.

Η εισαγωγή της έννοιας της ενέργειας, στο μακροσκοπικό θερμοδυναμικό πλαίσιο θεωρείται η καταλληλότερη και υποστηρίζεται ότι ένας σύγχρονος ορισμός της έννοιας της ενέργειας θα πρέπει να αναφέρεται στον πρώτο και δεύτερο νόμο της θερμοδυναμικής. Με την άποψη αυτή συμφωνούν πολλοί ερευνητές, οι οποίοι απορρίπτουν την εισαγωγή της ενέργειας με την παραδοσιακή μορφή προσέγγισης στα πλαίσια της μηχανικής μέσω της παραγωγής έργου. Πιο συγκεκριμένα, υποστηρίζεται ότι το θεώρημα έργου – ενέργειας απορρέει από το δεύτερο νόμο του

Νεύτωνα και δεν μπορεί να είναι μια καθαρά ενεργειακή σχέση που εκφράζει ενεργειακές μετατροπές. Δηλαδή, η ενέργεια στη μηχανική δεν είναι μια αυτόνομη έννοια, όπως στη θερμοδυναμική. (Lehrman, R., 1973) (Arons, A. B, 1999)

Η μακροσκοπική θερμοδυναμική εξετάζει τις μεταβολές που υφίσταται η εσωτερική ενέργεια ενός φυσικού ή τεχνολογικού συστήματος κατά τη διάρκεια ανταλλαγών ενέργειας υπό τη μορφή έργου και θερμότητας με το περιβάλλον του. Οι ανταλλαγές αυτές προσδιορίζονται μέσω των δύο θερμοδυναμικών νόμων. Ο πρώτος νόμος της θερμοδυναμικής αναφέρει ότι η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας ενός συστήματος είναι ίση με το άθροισμα του έργου και της θερμότητας που μεταφέρονται από και προς το περιβάλλον του. Το περιεχόμενο του δεύτερου νόμου της θερμοδυναμικής, αναφέρεται στην ποιότητα της έννοιας της ενέργειας και αφορά στην υποβάθμιση της ενέργειας κατά τη διάρκεια των διαφόρων φαινομενολογικών αλλαγών. Από τα παραπάνω, φαίνεται ότι η ενέργεια στα πλαίσια του πρώτου και δεύτερου θερμοδυναμικού νόμου ορίζεται με βάση τις ιδιότητές της (αποθήκευση, μεταφορά, διατήρηση, μετατροπή και υποβάθμιση). Κατά συνέπεια, η ενέργεια μπορεί να προσεγγιστεί με βάση τις ιδιότητές της, οι οποίες αποτελούν το προϊόν του διδακτικού μετασχηματισμού της έννοιας και συνιστούν την επιστημονική γνώση αναφοράς που πρέπει να προσεγγίσουν οι μαθητές. (Hewitt, 2010) (Κολιόπουλος, Δ., 2006)

Η διδασκαλία της έννοιας της ενέργειας στις διάφορες βαθμίδες της εκπαίδευσης απασχολεί πολλά διεθνή εκπαιδευτικά συστήματα και ως εκ τούτου και το ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα από τα τέλη της δεκαετίας του 1970. Το ενδιαφέρον αυτό οφείλεται στην αντίδραση των εκπαιδευτικών συστημάτων των βιομηχανικών χωρών της Δύσης στις πετρελαϊκές κρίσεις και γενικότερα στην ενεργειακή κρίση που εμφανίζεται να τις πλήττει από τις αρχές αυτής της δεκαετίας. Τα τελευταία χρόνια μάλιστα, υπό την εντεινόμενη πίεση διεθνών οργανισμών και κυβερνήσεων για λήψη μέτρων σχετικών με το ζήτημα της κλιματικής αλλαγής, διεθνείς οργανισμοί, εκπαιδευτικά συστήματα και ερευνητικές ομάδες αναγκάζονται να σχεδιάζουν καινοτόμες εκπαιδευτικές προτάσεις και να εκπονούν προγράμματα στα οποία η έννοια της ενέργειας κατέχει σημαντική θέση. (Domenech, J., Gil-Perez, D., Gras-Marti, A., Martinez-Torregrosa, J., Guisasola, G., Salinas, J., Trumper, R., Valdes, P. & Vilches A., 2007) (2002)

Στην περίπτωση της Ελλάδας, τα τελευταία χρόνια, έχει μετακινηθεί το περιεχόμενο του αναλυτικού προγράμματος της εκπαίδευσης από τις παραδοσιακές

προσεγγίσεις της έννοιας της ενέργειας σύμφωνα με τις οποίες η ενέργεια εισάγεται ως παράγωγη έννοια του έργου, σε προσεγγίσεις όπου η ενέργεια αυτονομείται ως έννοια και σχετίζεται περισσότερο με καθημερινά προβλήματα (π.χ., παραγωγή, μεταφορά, χρήση, εξοικονόμηση ενέργειας) και περιβαλλοντικά ζητήματα (π.χ., ανανεώσιμες και μη ανανεώσιμες αποθήκες ενέργειας, ηλιακή ενέργεια, αιολική ενέργεια, γεωθερμία, βιομάζα, υδροηλεκτρική, πετρέλαιο, πυρηνική ενέργεια κ.α.) (2002)

### **Γ.2.1 Η διδασκαλία της ενέργειας στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση**

Στην Ελλάδα το Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών (ΔΕΠΠΣ) και τα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών (ΑΠΣ) δημοτικού και γυμνασίου ανακοινώθηκαν από το Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων το 2002 και δημοσιεύτηκαν στο υπ. αριθ. 203 φύλλο της 13 ης Μαρτίου 2003 της Εφημερίδας της Κυβέρνησης της Ελληνικής Δημοκρατίας. Στα ΔΕΠΠΣ – ΑΠΣ της Μελέτης Περιβάλλοντος των τάξεων Α΄, Β΄, Γ΄ και Δ΄ και της Φυσικής των τάξεων Ε΄ και ΣΤ΄ γίνεται αναφορά στην ενέργεια. Η έννοια της ενέργειας στο δημοτικό σχολείο εμφανίζεται ως μια ενιαία οντότητα που συμμετέχει σε όλες τις διαδικασίες στη φύση. Το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών για τις Ε΄ και ΣΤ΄ τάξεις του δημοτικού σχολείου περιλαμβάνει μια μεγάλη ενότητα γύρω από την έννοια της ενέργειας που εντάσσεται σε διάφορες ενότητες όπως στη θερμότητα, το φως, τον ήχο, τις μετατροπές ενέργειας, τις πηγές ενέργειας, τις τροφικές αλυσίδες, την μηχανική ενέργεια και την ενέργεια στα φυτά και στον άνθρωπο.

Πιο συγκεκριμένα από το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών η έννοια της ενέργειας βρίσκεται στα σχολικά συγγράμματα των εξής τάξεων :

### **Α΄ Τάξη**

Περιεχόμενο : « **Ηλεκτρική ενέργεια** »

Ενότητα 4 : « **Η ηλεκτρική ενέργεια στη ζωή μας** »

Στόχοι :

- ✓ Να αποκτήσουν μια αρχική αντίληψη για τη χρήση της ηλεκτρικής κυρίως ενέργειας στην καθημερινή ζωή.
- ✓ Να δείχνουν ενδιαφέρον για τους τρόπους εξοικονόμησης της ηλεκτρικής ενέργειας.

### **Β΄ Τάξη**

Περιεχόμενο : « **Η ενέργεια του νερού και του ανέμου** »

Ενότητα 12 : « **Ενέργεια** »

Στόχοι :

- ✓ Να προσεγγίσουν την έννοια της αξιοποίησης της κίνησης του νερού και του αέρα για να γίνουν διάφορες εργασίες.
- ✓ Να αντιληφθούν τη σημασία της αιολικής ενέργειας και της ενέργειας του νερού ως μορφών ενέργειας που δε ρυπαίνουν το περιβάλλον κατά τη χρήση τους.

### **Γ΄ Τάξη**

Περιεχόμενο : « **Τροφή - Μετασχηματισμός και άλλες αποθήκες ενέργειας** »

Ενότητα 5 : « **Τροφή και Ενέργεια (Φυσικές επιστήμες-Σύστημα και Σχέσεις)** »

Στόχοι :

- ✓ Να αναγνωρίζουν ότι η τροφή και τα καύσιμα είναι αποθήκες ενέργειας.
- ✓ Να συνδέουν τους μετασχηματισμούς ενέργειας με την αλληλεξάρτηση των διαφόρων ζωντανών οργανισμών.

### Ε΄ Τάξη

Περιεχόμενο : « **Η ενέργεια και οι μετατροπές της** »

Ενότητα 3 : « **Ενέργεια** »

Στόχοι:

- ✓ Να συνδέουν τις μεταβολές που συμβαίνουν στη φύση με τη μεταφορά ή τις μετατροπές ενέργειας.
- ✓ Να αναγνωρίζουν ότι η ενέργεια κατά τη μεταφορά, το μετασχηματισμό και την αποθήκευσή της διατηρείται.
- ✓ Να εκτιμούν την αξία της εξοικονόμησης της ενέργειας και τη σημασία που έχουν οι ήπιες μορφές ενέργειας για το περιβάλλον.

### Στ΄ Τάξη

Περιεχόμενο : « **Η ενέργεια και οι πηγές της** »

Ενότητα 1 : « **Ενέργεια** »

Στόχοι :

- ✓ Να σχηματίσουν μια πρώτη αντίληψη για τις θεμελιώδεις μορφές ενέργειας.
- ✓ Να αντιληφθούν ότι η ενέργεια μετασχηματίζεται από μια μορφή σε άλλη και ότι αποθηκεύεται.
- ✓ Να γνωρίσουν τις κυριότερες σύγχρονες ενεργειακές πηγές και να αντιληφθούν ότι η λογική χρήση τους περιορίζει το ενεργειακό πρόβλημα.
- ✓ Να εκτιμούν τη σημασία που έχουν οι ήπιες μορφές ενέργειας για το περιβάλλον.

Από τις παραπάνω αναφορές για την έννοια της ενέργειας φαίνεται να μην υπάρχει συνοχή στις διδακτικές ενότητες που πραγματεύονται θέματα ενέργειας από την μια τάξη στην επόμενη. Ενδεικτικά αναφέρεται πως στην Α΄ δημοτικού οι μαθητές έρχονται σε επαφή με την έννοια της ηλεκτρικής ενέργειας, στη Β΄ δημοτικού με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και στη Γ΄ δημοτικού με την τροφή και την ενέργεια που περιέχεται σε αυτή. Συνέπεια αυτών είναι οι μαθητές να μην έχουν μια συνεκτική αντίληψη για την έννοια της ενέργειας ακόμη και όταν έχουν συμπληρώσει το μισό της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης.



## Γ.2.2 Η διδασκαλία της Ενέργειας στην Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση

Στο γυμνάσιο, τα αντικείμενα πλέον διδάσκονται ξεχωριστά και η έννοια της ενέργειας εμφανίζεται διασκορπισμένη στα γνωστικά αντικείμενα χωρίς να γίνεται καμιά σύνδεση. Αυτό έχει σημαντική επίπτωση στις ιδέες των παιδιών που νομίζουν ότι η ενέργεια έχει διαφορετική σημασία όταν γίνεται αναφορά της στη Φυσική, τη Χημεία και τη Βιολογία. Ως προς τον τρόπο εισαγωγής της έννοιας, αρχικά η ενέργεια εμφανίζεται συνήθως μέσω μαθηματικών εξισώσεων σε διάφορα κεφάλαια της Φυσικής όπως στη μηχανική, τη θερμότητα, τον ηλεκτρισμό, τις ταλαντώσεις, τα πυρηνικά φαινόμενα, χωρίς να υπάρχει κάποια ξεχωριστή ενότητα η οποία να διευκρινίζει την υπόσταση της ενέργειας, πού υπάρχει, σε ποιες μορφές τη γνωρίζουμε, ποιες είναι οι πηγές ενέργειας, πώς μετασχηματίζεται, πώς εκλύεται στη φύση, στον άνθρωπο κλπ., ώστε να γίνεται και η απαραίτητη σύνδεση ανάμεσα στα κεφάλαια.

Αναφορά της έννοιας της ενέργειας στα σχολικά συγγράμματα του γυμνασίου γίνεται στις παρακάτω περιπτώσεις :

### **Β΄ Τάξη**

Περιεχόμενο : « **Ενέργεια** »

Ενότητα 5.1 : « **Έργο – Ενέργεια** »

Ενότητα 5.2 : « **Δυναμική–Κινητική Ενέργεια – Δυο Βασικές Μορφές Ενέργειας**»

Ενότητα 5.3 : « **Η Μηχανική Ενέργεια και η Διατήρησή της** »

Ενότητα 5.4 : « **Μορφές και Μετατροπές Ενέργειας** »

Ενότητα 5.5 : « **Διατήρηση της Ενέργειας** »

Ενότητα 5.6 : « **Πηγές Ενέργειας** »

Στόχοι :

- ✓ Να συνδέουν τις μεταβολές που συμβαίνουν στη φύση με τη μεταφορά ή το μετασχηματισμό της ενέργειας έτσι ώστε να αποκτήσουν τη δυνατότητα ενιαίας περιγραφής των φυσικών, χημικών και βιολογικών φαινομένων.
- ✓ Να γνωρίζουν ότι η ενέργεια συναντάται σε διάφορες μορφές και ότι είναι ένα μέγεθος που διατηρείται.

## **Β΄ Τάξη**

Περιεχόμενο : « **Θερμότητα** »

Ενότητα 6.2 : « **Θερμότητα - Μια μορφή ενέργειας** »

Στόχοι :

- ✓ Να συνδέουν τη διατήρηση της ενέργειας κατά τον μετασχηματισμό ή την μεταφορά της με την υποβάθμιση της έτσι ώστε να συνειδητοποιήσουν την ουσία του ενεργειακού ζητήματος.
- ✓ Να αντιληφθούν ότι η θερμότητα είναι μια μορφή ενέργειας και ότι μετασχηματίζεται σε άλλες μορφές (π.χ. κινητική). Να συνδέουν με παραδείγματα τους παραπάνω μετασχηματισμούς με τεχνολογικά προϊόντα (π.χ. ατμομηχανή, μηχανές εσωτερικής καύσης κλπ) καθώς και με περιβαλλοντικά ζητήματα π.χ. το φαινόμενο του θερμοκηπίου έτσι ώστε να μπορούν να αναγνωρίζουν ότι η κατανόηση της έννοιας της θερμότητας συνέβαλε σημαντικά στην εξέλιξη του ανθρώπινου πολιτισμού.

## **Γ΄ Τάξη**

Περιεχόμενο: « **Ηλεκτρισμός – Απλά ηλεκτρικά κυκλώματα**»

Ενότητα 3 : « **Ηλεκτρική Ενέργεια** »

Στόχοι :

- ✓ Να αντιληφθούν τη σχέση της ηλεκτρικής ενέργειας και άλλων μορφών ενέργειας.

## **Γ΄ Τάξη**

Περιεχόμενο : « **Ταλαντώσεις – Μηχανικά Κύματα** »

Ενότητα 4.3 : « **Ενέργεια και Ταλάντωση** »

Ενότητα 5.2 : « **Κύμα και Ενέργεια** »

Στόχοι :

- ✓ Να συνδέουν το κύμα με τη διάδοση - μεταφορά ενέργειας.
- ✓ Να συνδέουν το ηχητικό κύμα με μεταφορά ενέργειας.
- ✓ Να κατανοούν ότι κατά τη διάρκεια μιας ταλάντωσης υπάρχει μετατροπή ενέργειας

### Γ' Τάξη

Περιεχόμενο: « **Οπτική** »

Ενότητα 6.1 : « **Φύση και διάδοση του φωτός – Όραση και Ενέργεια** »

Στόχοι:

- ✓ Να αναγνωρίζουν ότι το φως μεταφέρει ενέργεια (μέσα από παραδείγματα).

### Γ' Τάξη

Περιεχόμενο: « **Πυρήνας και Πυρηνικά φαινόμενα** »

Ενότητα 11.1 : « **Ενέργεια και Πυρηνικές Αντιδράσεις** »

Στόχοι:

- ✓ Να συνδέουν την ισχύ της αλληλεπίδρασης μεταξύ των συστατικών του πυρήνα με την τάξη μεγέθους της πυρηνικής ενέργειας.
- ✓ Να γνωρίζουν τις επιπτώσεις της χρήσης της πυρηνικής ενέργειας στην υγεία.

Από το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών της Φυσικής γίνεται αντιληπτό ότι ο τρόπος προσέγγισης της ενέργειας είναι μάλλον παραδοσιακός, ενώ απουσιάζουν φανερά από τις προτεινόμενες δραστηριότητες οι δραστηριότητες με κοινωνικό περιεχόμενο. Αυτό που χρειάζεται να προστεθεί στη διδασκαλία της ενέργειας στο γυμνάσιο είναι μια πραγματικά εποικοδομητικού τύπου προσέγγιση της γνώσης. Δηλαδή μια μαθητοκεντρικά σχεδιασμένη διδασκαλία σε ένα νέο μαθησιακό περιβάλλον που θα ενθαρρύνει τη συμμετοχή των μαθητών και θα λαμβάνει υπόψη τις νοητικές αναπαραστάσεις τους. Ειδικότερα, θα μπορούσε να υιοθετηθεί μια συνολική θεώρηση της έννοιας της ενέργειας σε όλα τα φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών, ώστε τα παιδιά να αντιληφθούν την οικουμενικότητα της έννοιας. Παράλληλα, θα ήταν καλό να προωθηθεί μια ευρύτερη σύνδεση της έννοιας με θέματα επιστημονικού και κοινωνικού περιεχομένου στα οποία μπορεί να συνυπάρχει η διδασκαλία για το περιβάλλον, ώστε να συνδεθεί η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών με την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση.

### Γ.2.3 Οι αντιλήψεις των μαθητών για την έννοια της ενέργειας

Παρόλο που η φύση της ενέργειας είναι δύσκολο να κατανοηθεί από τους μαθητές, η μεταφορά, η διατήρηση, οι πηγές, η εκμετάλλευση και οι μετατροπές της ενέργειας είναι πιο εύκολες και κατανοητές έννοιες γι' αυτούς. Η ενέργεια χρησιμοποιείται ευρύτερα στην καθημερινή ζωή, σε διάφορα έντυπα, σε συζητήσεις, στα μέσα μαζικής ενημέρωσης όχι με την πραγματική έννοια του όρου της Φυσικής αλλά σαν ένα είδος καυσίμου, ρευστού ή γενικότερα σαν μια ποσότητα που προκαλεί μόνο παρανοήσεις. (Duit R, 1984) (Trumper R, 1998) (Driver A., Squires P., Rushworth V. & Wood-Robinson, 1998)

Απ' όλο το πεδίο των σύγχρονων ερευνών αναφορικά με τις ιδέες των παιδιών για την ενέργεια, φαίνεται ότι αυτές είναι κοινές για όλα τα παιδιά. Διαπιστώνεται ταυτόχρονα σε σύγχρονες έρευνες μια αύξηση του ποσοστού των σωστών απαντήσεων σε σχέση με την ηλικία, στην έννοια της ενέργειας (Κώτσης Κ., 2011). Η ενέργεια για τα παιδιά θεωρείται ως κάτι που σχετίζεται αποκλειστικά με έμψυχα αντικείμενα. Οι μαθητές συνδέουν την ενέργεια με ζωντανά πράγματα και ειδικότερα με τον άνθρωπο. Παραδείγματος χάρη, σχετίζουν την ενέργεια με τη δύναμη, την άσκηση και την τροφή. Επίσης παρατηρείται σταδιακά μια απομάκρυνση από την αντίληψη ότι η ενέργεια συνδέεται μόνο με ανθρώπινες δραστηριότητες και τα έμψυχα αντικείμενα. Οι μαθητές στις άψυχες συσχετίσεις που κάνουν με την ενέργεια, αναφέρονται σε μηχανές, στο πετρέλαιο, στον ηλεκτρισμό, σε κινούμενα σώματα και στην πυρηνική ενέργεια.

Επίσης η ενέργεια για τα παιδιά είναι ένας αιτιακός παράγοντας ο οποίος είναι αποθηκευμένος σε ορισμένα αντικείμενα. Οι ερευνητές περιγράφουν ένα "αποθηκευτικό μοντέλο" για την ενέργεια έτσι όπως τη χρησιμοποιούν οι μαθητές. Σ' αυτό το μοντέλο ορισμένα αντικείμενα θεωρούνται ότι έχουν ενέργεια και ότι μπορούν να αποθηκεύσουν ενέργεια ξανά. Μερικά άλλα ότι χρειάζονται ενέργεια και ότι καταναλώνουν την ενέργεια που αποκτούν. Οι μαθητές υποστηρίζουν την ιδέα μιας πηγής ενέργειας "μέσα" σε ορισμένα αντικείμενα. Μόνο τα αντικείμενα στα οποία η ενέργεια βρίσκεται μέσα τους, θεωρούνται ικανά να προκαλούν αλλαγές. Σε βιολογικά πλαίσια διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές "θεώρησαν συχνά την ενέργεια ως κάτι που αποθηκεύεται, όπως ακριβώς αποθηκεύεται κάθε άλλο υλικό".

Η έρευνα στη διδακτική της φυσικής έδειξε υψηλά ποσοστά παραδοχής των

εναλλακτικών ιδεών σε θεμελιώδεις έννοιες και αρχές που χρησιμοποιούνται στη καθημερινή ζωή, χωρίς να αποτελεί εξαίρεση και η έννοια της ενέργειας. (Κώτσης Κ., 2013). Σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης υπάρχουν εναλλακτικές ιδέες για όλες τις έννοιες της Φυσικής. Ο Κώτσης το 2013 επισημαίνει: «Η σωστή επιστημονική απάντηση ή η εναλλακτική ιδέα σε έννοια της φυσικής έχει να κάνει με τη βαθμίδα εκπαίδευσης και με ότι συνεπάγεται αυτό (ηλικία, βιωματική εμπειρία, επανάληψη διδασκαλίας της έννοιας κ.λπ.)». Οι εναλλακτικές αντιλήψεις συνεχίζουν να κυριαρχούν στο νου των σπουδαστών και μετά την περάτωση της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, με συνέπεια να δυσχεραίνουν και να καθορίζουν τα αποτελέσματα της διδακτικής διαδικασίας στην τριτοβάθμια εκπαίδευση όπου παρατηρείται αδυναμία στην εφαρμογή βασικών νόμων και αρχών της Φυσικής. Ακόμη και φοιτητές που επιλέγουν μαθήματα Φυσικής καθώς και φοιτητές παιδαγωγικών και φυσικών τμημάτων δεν κατανοούν έννοιες και νόμους της φυσικής και δεν μπορούν να τους εφαρμόσουν σε φαινόμενα της καθημερινής ζωής. (Halloun I., 1998) (Schoon, K., & Boon, W., 1998) (Πετροχειίλου, Ε., Μάνεσης, Ε., Ρίζος, Ι., Κώτσης, Κ., 2007) (Κώτσης, Κ. Θ , Στύλος, Γ., 2007) (Χαλκιά, Κ, 1999) (Κώτσης Κ., 2011).

Για τα παιδιά η ενέργεια είναι κάτι που συνδέεται με τη δύναμη και την κίνηση δηλαδή αυτό που κάνει τα γεγονότα να συμβαίνουν. Τα σώματα χρειάζονται ενέργεια για να κινηθούν. Επίσης, η ενέργεια αναφέρεται σαν κάτι που καταναλώνεται ειδικότερα μετά από σωματική άσκηση. Από έρευνα διαπιστώθηκε ότι εκείνα τα παιδιά που συσχέτιζαν την ενέργεια με τα άψυχα αντικείμενα, συχνά θεωρούσαν ότι στα σώματα που κινούνται υπάρχει ενέργεια ενώ αντίθετα, στα ακίνητα δεν υπάρχει. Οι μαθητές πιστεύουν επίσης ότι στις περιπτώσεις που δεν υπάρχει κανενός είδους δραστηριότητα δεν υπάρχει ενέργεια. Οι ερευνητές σημειώνουν επίσης μια στενή σχέση ανάμεσα στην ενέργεια και τη δύναμη στις απαντήσεις των παιδιών. Οι μαθητές χρησιμοποιούν τις λέξεις "δύναμη" και "ενέργεια" ως συνώνυμες, ενώ κάποιοι άλλοι αν και διαχωρίζουν τις δύο έννοιες, τις θεωρούν αλληλεξαρτώμενες.

Αρκετοί ερευνητές έχουν διαπιστώσει ότι οι μαθητές σε παγκόσμια κλίμακα, υιοθετούν απόψεις που υποστηρίζουν ότι η ενέργεια είναι μια καύσιμη ύλη και ότι μάλιστα υπάρχουν περιορισμένοι πόροι. Έρευνες έδειξαν ότι για τους μαθητές, η λέξη "ενέργεια" είναι συνώνυμη με τη λέξη "καύσιμο" και ότι φράσεις όπως π.χ., "ενεργειακή κρίση" και "διατήρηση ενέργειας" σημαίνουν, κατά την αντίληψη τους, "κρίση στον τομέα των καυσίμων" και "διατήρηση καυσίμων". Τα παιδιά έχουν την αντίληψη ότι τα καύσιμα είναι ενέργεια και όχι τόσο ότι τα καύσιμα "περιέχουν" ή

"είναι μια πηγή ενέργειας".

Τέλος οι μαθητές θεωρούν την ενέργεια ως ένα ρευστό, ένα συστατικό ή ένα προϊόν και δυσκολεύονται να διακρίνουν μεταξύ των μορφών ενέργειας και των αντικειμένων ή μηχανημάτων στα οποία η ενέργεια εντοπίζεται. Πολλές φορές το νερό, οι κινητήρες, το κάρβουνο, αναφέρονται ως μορφές ενέργειας ενώ δυσκολεύονται με ζητήματα που έχουν να κάνουν με την αποθήκευση της ενέργειας. Αντιθέτως οι μαθητές αναγνωρίζουν με σχετική ευκολία τις μετατροπές ενέργειας. Τέλος οι μαθητές δε θεωρούν απαραίτητη τη διατήρηση της ενέργειας και συχνά στις απαντήσεις των παιδιών επικρατεί η άποψη "της κατανάλωσης της ενέργειας", στην οποία τα πράγματα εξακολουθούν να προχωρούν έως ότου η ενέργεια τους τελειώσει ή τα καύσιμα τους καταναλωθούν. (Driver A., Squires P., Rushworth V. & Wood-Robinson, 1998) (Π. Κόκκοτα, 1999) (Κολιόπουλος Δ. Ραβάνης Κ., 1998)

### **Γ.3 Η διδασκαλία των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην εκπαίδευση**

Η διδασκαλία των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) εντάσσεται στα Προγράμματα Ενέργειας, τα οποία υλοποιούνται στα πλαίσια της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης σε διάφορα βιβλία της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αποτελούν αντικείμενο μελέτης των μαθητών στα πλαίσια της κύριας εκπαιδευτικής διαδικασίας. Μέσα από την καθημερινή επαφή τους με τα σχολικά εγχειρίδια δίνεται η δυνατότητα στους μαθητές να κατανοήσουν τη χρησιμότητα και την αναγκαιότητα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Σε μερικά από αυτά γίνεται απλή αναφορά σε αυτές, ενώ σε άλλα όπως είναι λογικό επιχειρείται μεγαλύτερη εμβάθυνση, κυρίως στις υψηλότερες εκπαιδευτικές βαθμίδες.

Στη συνέχεια θα γίνει πλήρης αναφορά της ύπαρξης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε όλα τα σχολικά εγχειρίδια της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (γυμνάσιο, ενιαίο λύκειο). Ο μεγαλύτερος όγκος των σχετικών ενοτήτων συναντάται στα σχολικά βιβλία του γυμνασίου σε απλή μορφή, ενώ το θέμα εμβαθύνεται περισσότερο στα σχολικά βιβλία του ενιαίου λυκείου. Όλα τα σχολικά εγχειρίδια που θα αναφερθούν στα παρακάτω εδάφια είναι του Οργανισμού Εκδόσεων Διδακτικών Βιβλίων (ΟΕΔΒ) και διδάσκονται το σχολικό έτος 2015-2016.

### **Γ.3.1 Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση**

Αναφορά των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στα σχολικά εγχειρίδια του δημοτικού γίνεται στις ακόλουθες περιπτώσεις :

#### **Β' Τάξη**

Μάθημα : « **Μελέτη Περιβάλλοντος** »

Ενότητα : « **Ενέργεια** »

Συγγραφείς : Μαρία Δημοπούλου, Τάσος Ζόμπολας, Ελένη Μπαμπίλα, Κωνσταντίνα Σκαναβή, Αντιόπη Φραντζή και Μαριάννα Χατζημιχαήλ.

ΟΕΔΒ, Έκδοση 2011.

#### **Γ' Τάξη**

Μάθημα : « **Μελέτη Περιβάλλοντος** »

Ενότητα : « **Τροφή και Ενέργεια** »

Συγγραφείς : Παναγιώτης Κόκκοτας, Δημ. Αλεξόπουλος, Αικατερίνη Μαλαμίτσα, Γεώργιος Μαντάς, Μαρία Παλαμαρά, Παναγιώτα Παναγιωτάκη.

ΟΕΔΒ, Έκδοση 2011.

#### **Ε' Τάξη**

Μάθημα : « **Φυσικά** »

Κεφάλαιο : « **Ενέργεια** »

Συγγραφείς : Εμμανουήλ Γ. Αποστολάκης, Ελένη Παναγοπούλου, Σταύρος Σάββας, Νεκτάριος Τσαγλιώτης, Γιώργος Πανταζής, Σοφοκλής Σωτηρίου, Βασίλης Τόλιας, Αθηνά Τσαγκογέωργα, Γεώργιος Θ. Καλκάνης.

ΟΕΔΒ, Έκδοση 2011.

### **ΣΤ' Τάξη**

Μάθημα : « **Φυσικά** »

Κεφάλαιο : « **Ενέργεια** »

Συγγραφείς : Εμμανουήλ Γ. Αποστολάκης, Ελένη Παναγοπούλου, Σταύρος Σάββας, Νεκτάριος Τσαγλιώτης, Γιώργος Πανταζής, Σοφοκλής Σωτηρίου, Βασίλης Τόλιας, Αθηνά Τσαγκογέωργα, Γεώργιος Θ. Καλκάνης.

ΟΕΔΒ, Έκδοση 2011.

### **Γ.3.2 Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση**

- Σχολικά εγχειρίδια γυμνασίου

Αναφορά των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στα σχολικά εγχειρίδια του γυμνασίου γίνεται στις ακόλουθες περιπτώσεις :

### **Α' ΤΑΞΗ**

Μάθημα : « **Γεωλογία – Γεωγραφία** »

Ενότητα Γ : « **Φυσικοί και ανθρώπινοι πόροι** »

Συγγραφείς : Κοσμάς Παυλόπουλος, Αποστολία Γαλάνη

ΟΕΔΒ, Έκδοση 2009

### **Α' ΤΑΞΗ**

Μάθημα : « **Τεχνολογία** »

Κεφάλαιο 3 : « **Μελέτη τεχνολογικών ενοτήτων-επιλογή ενότητας και θέματος-συλλογής Πληροφοριών** »

Συγγραφέας : Νικόλαος Γλώσσας

ΟΕΔΒ, Έκδοση 2009



### **Β' ΤΑΞΗ**

Μάθημα : « **Φυσική** »

Κεφάλαιο 5 : « **Ενέργεια** »

Εδάφιο 5.6 : « Πηγές Ενέργειας »

Συγγραφείς: Νικόλαος Αντωνίου, Παναγιώτης Δημητριάδης, Κωνσταντίνος

Καμπούρης, Κωνσταντίνος Παπαμιχάλης, Λαμπρινή Παπατσίμπα

ΟΕΔΒ, Έκδοση 2009

### **Β' ΤΑΞΗ**

Μάθημα : « **Γεωλογία – Γεωγραφία** »

Εδάφιο 42 : « Η παραγωγή και η κατανάλωση ενέργειας στην Ευρώπη »

Συγγραφείς : Άρης Ασλανίδης, Γιώργος Ζαφειρακίδης, Δημήτρης Καλαϊτζίδης

ΟΕΔΒ, Έκδοση 2009

### **Β' ΤΑΞΗ**

Μάθημα : « **Οικιακή Οικονομία** »

Κεφάλαιο 6 : « **Οικολογία και Κατοικία** »

Εδάφιο 6.2 : « Φυσικοί πόροι και ενεργειακή κατάσταση »

Κεφάλαιο 7 : « **Οικιακή Τεχνολογία** »

Εδάφιο 7.2 : « Οικογένεια και σύγχρονη οικιακή τεχνολογία »

Συγγραφείς : Κωνσταντίνος Αμπελιώτης, Κωνσταντίνος Αποστολόπουλος, Ευαγγελία

Γεωργιτσογιάννη, Μαρία Γιαννακούλια, Ευαγγελία Κροκίδη, Σοφία Προβατάρη,

Άννα Σαΐτη

ΟΕΔΒ, Έκδοση 2009

- Σχολικά εγχειρίδια λυκείου

Αναφορά των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στα σχολικά εγχειρίδια του λυκείου γίνεται στις ακόλουθες περιπτώσεις :

### **Α' ΤΑΞΗ**

Μάθημα : « **Τεχνολογία** »

Κεφάλαιο 4 : « **Πρωτογενής Τομέας Παραγωγής** »

Εδάφιο 4.9 : « **Ανανεώσιμες πηγές Ενέργειας - Προς μια Ενεργειακή Γεωργία** »

Συγγραφείς : Νικόλαος Ηλιάδης, Γεώργιος Βουτσινός

ΟΕΔΒ, Έκδοση 2009

### **Β' ΤΑΞΗ**

Μάθημα : « **Αρχές Περιβαλλοντικών Επιστημών** »

Κεφάλαιο 7 : « **Ήπιες Μορφές Ενέργειας** »

Εδάφιο 7.1 : « **Ηλιακή Ενέργεια** »

Εδάφιο 7.2 : « **Αιολική Ενέργεια** »

Εδάφιο 7.3 : « **Υδραυλική Ενέργεια** »

Εδάφιο 7.4 : « **Ενέργεια Βιομάζας** »

Συγγραφείς: Αρτέμης Μ. Αθανασάκης, Θεόδωρος Σ. Κουσουρής, Σάββας Ι. Κονταράτος

ΟΕΔΒ, Έκδοση 2006

### **Γ' ΤΑΞΗ**

Μάθημα : « **Τεχνολογία και Ανάπτυξη** »

Κεφάλαιο 2 : « **Συντελεστές Παραγωγής και Ανάπτυξης** »

Εδάφιο 2.2 : « **Φυσικοί πόροι και Ανάπτυξη** »

Κεφάλαιο 5 : « **Γεωργική Τεχνολογία και Ανάπτυξη** »

Εδάφιο 5.9.6 : « **Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας - ενεργειακή γεωργία** »

Συγγραφείς : Γεώργιος Βουτσινός, Νικόλαος Ηλιάδης

ΟΕΔΒ, Έκδοση 2009

## **Γ' ΤΑΞΗ**

Μάθημα : « **Φυσική Γενικής Παιδείας** »

Κεφάλαιο 4 : « **Φωτοστοιχεία** »

Εδάφιο 4.4 : « **Φωτοβολταϊκά Στοιχεία** »

Συγγραφείς : Πέτρος Γεωργακάκος, Αθανάσιος Σκαλωμένος, Νικόλαος Σφαρνάς,

Ιωάννης Χριστακόπουλος

ΟΕΔΒ, Έκδοση 2006



# Δ . ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ – ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

## Δ.1 Ο σκοπός της έρευνας

Ο γενικός σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η αποτίμηση των γνώσεων των φοιτητών σε ζητήματα Περιβαλλοντικής Φυσικής με έμφαση στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Πιο συγκεκριμένα, σκοπός της έρευνας είναι να συγκρίνει τις γνώσεις των φοιτητών των τμημάτων Φυσικής και Δημοτικής Εκπαίδευσης καθώς και η εξαγωγή συμπερασμάτων για τη βελτίωσή τους στη διδακτική πράξη ως υποψήφιοι εκπαιδευτικοί του αντικειμένου.

## Δ.2 Οι ερευνητικές υποθέσεις

Ερευνητικές υποθέσεις σε ότι αφορά τις γνώσεις των φοιτητών στα ερωτήματα *Περιβαλλοντικού Περιεχομένου* για τις υποκατηγορίες ερωτήσεων σχετικά με την αναγνώριση των Α.Π.Ε , την προέλευση και χρήση τους, τα συστήματα εκμετάλλευσης και τις επιπτώσεις τους :

*Μηδενική υπόθεση 1* : Οι γνώσεις των φοιτητών δε σχετίζονται με το φύλο.

*Εναλλακτική υπόθεση 1* : Οι γνώσεις των φοιτητών σχετίζονται με το φύλο.

*Ειδική υπόθεση 1* : Οι γυναίκες εμφανίζουν σωστότερες γνώσεις στα ερωτήματα περιβαλλοντικού περιεχομένου σε σχέση με τους άνδρες.

*Μηδενική υπόθεση 2*: Οι γνώσεις των φοιτητών δε σχετίζονται με το τμήμα σπουδών.

*Εναλλακτική υπόθεση 2* : Οι γνώσεις των φοιτητών σχετίζονται με το τμήμα σπουδών.

*Ειδική υπόθεση 2* : Οι φοιτητές του τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης εμφανίζουν σωστότερες γνώσεις σε σχέση με τους φοιτητές του τμήματος Φυσικής.

*Μηδενική υπόθεση 3*: Οι γνώσεις των φοιτητών δε σχετίζονται με την κατεύθυνση στο λύκειο.

*Εναλλακτική υπόθεση 3* : Οι γνώσεις των φοιτητών σχετίζονται με την κατεύθυνση στο λύκειο.

*Ειδική υπόθεση 3* : Οι φοιτητές που ακολούθησαν θετική κατεύθυνση εμφανίζουν σωστότερες γνώσεις σε σχέση με τους φοιτητές θεωρητικής κατεύθυνσης.

Ερευνητικές υποθέσεις σε ότι αφορά τις γνώσεις των φοιτητών στα ερωτήματα *Περιβαλλοντικής Φυσικής* για τις υποκατηγορίες ερωτήσεων σχετικά με φυσικά και ατμοσφαιρικά ζητήματα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας καθώς και θέματα ενέργειας ή μετατροπών ενέργειας που σχετίζονται με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Α.Π.Ε) :

*Μηδενική υπόθεση 4* : Οι γνώσεις των φοιτητών δε σχετίζονται με το φύλο.

*Εναλλακτική υπόθεση 4* : Οι γνώσεις των φοιτητών σχετίζονται με το φύλο.

*Ειδική υπόθεση 4* : Οι άνδρες εμφανίζουν σωστότερες γνώσεις στα ερωτήματα *Περιβαλλοντικής Φυσικής* σε σχέση με τους γυναίκες.

*Μηδενική υπόθεση 5* : Οι γνώσεις των φοιτητών δε σχετίζονται με το τμήμα σπουδών.

*Εναλλακτική υπόθεση 5* : Οι γνώσεις των φοιτητών σχετίζονται με το τμήμα σπουδών.

*Ειδική υπόθεση 5* : Οι φοιτητές του τμήματος του τμήματος *Φυσικής* εμφανίζουν σωστότερες γνώσεις σε σχέση με τους φοιτητές *Δημοτικής Εκπαίδευσης*.

*Μηδενική υπόθεση 6* : Οι γνώσεις των φοιτητών δε σχετίζονται με την κατεύθυνση στο λύκειο.

*Εναλλακτική υπόθεση 6* : Οι γνώσεις των φοιτητών σχετίζονται με την κατεύθυνση στο λύκειο.

*Ειδική υπόθεση 6* : Οι φοιτητές που ακολούθησαν θετική κατεύθυνση εμφανίζουν σωστότερες γνώσεις σε σχέση με τους φοιτητές θεωρητικής κατεύθυνσης.

Ερευνητικές υποθέσεις σε ότι αφορά τις *Επιδόσεις (Score)* των φοιτητών στο σύνολο του ερωτηματολογίου :

*Μηδενική υπόθεση 7* : Οι *Επιδόσεις* των φοιτητών δε σχετίζονται με το φύλο.

*Εναλλακτική Υπόθεση 7* : Οι *Επιδόσεις* των φοιτητών σχετίζονται με το φύλο.

*Ειδική υπόθεση 7* : Οι γυναίκες εμφανίζουν μεγαλύτερες *Επιδόσεις (Score)* σε σχέση με τους άνδρες.

*Μηδενική υπόθεση 8* : Οι Επιδόσεις (Score) των φοιτητών δε σχετίζονται με το τμήμα σπουδών.

*Εναλλακτική υπόθεση 8* : Οι Επιδόσεις (Score) των φοιτητών σχετίζονται με το τμήμα σπουδών.

*Ειδική υπόθεση 8* : Οι φοιτητές του τμήματος του τμήματος Φυσικής πετυχαίνουν μεγαλύτερες Επιδόσεις (Score) σε σχέση με τους φοιτητές του Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης.

*Μηδενική υπόθεση 9* : Η Επίδοση (Score) των φοιτητών δε σχετίζεται με την κατεύθυνση που ακολούθησαν στο λύκειο.

*Εναλλακτική υπόθεση 9* : Η Επίδοση (Score) των φοιτητών σχετίζεται με την κατεύθυνση που ακολούθησαν στο λύκειο.

*Ειδική υπόθεση 9* : Οι φοιτητές που ακολούθησαν θετική κατεύθυνση εμφανίζουν υψηλότερες Επιδόσεις (Score) σε σχέση με τους φοιτητές της θεωρητικής κατεύθυνσης.

### **Δ.3 Το ερωτηματολόγιο της έρευνας**

Το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιείται στην παρούσα έρευνα χωρίζεται σε τρία τμήματα :

- I. Οι γενικές ερωτήσεις που περιλαμβάνουν :
  - Το φύλο
  - Το τμήμα σπουδών
  - Την κατεύθυνση στο λύκειο
  - Μαθήματα στο πανεπιστήμιο
- II. Οι ερωτήσεις περιεχομένου *Περιβάλλοντος* έχουν σχέση με:
  - Τις γνώσεις των φοιτητών σε θέματα του περιβάλλοντος και συγκεκριμένα στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.
  - Οι ερωτήσεις 1, 4, 6, 8 αναφέρονται στην αναγνώριση των Α.Π.Ε
  - Οι ερωτήσεις 3, 5, 9, 10 σχετίζονται με την προέλευση και χρήση των Α.Π.Ε.
  - Οι ερωτήσεις 2,7 αφορούν στα συστήματα εκμετάλλευσης των Α.Π.Ε.
  - Οι ερωτήσεις 11, 12 εξετάζουν πιθανές επιπτώσεις των Α.Π.Ε
- III. Οι ερωτήσεις περιεχομένου *Περιβάλλοντικής Φυσικής* έχουν σχέση με :
  - Οι ερωτήσεις 1, 2, 3, 4, 5, 7, 11 σχετίζονται με φαινόμενα της φύσης και της ατμόσφαιρας που συνδέονται με τις Α.Π.Ε.
  - Οι ερωτήσεις 6, 8, 9, 10, 12 αφορούν θέματα ενέργειας ή μετατροπών ενέργειας που συμβαίνουν στα συστήματα εκμετάλλευσης των Α.Π.Ε.

### **Δ.4 Αξιοπιστία**

Αξιόπιστο είναι ένα εργαλείο που δίνει αποτελέσματα συνεπή και με δυνατότητα αναπαραγωγής. Όπως αναγράφεται στη σχετική βιβλιογραφία, η υψηλή αξιοπιστία ενός εργαλείου μέτρησης συνδέεται με την ελαχιστοποίηση του τυχαίου σφάλματος και αναφέρεται στη σταθερότητα των μετρήσεων στο χρόνο, στην ισοδυναμία, δηλαδή στο ποσοστό συμφωνίας μεταξύ δύο ή περισσότερων μέσων που χορηγούνται την ίδια χρονική στιγμή στην εσωτερική συνέπεια (ομοιογένεια), δηλαδή τη συνοχή των εργαλείων, έτσι ώστε η μεταβλητότητα των αποτελεσμάτων να είναι μικρή, αν επαναληφθεί η έρευνα κάτω από όμοιες ή σχεδόν όμοιες συνθήκες.



Όπως υποστηρίζει ο Cronbach (1951), κανένας συντελεστής μέτρησης της εγκυρότητας και καμία ανάλυση παραγόντων δεν μπορεί να ερμηνευθεί χωρίς να έχει γίνει κατάλληλη εκτίμηση των σφαλμάτων μέτρησης. Επειδή όμως δεν είναι καθόλου εύκολο να βρούμε την πραγματική τιμή της αξιοπιστίας των κλιμάκων μέτρησης, αφού τα τυχαία σφάλματα μπορούν μόνο να εκτιμηθούν, εκτιμούμε την αξιοπιστία με τη βοήθεια του συντελεστή συσχέτισης  $r$ , όπου κυμαίνεται από την τιμή 0 έως την τιμή 1 και όσο πιο κοντά στην τιμή 1 τόσο μεγαλύτερη συνάφεια υπάρχει, άρα και μεγαλύτερη αξιοπιστία.

Η τιμή του δείκτη Cronbach's alpha που θεωρείται αποδεκτή για να θεωρηθεί μια κλίμακα αξιόπιστη, εξαρτάται από το σκόπο της έρευνας. Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία η τιμή του θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη του 0,7. Ωστόσο, όπως αναγράφει ο Churchill (1979), ο Nunally (1967) προτείνει ότι ένας συντελεστής εσωτερικής συνάφειας Cronbach's alpha μεταξύ 0,5 και 0,6 είναι αρκετός στα αρχικά στάδια μιας μελέτης, ενώ όταν πρόκειται να εξαχθούν σημαντικά αποτελέσματα, το ελάχιστο είναι 0,90 με πιο επιθυμητή τιμή 0,95.

Πίνακας 1 : Δείκτης Αξιοπιστίας Cronbach Alpha

Cronbach's Alpha	N of Items
<b>,661</b>	24

Στην παρούσα έρευνα κάνοντας χρήση της τεχνικής υπολογισμού αξιοπιστίας Cronbach's alpha για τις 24 ερωτήσεις του ερωτηματολογίου όπως φαίνεται και στον παραπάνω πίνακα, λαμβάνουμε την τιμή  $\alpha = 0,661$ , η οποία μας επιτρέπει να εξαγάγουμε αξιόλογα συμπεράσματα από τα ευρήματα της ανάλυσης.

## Δ.5 Το δείγμα

Ο πληθυσμός της έρευνας αποτελείται από φοιτητές του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων και πιο συγκεκριμένα από τα τμήματα Φυσικής και του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης. Ο λόγος για τον οποίο επιλέχθηκαν τα συγκεκριμένα τμήματα είναι ότι οι απόφοιτοι αυτών των σχολών θα κληθούν να διδάξουν το αντικείμενο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ή ζητήματα Περιβαλλοντικής Φυσικής σε διαφορετικές βαθμίδες της εκπαίδευσης.

Ο χρόνος συμπλήρωσης και συλλογής των ερωτηματολογίων ήταν περίπου δύο μήνες από το Μάρτιο του 2016 έως και το Μάιο του 2016. Δεν υπήρξε περιορισμός στη χρονική διάρκεια στην αλληλεπίδραση - συμπλήρωση των φοιτητών με το ερωτηματολόγιο ωστόσο η μέση χρονική διάρκεια των δέκα λεπτών κρίθηκε επαρκής. Η συμπλήρωση των ερωτηματολογίων πραγματοποιήθηκε πριν την έναρξη ή κατά τη διάρκεια διαλειμμάτων σε υποχρεωτικά και επιλογής μαθήματα του εαρινού εξαμήνου. Η μοναδική διευκρίνιση που δόθηκε στους φοιτητές ήταν στην Ερώτηση 10 Περιβαλλοντικού Περιεχομένου όπου τονίστηκε ότι γίνεται αναφορά για τον ελλαδικό χώρο. Ελάχιστες περιπτώσεις υπήρξαν όπου οι συμμετέχοντες χρειάστηκαν περαιτέρω διευκρινίσεις, ενώ θεωρήθηκε ελαφρώς απαιτητικό από ορισμένη ομάδα φοιτητών του Παιδαγωγικού Τμήματος. Τέλος υπήρξαν δύο περιπτώσεις όπου δεν υπήρχε η δυνατότητα για την άμεση συμπλήρωση του ερωτηματολογίου λόγω έναρξης μαθήματος ωστόσο οι συμμετέχοντες το επέστρεψαν σε προκαθορισμένη χρονικά συνάντηση.

## Δ.6 Στατιστική επεξεργασία και ανάλυση των δεδομένων

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έγινε με αναλύσεις ως προς μία μεταβλητή, καθώς και με αναλύσεις ως προς τις ανεξάρτητες μεταβλητές φύλο, τμήμα και κατεύθυνση. Οι αναλύσεις αυτές έγιναν βάσει του στατιστικού πακέτου IBM SPSS Statistics 21.

Στην περίπτωση της ανάλυσης ως προς μία μεταβλητή, εφόσον οι μεταβλητές ήταν ποιοτικές, υπολογίστηκαν τα ποσοστά σε κάθε κατηγορία της ποιοτικής μεταβλητής και επίσης για την καλύτερη παρουσίαση των αποτελεσμάτων παρατέθηκαν πίνακες και ραβδογράμματα. Στις αναλύσεις ως προς τις ανεξάρτητες μεταβλητές *φύλο, τμήμα, κατεύθυνση* εξετάσθηκε η σχέση μεταξύ δύο μεταβλητών. Η μία από αυτές αποτελεί την ανεξάρτητη μεταβλητή *φύλο, τμήμα, κατεύθυνση* και η άλλη την εξαρτημένη μεταβλητή. Για το σκοπό αυτό έγιναν οι πίνακες συνάφειας και με το Chi-Square test ανεξαρτησίας ελέγχθηκε η ύπαρξη ή όχι στατιστικά σημαντικής σχέσης.

Το Chi-Square test είναι το στατιστικό τεστ για τον έλεγχο της υπόθεσης της ανεξαρτησίας. Με τον όρο έλεγχο υπόθεσης στη Στατιστική εννοούμε τη διαδικασία εκείνη με την οποία επιτυγχάνεται η γενίκευση των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από την ανάλυση των δεδομένων του δείγματος στον πληθυσμό από τον οποίο προέρχεται το συγκεκριμένο δείγμα. Όλοι οι έλεγχοι ακολουθούν περίπου την ίδια διαδικασία. Αρχίζουμε με μια υπόθεση, ότι στον πληθυσμό δεν υπάρχει σχέση, διαφορά ή επίδραση κλπ. Η υπόθεση αυτή είναι γνωστή ως μηδενική υπόθεση ( $H_0$ ), και συνήθως υποθέτουμε ότι οι σχέσεις, οι διαφορές ή οι επιδράσεις είναι μηδενικές. Ο κανόνας διερεύνησης των στατιστικών υποθέσεων, δηλαδή το κριτήριο σύμφωνα με το οποίο δεχόμαστε ή απορρίπτουμε μια υπόθεση, ονομάζεται έλεγχος ή τεστ υποθέσεων. Το κριτήριο με βάση το οποίο γίνεται ο έλεγχος των υποθέσεων που θα ακολουθήσουν, είναι το κριτήριο  $\chi^2$  ή κριτήριο ελέγχου ανεξαρτησίας (chi square test of independence).

Το κριτήριο  $\chi^2$  εξετάζει την πιθανή σχέση μεταξύ δύο ποιοτικών μεταβλητών και συγκεκριμένα εξετάζει αν οι δύο μεταβλητές που απαρτίζουν έναν πίνακα διπλής εισόδου ή συνάφειας είναι ανεξάρτητες ή όχι. Συγκρίνει τις παρατηρούμενες συχνότητες με τις αναμενόμενες συχνότητες και δείχνει την πιθανότητα διαφοροποίησής τους. Στην ανάλυση  $\chi^2$  μπορούν να χρησιμοποιηθούν οποιεσδήποτε

μεταβλητές αποτελούνται από ένα μικρό αριθμό ονομαστικών κατηγοριών.

Η εύρεση της πιθανής σχέσης μεταξύ των δύο ποιοτικών μεταβλητών, επιτυγχάνεται όπως αναφέρθηκε παραπάνω, μέσω της δημιουργίας του πίνακα συνάφειας (crosstabulation or contingency table), ο οποίος είναι διδιάστατος (στο επίπεδο) με  $r$  το πλήθος γραμμές, όσες οι κατηγορίες της μίας ποιοτικής μεταβλητής, και  $c$  στήλες όσες οι κατηγορίες της άλλης ποιοτικής μεταβλητής. Έτσι δημιουργούνται  $rc$  κελιά (κυψελίδες), κάθε ένα από τα οποία παριστάνει ένα συνδυασμό των τιμών των δύο μεταβλητών και στα οποία καταγράφονται οι παρατηρούμενες συχνότητες εμφάνισής τους.

Στη συγκεκριμένη έρευνα στόχος είναι να ελέγξουμε κατά πόσο το φύλο, το τμήμα και η κατεύθυνση επηρεάζουν τη σωστή ή λανθασμένη απάντηση των ερωτώμενων στο ερωτηματολόγιο το οποίο αφορά τις γνώσεις τους σε θέματα Περιβάλλοντικής Φυσικής με έμφαση στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

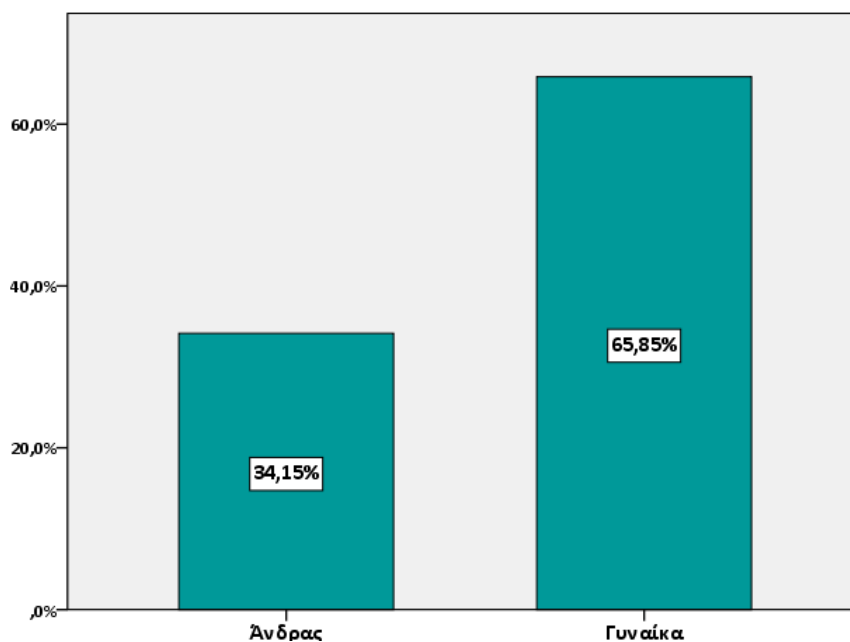
Προκειμένου να ελεγχθεί η υπόθεση εργασίας, διατυπώνεται η μηδενική υπόθεση και εξετάζεται η ανεξαρτησία των δύο μεταβλητών με την εφαρμογή του κριτηρίου ελέγχου ανεξαρτησίας ή κριτήριο  $\chi^2$ . Στις υποθέσεις που θα διατυπωθούν στη συνέχεια δημιουργείται ο πίνακας διπλής εισόδου (μόνο στην πρώτη ερώτηση) ή συνάφειας, τα αντίστοιχα ραβδογράμματα καθώς και το  $\chi$ -τεστ ανεξαρτησίας τα οποία παρατίθενται σε κάθε ερώτηση ξεχωριστά για την πλήρη κατανόηση των αποτελεσμάτων.

## **Δ.7 Περιγραφικά χαρακτηριστικά**

Στην έρευνα συμμετείχαν 407 φοιτητές του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων με την πλειοψηφία αυτών να βρίσκονται στο 3<sup>ο</sup> και στο 4<sup>ο</sup> έτος των σπουδών τους. Στην συνέχεια παρουσιάζονται όλα περιγραφικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων σε σχέση με το φύλο, το τμήμα, την κατεύθυνση που ακολούθησαν στο λύκειο καθώς και τα μαθήματα που διδάχθηκαν οι φοιτητές κατά τη διάρκεια των σπουδών τους στο πανεπιστήμιο.

### Δ.7.1 Σχετικά με το φύλο

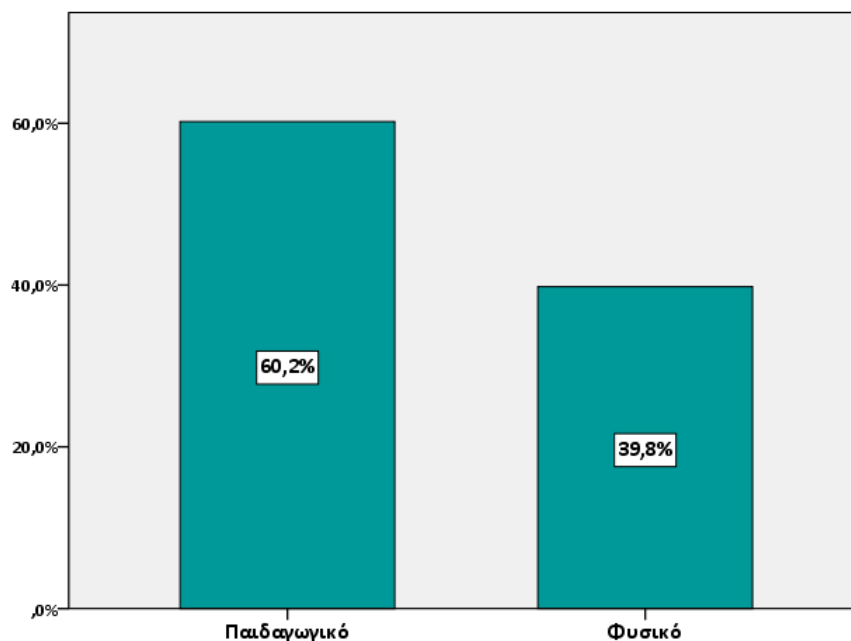
Στην έρευνα συμμετείχαν 407 φοιτητές του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Από αυτούς οι 139 ήταν άνδρες (σε ποσοστό 34,2%) και οι 268 ήταν γυναίκες (σε ποσοστό 65,8%) , σχήμα 1.



Σχήμα 1: Ποσοστό ανδρών-γυναικών στο δείγμα

### Δ.7.2 Σχετικά με το τμήμα σπουδών

Το δείγμα αποτελείται από 245 φοιτητές του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων (σε ποσοστό 60,2%) και οι 162 είναι φοιτητές του τμήματος Φυσικής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων (σε ποσοστό 39,8%). (σχήμα 2)



Σχήμα 2: Ποσοστό δείγματος σε σχέση με το Τμήμα

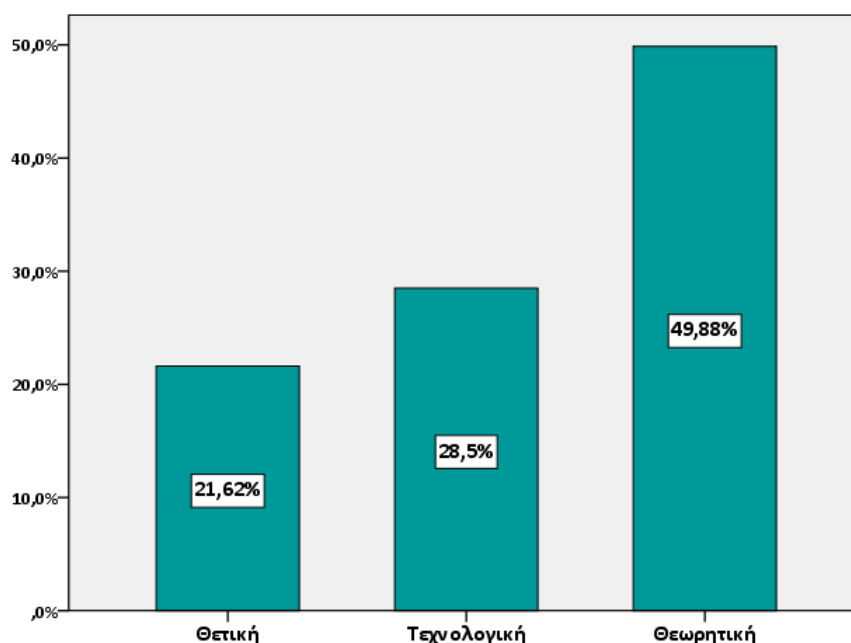
Από το σύνολο των 139 ανδρών οι 40 ανήκουν στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, ενώ οι υπόλοιποι 99 είναι φοιτητές του τμήματος Φυσικής. Ακόμη από το σύνολο των 268 γυναικών οι 205 είναι φοιτήτριες του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης, ενώ οι υπόλοιπες 63 ανήκουν στο τμήμα Φυσικής. Στον πίνακα 1 φαίνεται ο συνολικός αριθμός των ατόμων καθώς και ο αριθμός ανδρών και γυναικών που ανήκουν σε κάθε τμήμα του Πανεπιστημίου που μοιράστηκε το ερωτηματολόγιο.

Πίνακας 2 : Πλήθος ανδρών – γυναικών σε κάθε Τμήμα

Τμήμα	Σύνολο	Άνδρες	Γυναίκες
Παιδαγωγικό Δημοτικής Εκπαίδευσης	245	40	205
Φυσικής	162	99	63

### Δ.7.3 Σχετικά με την κατεύθυνση σπουδών στο λύκειο

Από το σύνολο των 407 φοιτητών του δείγματος οι 88 σε ποσοστό 21,6% είχαν παρακολουθήσει τα μαθήματα της θετικής κατεύθυνσης, οι 116 σε ποσοστό 28,5% είχαν παρακολουθήσει τα μαθήματα της τεχνολογικής κατεύθυνσης και οι υπόλοιποι 203 σε ποσοστό 49,9% είχαν παρακολουθήσει τα μαθήματα της θεωρητικής κατεύθυνσης.



Σχήμα 3: Ποσοστό φοιτητών ανάλογα με την κατεύθυνση σπουδών στο Λύκειο

Από τους άνδρες οι 37 (ποσοστό 26,6%) παρακολούθησαν τη θετική κατεύθυνση σπουδών στο λύκειο, οι 72 (ποσοστό 51,8%) την τεχνολογική κατεύθυνση και οι υπόλοιποι 30 (ποσοστό 21,6%) τη θεωρητική κατεύθυνση. Από τις γυναίκες οι 51 (ποσοστό 19,0%) παρακολούθησαν τη θετική κατεύθυνση σπουδών στο λύκειο, οι 44 (ποσοστό 16,4%) την τεχνολογική κατεύθυνση και οι υπόλοιπες 173 (ποσοστό 64,6%) θεωρητική κατεύθυνση. Στον πίνακα 2 φαίνεται το συνολικό πλήθος των ατόμων σε κάθε κατεύθυνση σπουδών, όπως και το πλήθος ανδρών και γυναικών.

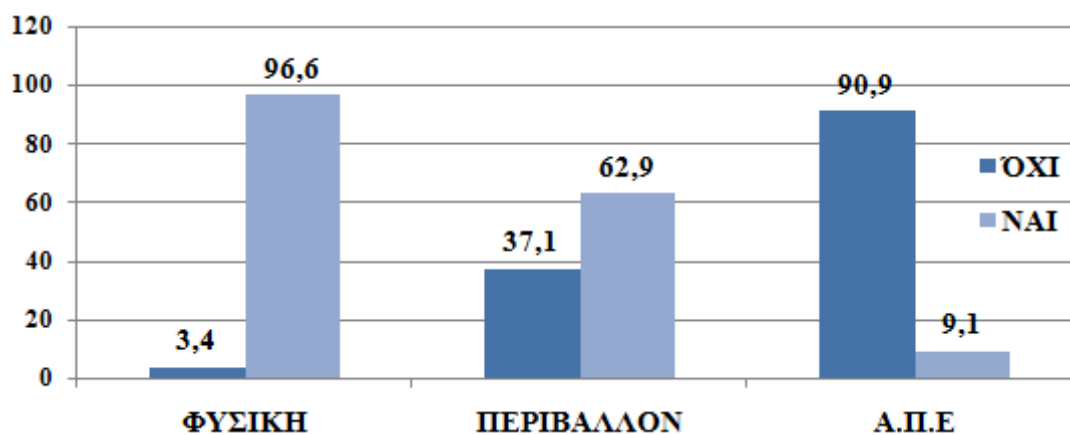
Πίνακας 3: Πλήθος ανδρών – γυναικών ανάλογα με την κατεύθυνση σπουδών στο Λύκειο

Κατεύθυνση	Σύνολο	Άνδρες	Γυναίκες
Θετική	88	37	51
Τεχνολογική	116	72	44
Θεωρητική	203	30	173

#### Δ.7.4 Σχετικά με τα μαθήματα στο πανεπιστήμιο

Όσον αφορά τα μαθήματα που είχαν επιλέξει οι μαθητές κατά τη διάρκεια φοίτησής τους στο Πανεπιστήμιο υπάρχει μεγάλο εύρος τιμών. Πιο συγκεκριμένα, η συντριπτική πλειοψηφία (ποσοστό 96,6%) έχει παρακολουθήσει το μάθημα της Φυσικής ενώ ένα πολύ μικρό ποσοστό (3,4%) δεν έχει διδαχθεί κάποιο μάθημα σχετικό με τη Φυσική μέχρι το συγκεκριμένο έτος σπουδών των φοιτητών που συμπλήρωσαν το ερωτηματολόγιο. Σε μαθήματα σχετικά με το περιβάλλον το 62,9% των ερωτώμενων έχει διδαχθεί το συγκεκριμένο αντικείμενο με την πλειοψηφία αυτών να είναι φοιτητές του Παιδαγωγικού Τμήματος, ενώ το 37,1% δεν έχει παρακολουθήσει μάθημα σχετικό με το περιβάλλον. Τέλος στο μάθημα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας το 90,9% δεν έχει διδαχθεί μάθημα σχετικό και μόνο ένα ποσοστό 9,1% έχει παρακολουθήσει το συγκεκριμένο αντικείμενο.

Μία γραφική απεικόνιση όλων των παραπάνω στοιχείων εμφανίζονται στο σχήμα που ακολουθεί:



Σχήμα 4: Ποσοστό φοιτητών ανάλογα με μαθήματα παρακολούθησης στο Πανεπιστήμιο



## Δ.8 Αποτελέσματα της έρευνας

Στη συνέχεια παρουσιάζονται και αναλύονται οι 24 ερωτήσεις και οι αντίστοιχες απαντήσεις των φοιτητών – ενηλίκων που προέκυψαν από την επεξεργασία του ερωτηματολογίου. Κάθε ερώτηση επεξεργάζεται ως προς τις σωστές και λάθος απαντήσεις ενώ οι πιθανές εναλλακτικές ιδέες που αναδεικνύονται από τις απαντήσεις των φοιτητών φαίνονται αναλυτικότερα στο παράρτημα.

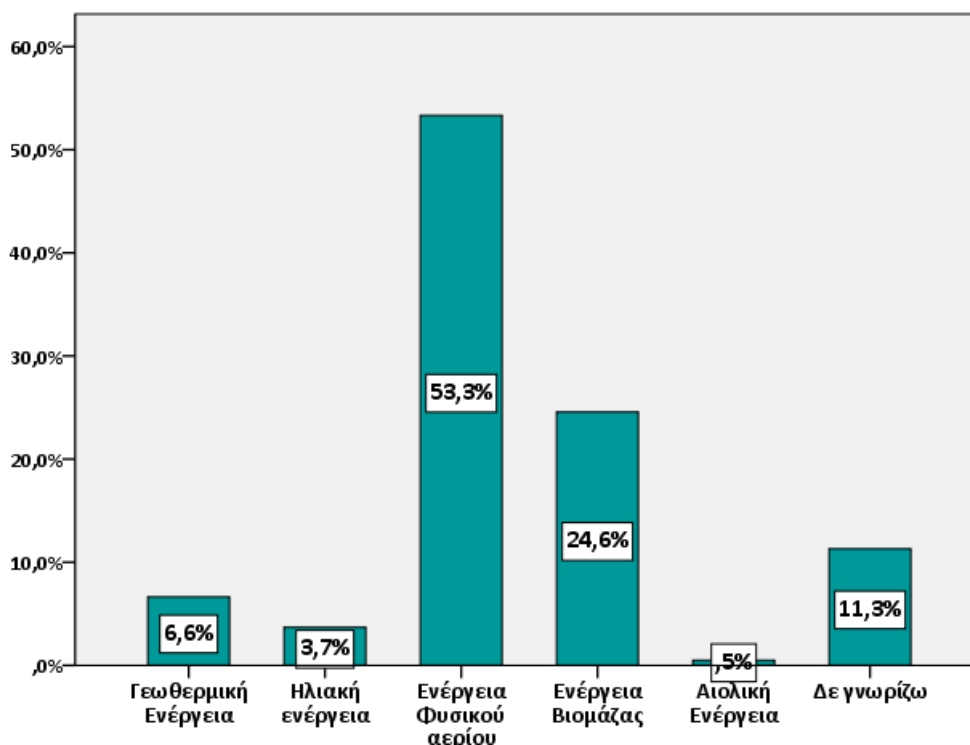
Στην πρώτη ερώτηση του ερωτηματολογίου θα γίνει αναλυτική αναφορά στον πίνακα συνάφειας καθώς και στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων από αυτόν. Στην συνέχεια παρουσιάζεται το ραβδόγραμμα που προκύπτει από τα στοιχεία του πίνακα συνάφειας και τέλος παρουσιάζεται ένας πίνακας, ο οποίος μετά τη χρήση του στατιστικού τεστ  $\chi^2$  θα μας πληροφορεί για τα αποτελέσματα του ελέγχου ανεξαρτησίας. Με αντίστοιχο τρόπο έχουν προκύψει τα συμπεράσματα για όλες τις υπόλοιπες ερωτήσεις.

Η παραπάνω διαδικασία θα ακολουθηθεί τόσο ως προς *τμήμα*, το οποίο σπουδάζουν οι φοιτητές αλλά και ως προς την *κατεύθυνση* που ακολούθησαν στις σπουδές τους στο λύκειο.

Οι δώδεκα πρώτες ερωτήσεις του ερωτηματολογίου σχετίζονται με περιβαλλοντικού περιεχομένου ζητήματα, τα οποία εστιάζουν κυρίως στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και οι υπόλοιπες δώδεκα ερωτήσεις αναφέρονται σε θέματα περιβαλλοντικής φυσικής που εξειδικεύονται πάλι σε γνώσεις σχετικές με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

### Δ.8.1 Έλεγχος ανεξαρτησίας μεταβλητών τμήματος – κατεύθυνσης με τις ερωτήσεις περιβάλλοντος

**Ερώτηση 1 :** Ποια από τις παρακάτω κατηγορίες δεν συγκαταλέγεται στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας;



Σχήμα 5 : Ποσοστά απαντήσεων Ερώτησης 1 (Περιβάλλοντικού Περιεχομένου)

Στο ραβδόγραμμα της ερώτησης 1 εμφανίζονται σε ποσοστά οι απαντήσεις των φοιτητών σύμφωνα με τις επιλογές που δόθηκαν στο ερωτηματολόγιο. Το 53,3% του συνόλου αναγνώρισε την ενέργεια φυσικού αερίου ως μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας ενώ το υπόλοιπο 46,7% δεν επέλεξε τη σωστή απάντηση ή δεν την γνώριζε. Αξίζει να σημειωθεί ότι 24,6% του πληθυσμού θεωρεί την ενέργεια βιομάζας ως μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας ενώ ακόμη υπάρχει ένα ποσοστό κοντά στο 4% το οποίο δε γνωρίζει την πιο δημοφιλή ανανεώσιμη πηγή ενέργειας τον Ήλιο (ηλιακή ενέργεια).

α) Ανάλυση ως προς το Φύλο

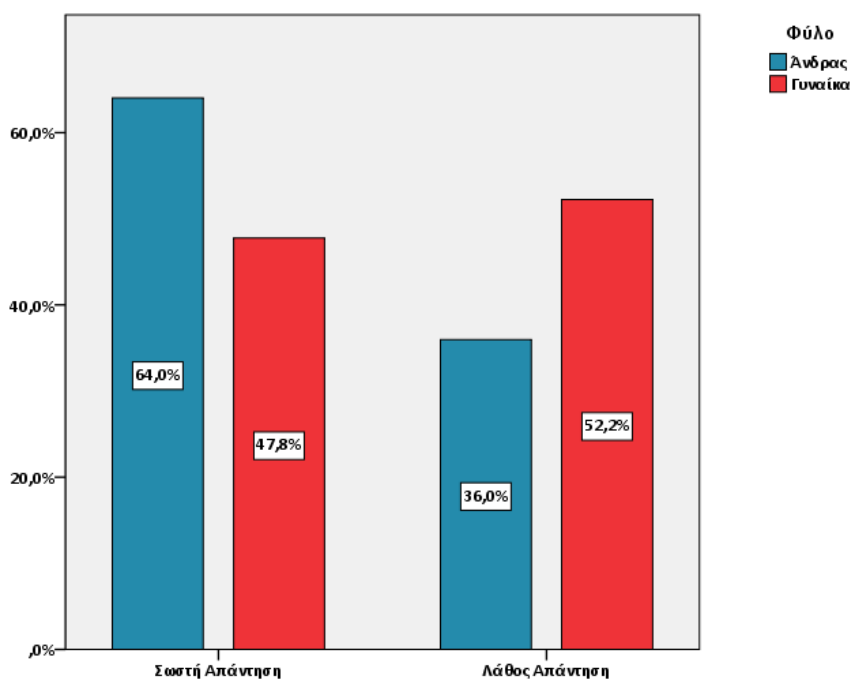
Ο πίνακας συνάφειας που προκύπτει από την εκτέλεση στο SPSS είναι ο παρακάτω :

Πίνακας 4 : Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 1 ως προς το Φύλο

			Φύλο		Total
			Άνδρας	Γυναίκα	
ΕΡΩΤΗΣΗ1	Λάθος Απάντηση	Count	50	140	190
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ1	26,3%	73,7%	100,0%
		% within Φύλο	36,0%	52,2%	46,7%
		% of Total	12,3%	34,4%	46,7%
	Σωστή Απάντηση	Count	89	128	217
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ1	41,0%	59,0%	100,0%
		% within Φύλο	64,0%	47,8%	53,3%
		% of Total	21,9%	31,4%	53,3%
Total	Count		139	268	407
	% within ΕΡΩΤΗΣΗ1		34,2%	65,8%	100,0%
	% within Φύλο		100,0%	100,0%	100,0%
	% of Total		34,2%	65,8%	100,0%

Θα αναλύσουμε μερικά από τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στο παραπάνω πίνακα συνάφειας ώστε να γίνει κατανοητή η λειτουργία του. Από τα δεδομένα του πίνακα φαίνεται ότι Λάθος Απάντηση έχει δώσει το 26,3% το οποίο αποτελεί το ποσοστό των ανδρών από το σύνολο των 190 λανθασμένων απαντήσεων στην ερώτηση 1 (αφού το 26,3% βρίσκεται στο % within Ερώτηση 1 και στη διασταύρωση Λάθος Απάντησης και Φύλο Άνδρας), ενώ το 36% των ανδρών από το σύνολο των 139 έχει δώσει Λάθος Απάντηση είναι (αφού το 36% βρίσκεται στο within Φύλο και στη διασταύρωση Λάθος Απάντησης και Φύλο). Επίσης οι άνδρες που έχουν δώσει Λάθος Απάντηση στην Ερώτηση 1 αποτελούν το 12,3% από το σύνολο των 407 φοιτητών (αφού το 12,3% βρίσκεται στο % of Total και στη διασταύρωση Λάθος Απάντησης και Φύλο Άνδρας). Παρόμοια ερμηνεύονται όλα τα δεδομένα του πίνακα συνάφειας που βρίσκονται στις γραμμές με τη Σωστή Απάντηση καθώς και στη στήλη το Φύλο Γυναίκα.

Οπότε μία ολοκληρωμένη οπτική απεικόνιση όλων των παραπάνω δεδομένων της ερώτησης 1 φαίνονται στο παρακάτω διάγραμμα :



Σχήμα 6 : Ποσοστά Σωστών-Λάθος απαντήσεων Ερώτησης 1ως προς το Φύλο

Το συμπέρασμα που προκύπτει από τον πίνακα συνάφειας καθώς και από το αντίστοιχο ραβδόγραμμα είναι ότι στην ερώτηση 1 που αφορά την αναγνώριση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σχεδόν οι μισοί σχεδόν φοιτητές απάντησαν Λάθος με την πλειοψηφία αυτών των λανθασμένων απαντήσεων να προέρχεται από τις γυναίκες ( ποσοστό 52,2%).

Ο πίνακας chi-square tests που ακολουθε μας δίνει πληροφορίες σχετικά με το αποτέλεσμα του ελέγχου ανεξαρτησίας. Από την πρώτη υποσημείωση του πίνακα παίρνουμε την πληροφορία ότι δεν υπάρχει κανένα κελί (0% των συνολικών) με αναμενόμενες συχνότητες μικρότερες του 5 και από την δεύτερη υποσημείωση η τιμή continuity correction υπολογίζεται μόνο όταν έχουμε πίνακα με δύο καταστάσεις όπως η περίπτωση μας με το φύλο (άνδρας - γυναίκα).

Πίνακας 5 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 1 ως προς το Φύλο

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	9,731 <sup>a</sup>	1	<b>,002</b>		
Continuity Correction <sup>b</sup>	9,089	1	,003		
$\phi$ Likelihood Ratio	9,836	1	,002		
Fisher's Exact Test				,002	,001
Linear-by-Linear Association	9,708	1	,002		
N of Valid Cases	407				

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 64,89.

b. Computed only for a 2x2 table

Για να απαντήσουμε στο ερώτημα αν η *ερώτηση 1* είναι εξαρτημένη ή ανεξάρτητη από το φύλο θα χρησιμοποιήσουμε τον έλεγχο υποθέσεων.

$H_0$  : Είναι η μηδενική υπόθεση, η κύρια υπόθεσή μας.

$H_1$  : Είναι η εναλλακτική υπόθεση.

Στην περίπτωση μας :

$H_0$  : ερώτηση 1 και τμήμα είναι ανεξάρτητα.

$H_1$  : ερώτηση 1 και τμήμα είναι εξαρτημένα.

Η απάντηση στην ερώτηση 1 επηρεάζεται από το φύλο των φοιτητών, αφού σύμφωνα με το τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται στον παραπάνω πίνακα υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά (αφού στη στήλη Asymp. Sig. (2-sided) το  $p=0,002$ ) στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με το Φύλο των φοιτητών.

Γενικά γνωρίζουμε αν :  $p > 0,05$  δεν μπορούμε να απορρίψουμε την  $H_0$

$p < 0,05$  απορρίπτουμε την  $H_0$  και δεχόμαστε την  $H_1$

Άρα στην περίπτωση μας απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  αφού το  $p=0,002$  οπότε η ερώτηση 1 και το φύλο είναι εξαρτημένα.

β) Ανάλυση ως προς το Τμήμα

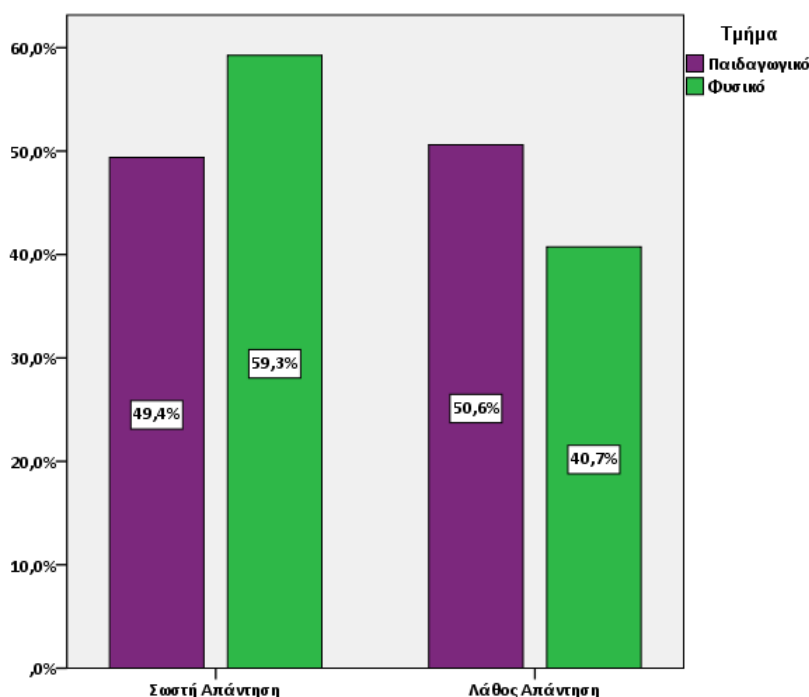
Ο πίνακας συνάφειας που προκύπτει από την εκτέλεση στο SPSS είναι ο παρακάτω :

Πίνακας 6 : Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 1 ως προς το Τμήμα

			Τμήμα		Total
			Παιδαγωγικό	Φυσικό	
ΕΡΩΤΗΣΗ1	Λάθος Απάντηση	Count	124	66	190
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ1	65,3%	34,7%	100,0%
		% within Τμήμα	50,6%	40,7%	46,7%
		% of Total	30,5%	16,2%	46,7%
	Σωστή Απάντηση	Count	121	96	217
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ1	55,8%	44,2%	100,0%
		% within Τμήμα	49,4%	59,3%	53,3%
		% of Total	29,7%	23,6%	53,3%
Total	Count	245	162	407	
	% within ΕΡΩΤΗΣΗ1	60,2%	39,8%	100,0%	
	% within Τμήμα	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	60,2%	39,8%	100,0%	

Θα αναλύσουμε ορισμένα από τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στο παραπάνω πίνακα συνάφειας. Παρατηρούμε ότι Λάθος Απάντηση έχει δώσει το 65,3% των φοιτητών οι οποίοι ανήκουν στο Παιδαγωγικό Τμήμα από το σύνολο των 190 λανθασμένων απαντήσεων στην ερώτηση 1 (αφού το 65,3% βρίσκεται στο % within Ερώτηση 1 και στη διασταύρωση Λάθος Απάντησης και Παιδαγωγικού Τμήματος), ενώ το 50,6% των φοιτητών του Παιδαγωγικού Τμήματος έχουν δώσει Λάθος Απάντηση από το σύνολο των 245 φοιτητών του Παιδαγωγικού (αφού το 50,6% βρίσκεται στο within Τμήμα και στη διασταύρωση Λάθος Απάντησης και Τμήμα). Επίσης οι φοιτητές του Παιδαγωγικού Τμήματος που έχουν δώσει Λάθος Απάντηση στην Ερώτηση 1 αποτελούν το 30,5% του συνόλου των 407 φοιτητών (αφού το 30,5% βρίσκεται στο % of Total και στη διασταύρωση Λάθος Απάντησης και Παιδαγωγικού Τμήματος). Ανάλογα ερμηνεύονται όλα τα δεδομένα του πίνακα συνάφειας που βρίσκονται στις γραμμές με τη Σωστή Απάντηση καθώς και στη στήλη του τμήματος Φυσικής.

Οπότε μία ολοκληρωμένη οπτική απεικόνιση όλων των παραπάνω δεδομένων της ερώτησης 1 φαίνονται στο παρακάτω διάγραμμα :



Σχήμα 7 : Ποσοστά Σωστών-Λάθος απαντήσεων Ερώτησης 1ως προς το Τμήμα

Το συμπέρασμα που προκύπτει από τον πίνακα συνάφειας καθώς και από το αντίστοιχο ραβδόγραμμα είναι ότι στην ερώτηση 1 που αφορά την αναγνώριση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σχεδόν οι μισοί φοιτητές απάντησαν Λάθος με αρκετούς από αυτούς να ανήκουν στο Παιδαγωγικό Τμήμα (50,6%).

Ο παρακάτω πίνακας chi-square tests μας δίνει πληροφορίες σχετικά με το αποτέλεσμα του ελέγχου ανεξαρτησίας. Από την πρώτη υποσημείωση του πίνακα παίρνουμε την πληροφορία ότι δεν υπάρχει κανένα κελί (0% των συνολικών) με αναμενόμενες συχνότητες μικρότερες του 5 και από την δεύτερη υποσημείωση η τιμή continuity correction υπολογίζεται μόνο όταν έχουμε πίνακα με δύο καταστάσεις όπως η περίπτωση μας με το τμήμα ( Φυσικό – Παιδαγωγικό ).

Πίνακας 7 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 1 ως προς το Τμήμα

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	3,818 <sup>a</sup>	1	<b>,051</b>		
Continuity Correction <sup>b</sup>	3,432	1	,064		
Likelihood Ratio	3,832	1	,050		
Fisher's Exact Test				,054	,032
Linear-by-Linear Association	3,809	1	,051		
N of Valid Cases	407				

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 75,63.

b. Computed only for a 2x2 table

Για να απαντήσουμε στο ερώτημα αν η *ερώτηση 1* είναι εξαρτημένη ή ανεξάρτητη από το *τμήμα* θα χρησιμοποιήσουμε των έλεγχος υποθέσεων.

$H_0$  : Είναι η μηδενική υπόθεση, η κύρια υπόθεσή μας.

$H_1$  : Είναι η εναλλακτική υπόθεση.

Στην περίπτωση μας :

$H_0$  : ερώτηση 1 και τμήμα είναι ανεξάρτητα.

$H_1$  : ερώτηση 1 και τμήμα είναι εξαρτημένα.

Η απάντηση στην ερώτηση 1 φαίνεται έστω και οριακά να μην επηρεάζεται από το τμήμα που σπουδάζει ο φοιτητής, αφού σύμφωνα με το τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται στον παραπάνω πίνακα δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά (αφού στη στήλη Asymp. Sig. (2-sided) το  $p = 0,051$ ) στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με το Τμήμα που παρακολουθεί ο κάθε φοιτητής.

Γενικά γνωρίζουμε αν :  $p > 0,05$  δεν μπορούμε να απορρίψουμε την  $H_0$

$p < 0,05$  απορρίπτουμε την  $H_0$  και δεχόμαστε την  $H_1$

Άρα στην περίπτωση μας δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  αφού το  $p = 0,051$  οπότε η ερώτηση 1 και τμήμα είναι ανεξάρτητα.



γ) Ανάλυση ως προς την Κατεύθυνση

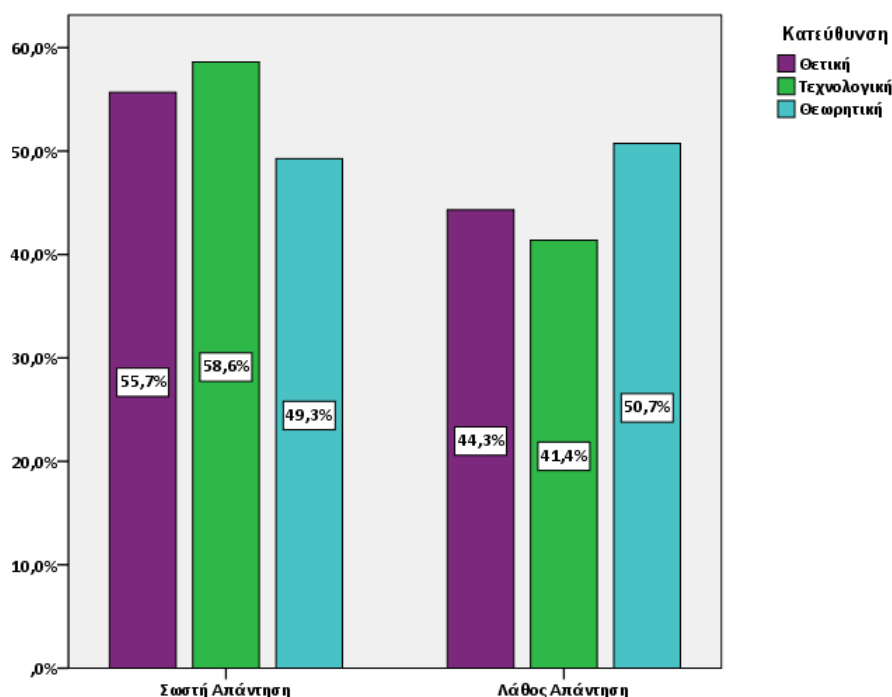
Ο πίνακας συνάφειας που προκύπτει από την εκτέλεση στο SPSS είναι ο παρακάτω :

Πίνακας 8 : Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 1 ως προς την Κατεύθυνση

			Κατεύθυνση			Total
			Θετική	Τεχνολογική	Θεωρητική	
ΕΡΩΤΗΣΗ1	Λάθος Απάντηση	Count	39	48	103	190
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ1	20,5%	25,3%	54,2%	100,0%
		% within Κατεύθυνση	44,3%	41,4%	50,7%	46,7%
		% of Total	9,6%	11,8%	25,3%	46,7%
	Σωστή Απάντηση	Count	49	68	100	217
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ1	22,6%	31,3%	46,1%	100,0%
		% within Κατεύθυνση	55,7%	58,6%	49,3%	53,3%
		% of Total	12,0%	16,7%	24,6%	53,3%
Total	Count	88	116	203	407	
	% within ΕΡΩΤΗΣΗ1	21,6%	28,5%	49,9%	100,0%	
	% within Κατεύθυνση	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	21,6%	28,5%	49,9%	100,0%	

Θα αναλύσουμε ορισμένα από τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στο παραπάνω πίνακα συνάφειας. Παρατηρούμε ότι Λάθος Απάντηση έχει δώσει το 20,5% των φοιτητών οι οποίοι είχαν επιλέξει θετική κατεύθυνση στο λύκειο από το σύνολο των 190 λανθασμένων απαντήσεων στην ερώτηση 1 (αφού το 20,5% βρίσκεται στο % within Ερώτηση 1 και στη διασταύρωση Λάθος Απάντησης και Θετική Κατεύθυνση), ενώ το 44,3% των φοιτητών της θετικής κατεύθυνσης έχουν δώσει Λάθος Απάντηση από το σύνολο των 88 φοιτητών της θετικής (αφού το 44,3% βρίσκεται στο within Τμήμα και στη διασταύρωση Λάθος Απάντησης και κατεύθυνση). Επίσης οι φοιτητές της θετικής κατεύθυνσης που έχουν δώσει Λάθος Απάντηση στην ερώτηση 1 αποτελούν το 9,6% του συνόλου των 407 φοιτητών (αφού το 9,6% βρίσκεται στο % of Total και στη διασταύρωση Λάθος Απάντησης και θετική κατεύθυνση). Ανάλογα ερμηνεύονται όλα τα δεδομένα του πίνακα συνάφειας που βρίσκονται στις γραμμές με τη Σωστή Απάντηση καθώς και στις στήλες της τεχνολογικής και θεωρητικής κατεύθυνσης.

Οπότε μία ολοκληρωμένη οπτική απεικόνιση όλων των παραπάνω δεδομένων της ερώτησης 1 φαίνονται στο παρακάτω διάγραμμα :



Σχήμα 8 : Ποσοστά Σωστών-Λάθος απαντήσεων Ερώτησης 1 ως προς την Κατεύθυνση

Το συμπέρασμα που προκύπτει από τον πίνακα συνάφειας καθώς και από το αντίστοιχο ραβδόγραμμα είναι ότι στην ερώτηση 1 που αφορά την αναγνώριση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αρκετοί φοιτητές απάντησαν Λάθος με αυτούς να ανήκουν κυρίως στη θεωρητική κατεύθυνση (50,7%) αλλά και στις υπόλοιπες Κατευθύνσεις υπάρχουν ιδιαίτερος υψηλά ποσοστα λανθασμένων απαντήσεων.

Ο πίνακας που ακολουθεί chi-square tests δίνει πληροφορίες σχετικά με το αποτέλεσμα του ελέγχου ανεξαρτησίας όπως και στην περίπτωση του τμήματος παραπάνω. Από την υποσημείωση a του πίνακα παίρνουμε την πληροφορία ότι δεν υπάρχει κανένα κελί (0% των συνολικών) με αναμενόμενες συχνότητες μικρότερες του 5.

Πίνακας 9 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 1 ως προς την Κατεύθυνση

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	2,850 <sup>a</sup>	2	,240
Likelihood Ratio	2,856	2	,240
Linear-by-Linear Association	1,649	1	,199
N of Valid Cases	407		

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 41,08.

Για να απαντήσουμε στο ερώτημα αν η ερώτηση 1 είναι εξαρτημένη ή ανεξάρτητη από την κατεύθυνση θα χρησιμοποιήσουμε τον έλεγχο υποθέσεων :

$H_0$  : Είναι η μηδενική υπόθεση, η κύρια υπόθεσή μας.

$H_1$  : Είναι η εναλλακτική υπόθεση.

Στην περίπτωση μας :

$H_0$  : ερώτηση 1 και κατεύθυνση είναι ανεξάρτητα.

$H_1$  : ερώτηση 1 και κατεύθυνση είναι εξαρτημένα.

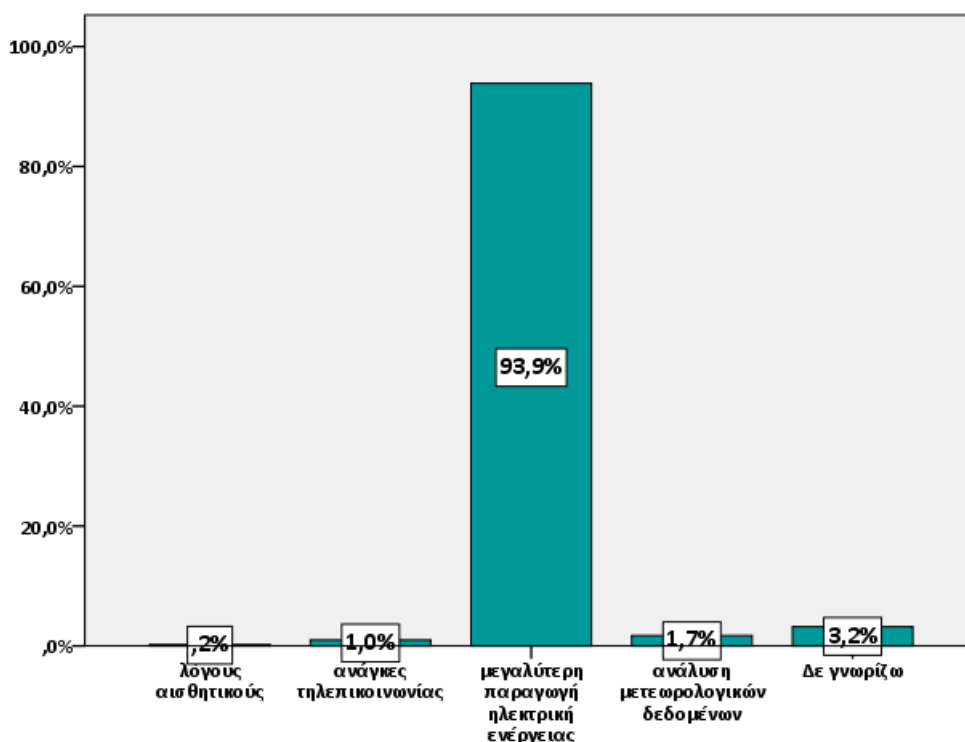
Η απάντηση στην ερώτηση 1 φαίνεται έστω και οριακά να μην επηρεάζεται από τη κατεύθυνση που ακολούθησε ο ερωτώμενος στο λύκειο, αφού σύμφωνα με το τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται στον παραπάνω πίνακα δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά (αφού στη στήλη Asymp. Sig. (2-sided) το  $p=0,240$ ) στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με τη κατεύθυνση που παρακολούθησε ως μαθητής.

Γενικά γνωρίζουμε αν :  $p > 0,05$  δεν μπορούμε να απορρίψουμε την  $H_0$

$p < 0,05$  απορρίπτουμε την  $H_0$  και δεχόμαστε την  $H_1$

Άρα στην περίπτωση μας δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  αφού το  $p=0,240$  οπότε η ερώτηση 1 και η κατεύθυνση είναι ανεξάρτητα.

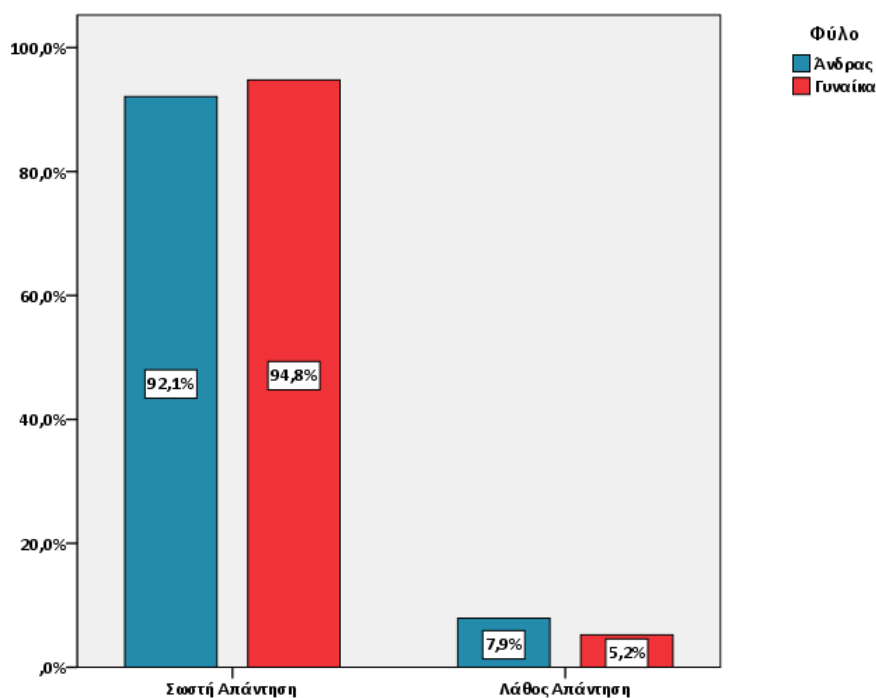
**Ερώτηση 2:** Για ποιο λόγο οι ανεμογεννήτριες και τα φωτοβολταϊκά τοποθετούνται σε συγκεκριμένες τοποθεσίες ;



Σχήμα 9 : Ποσοστά απαντήσεων Ερώτησης 2 (Περιβάλλοντικού Περιεχομένου)

Στην ερώτηση 2 η συντριπτική πλειοψηφία των ερωτηθέντων σε ποσοστό 93,9% αναγνωρίζει ότι οι ανεμογεννήτριες και τα φωτοβολταϊκά τοποθετούνται σε συγκεκριμένες τοποθεσίες με στόχο την μεγαλύτερη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και μόνο σε ένα πολύ μικρό ποσοστό επικρατεί σύγχυση. Στην ερώτηση αυτή η οποία χαρακτηρίζεται χαμηλής δυσκολίας παρατηρείται ένα ποσοστό 3,2% , το οποίο δε γνωρίζει γιατί τα συστήματα εκμετάλλευσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας τοποθετούνται σε συγκεκριμένες τοποθεσίες.

α) Ανάλυση ως προς το Φύλο :



Σχήμα 10 : Ποσοστά Σωστών-Λάθους απαντήσεων Ερώτησης 2ως προς το Φύλο

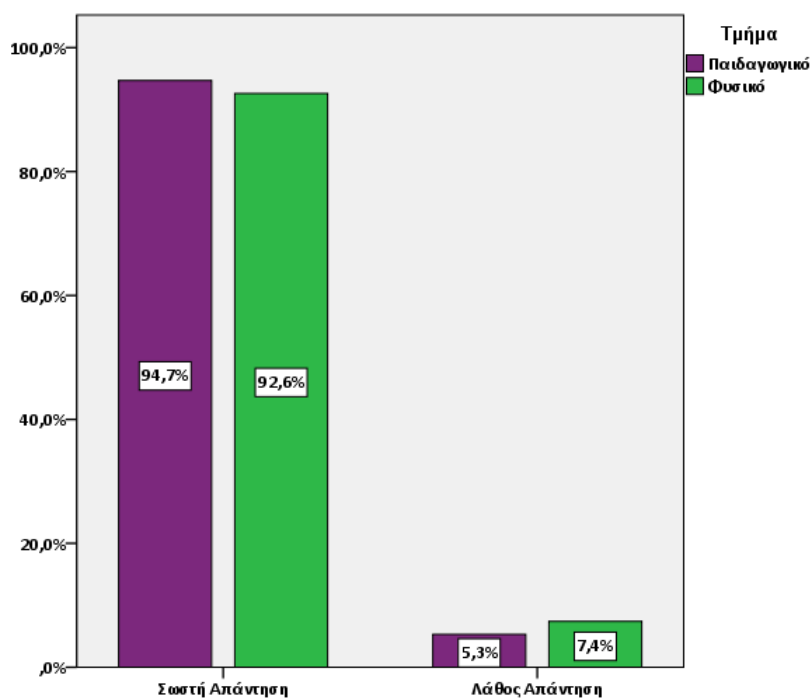
Από το ραβδόγραμμα Σωστή - Λάθος Απαντηση είναι εμφανές ότι οι άνδρες και οι γυναίκες φοιτητές αναγνωρίζουν εύκολα (πάνω από 90%) για ποιο λόγο τοποθετούμε σε συγκεκριμένες τοποθεσίες τα φωτοβολταϊκά και τις ανεμογεννήτριες. Για επιβεβαίωση χρησιμοποιούμε το τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται παρακάτω και παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,284$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με το φύλο του κάθε ερωτώμενου.

Πίνακας 10 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 2 ως προς το Φύλο

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	1,149 <sup>a</sup>	1	<b>,284</b>		
Continuity Correction <sup>b</sup>	,729	1	,393		
Likelihood Ratio	1,109	1	,292		
Fisher's Exact Test				,285	,195
Linear-by-Linear Association	1,146	1	,284		
N of Valid Cases	407				

Άρα δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 2 και το φύλο είναι μεταξύ τους ανεξάρτητα.

β) Ανάλυση ως προς το Τμήμα :



Σχήμα 11 : Ποσοστά Σωστών-Λάθος απαντήσεων Ερώτησης 2 ως προς το Τμήμα

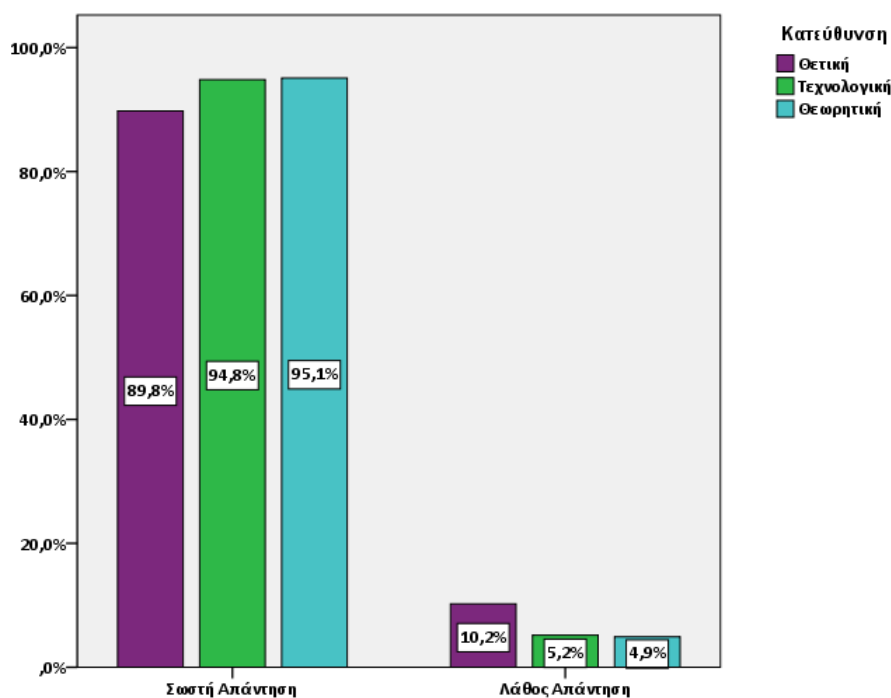
Από το ραβδόγραμμα Σωστή - Λάθος Απάντηση γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι οι φοιτητές και των δύο τμημάτων ( Παιδαγωγικό – Φυσικό ) αναγνωρίζουν χωρίς ιδιαίτερες δυσκολίες (πάνω από 90%) για ποιο λόγο τοποθετούμε σε συγκεκριμένες τοποθεσίες τα φωτοβολταϊκά και τις ανεμογεννήτριες. Για επιβεβαίωση χρησιμοποιούμε το τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται παρακάτω και παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,387$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με το τμήμα που σπουδάζει ο κάθε φοιτητής.

Πίνακας 11 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 2 ως προς το Τμήμα

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	,747 <sup>a</sup>	1	,387		
Continuity Correction <sup>b</sup>	,427	1	,514		
Likelihood Ratio	,734	1	,392		
Fisher's Exact Test				,405	,255
Linear-by-Linear Association	,745	1	,388		
N of Valid Cases	407				

Άρα δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 2 και το τμήμα είναι μεταξύ τους ανεξάρτητα.

γ) Ανάλυση ως προς την Κατεύθυνση :



Σχήμα 12 : Ποσοστά Σωστών-Λάθος απαντήσεων Ερώτησης 2 ως προς την Κατεύθυνση

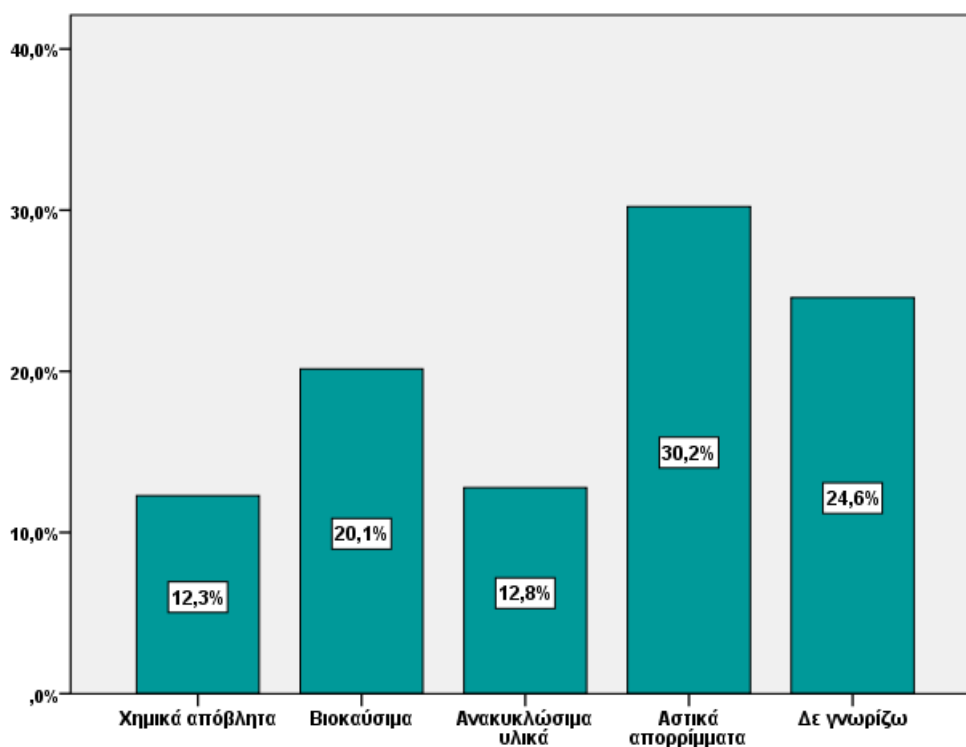
Από το παραπάνω ραβδόγραμμα Σωστή - Λάθος Απάντηση γίνεται εμφανές ότι οι φοιτητές αναγνωρίζουν σε σε πολύ μεγάλο βαθμό τη Σωστή Απάντηση της ερώτησης 2 ανεξαρτήτως της κατεύθυνσης που είχαν ακολουθήσει ως μαθητές στο λύκειο αφού τα ποσοστά ανα κατεύθυνση είναι παραπλήσια. Η χρήση του τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται παρακάτω παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,196$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με την κατεύθυνση που ακολούθησε ο κάθε ερωτώμενος ως μαθητής.

Πίνακας 12 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 2 ως προς την Κατεύθυνση

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	3,257 <sup>a</sup>	2	,196
Likelihood Ratio	2,903	2	,234
Linear-by-Linear Association	2,461	1	,117
N of Valid Cases	407		

Άρα δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 3 και η κατεύθυνση είναι μεταξύ τους ανεξάρτητα.

**Ερώτηση 3:** Ποια από τις παρακάτω κατηγορίες προϊόντων αποτελεί πηγή προέλευσης βιομάζας;

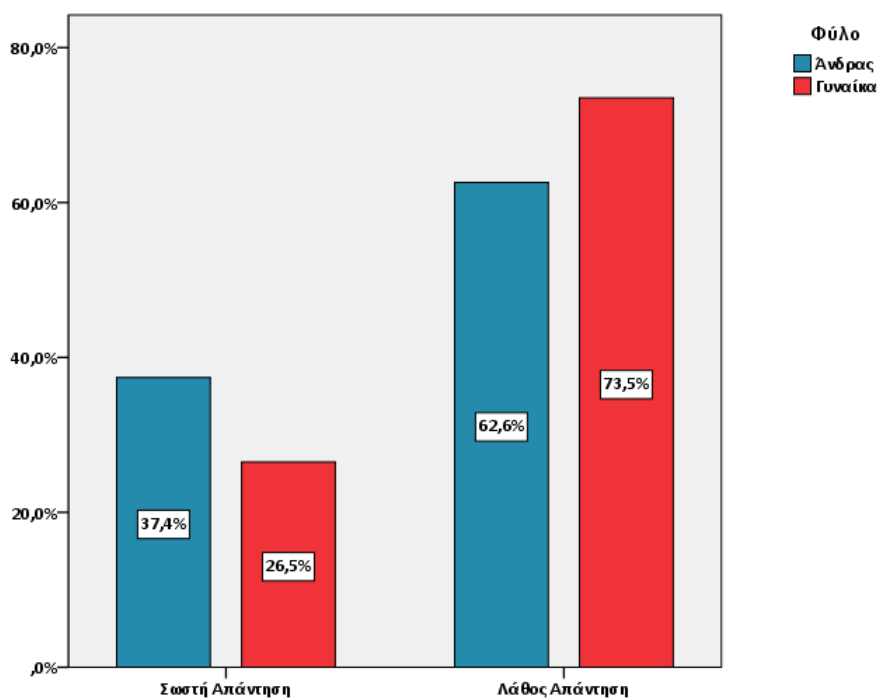


Σχήμα 13 : Ποσοστά απαντήσεων Ερώτησης 3 (Περιβάλλοντικού Περιεχομένου)

Στην ερώτηση 3 παρατηρούμε ότι οι φοιτητές δεν αναγνωρίζουν ξεκάθαρα από ποιες πηγές προέρχεται η βιομάζα. Το ένα τέταρτο των φοιτητών δεν γνωρίζει καθόλου ποια είναι η προέλευση της. Χαρακτηριστικά είναι τα δεδομένα που δείχνουν ότι σχεδόν ένας στους πέντε φοιτητές θεωρεί ότι η βιομάζα προέρχεται από τα βιοκαύσιμα. Επίσης, υπάρχει η εναλλακτική ιδέα ότι τα ανακυκλώσιμα υλικά (σε ποσοστό 12,8%) και τα χημικά απόβλητα (σε ποσοστό 12,3%) είναι προϊόντα που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή βιομάζας.



α) Ανάλυση ως προς το Φύλο :



Σχήμα 14 : Ποσοστά Σωστών-Λάθος απαντήσεων Ερώτησης 3 ως προς το Φύλο

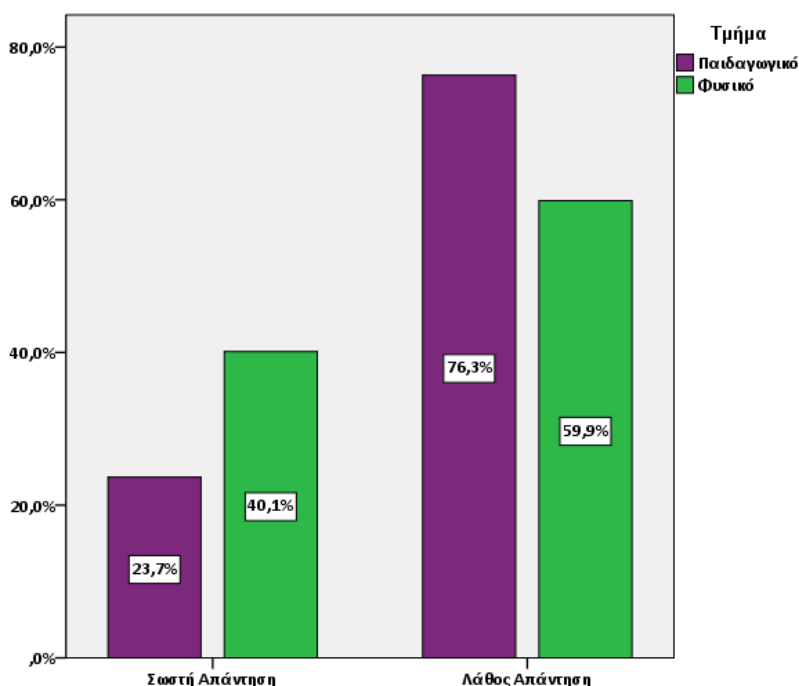
Στην ερώτηση 3 και τα δύο φύλα αντιμετωπίζουν δυσκολίες να αναγνωρίσουν τις πηγές προέλευσης της βιομάζας, ενώ φαίνεται ότι οι άνδρες να παρουσιάζουν ελαφρώς καλύτερα ποσοστά σε σύγκριση με τις γυναίκες. Χρησιμοποιούμε το τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται παρακάτω και παρατηρούμε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,023$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με το φύλο των ερωτώμενων.

Πίνακας 13 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 3 ως προς το Φύλο

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	5,173 <sup>a</sup>	1	<b>,023</b>		
Continuity Correction <sup>b</sup>	4,669	1	,031		
Likelihood Ratio	5,087	1	,024		
Fisher's Exact Test				,030	,016
Linear-by-Linear Association	5,161	1	,023		
N of Valid Cases	407				

Άρα απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 3 και το φύλο είναι μεταξύ τους εξαρτημένα.

β) Ανάλυση ως προς το Τμήμα :



Σχήμα 15 : Ποσοστά Σωστών-Λάθος απαντήσεων Ερώτησης 3 ως προς το Τμήμα

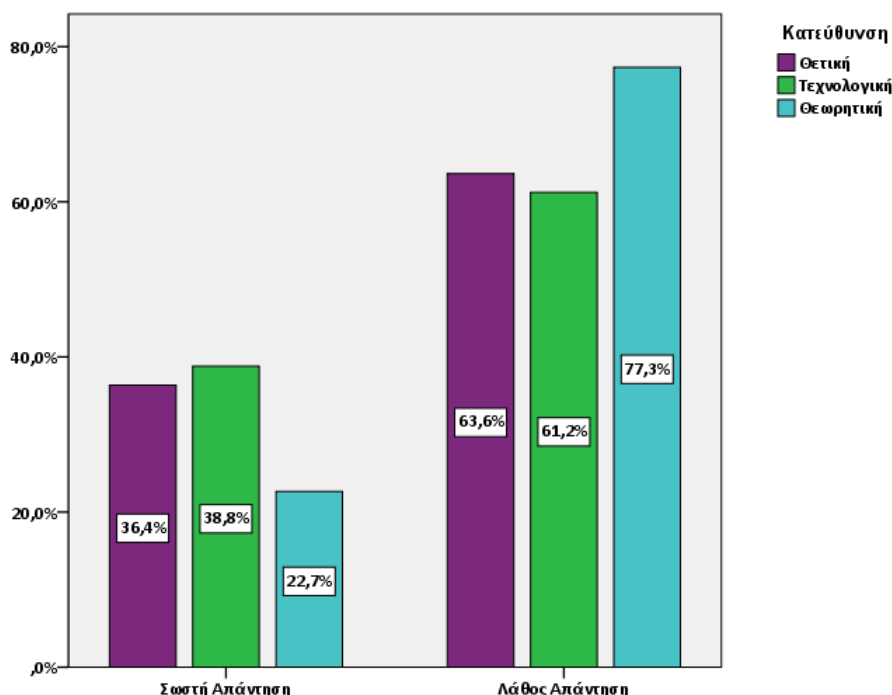
Από το παραπάνω ραβδόγραμμα παρατηρούμε ότι οι φοιτητές και των δύο τμημάτων ( Παιδαγωγικό – Φυσικό ) δεν αναγνωρίζουν τις πηγές προέλευσης της βιομάζας και κυρίως οι οι φοιτητές που προέρχονται από το Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης. Χρησιμοποιώντας το τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται παρακάτω παρατηρούμε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,000$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με το τμήμα που φοιτεί ο κάθε σπουδαστής.

Πίνακας 14 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 3 ως προς το Τμήμα

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	12,514 <sup>a</sup>	1	<b>,000</b>		
Continuity Correction <sup>b</sup>	11,746	1	,001		
Likelihood Ratio	12,372	1	,000		
Fisher's Exact Test				,001	,000
Linear-by-Linear Association	12,483	1	,000		
N of Valid Cases	407				

Άρα απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 3 και το τμήμα είναι μεταξύ τους εξαρτημένα.

γ) Ανάλυση ως προς την Κατεύθυνση :



Σχήμα 16 : Ποσοστά Σωστών-Λάθος απαντήσεων Ερώτησης 3 ως προς την Κατεύθυνση

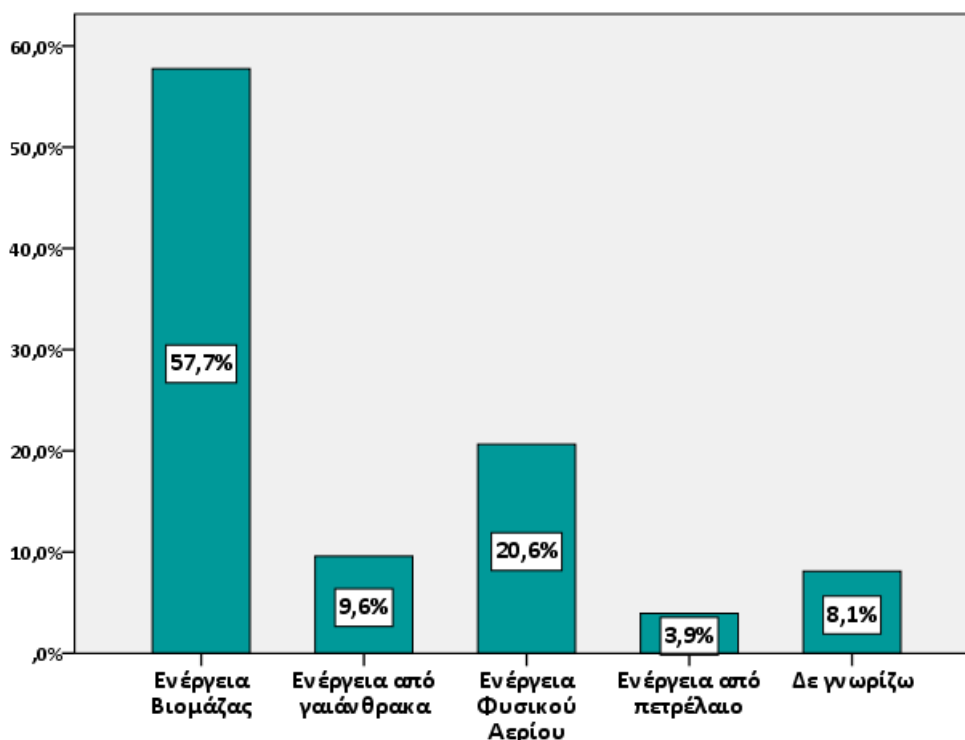
Από το παραπάνω ραβδόγραμμα Σωστή - Λάθος Απάντηση φαίνεται ότι οι φοιτητές δεν αναγνωρίζουν τη Σωστή Απάντηση της ερώτησης 3 και ιδιαίτερα οι φοιτητές της θεωρητικής κατεύθυνσης οι οποίοι σημειώνουν τα υψηλότερα ποσοστά λανθασμένων απαντήσεων. Στο τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται παρακάτω παρατηρούμε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,004$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με την κατεύθυνση που είχε ακολουθήσει ο κάθε φοιτητής.

Πίνακας 15 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 3 ως προς την Κατεύθυνση

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	11,120 <sup>a</sup>	2	,004
Likelihood Ratio	11,196	2	,004
Linear-by-Linear Association	7,882	1	,005
N of Valid Cases	407		

Άρα απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 3 και η κατεύθυνση είναι μεταξύ τους εξαρτημένα.

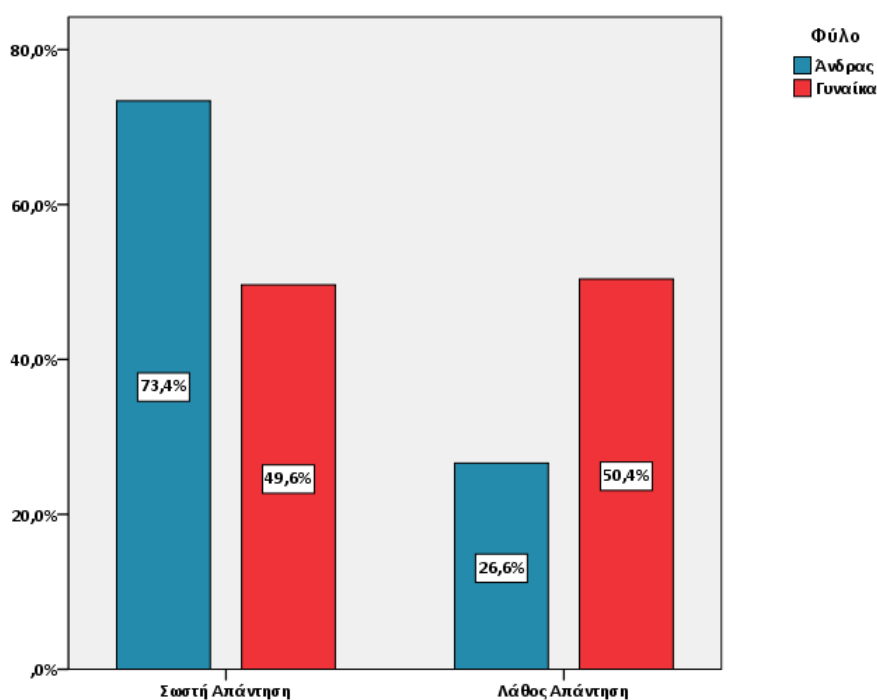
**Ερώτηση 4:** Ποια από τις παρακάτω κατηγορίες είναι ανανεώσιμη πηγή ενέργειας;



Σχήμα 17 : Ποσοστά απαντήσεων Ερώτησης 4 (Περιβάλλοντικού Περιεχομένου)

Στην ερώτηση 4 βλέπουμε ότι το 57,7% αναγνωρίζει την ενέργεια Βιομάζας ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας ενώ ιδιαίτερο ενδιαφέρον προκαλεί το γεγονός ότι το 20,6% θεωρεί την ενέργεια Φυσικού Αερίου και σχεδόν το 10% την ενέργεια από Γαιάνθρακα ως ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η ερώτηση μας δείχνει ότι πάνω από το 40% των φοιτητών αθροιστικά δεν αναγνωρίζει την ενέργεια βιομάζας ως μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Η ερώτηση 1 και η ερώτηση 4 είναι ίδιες με αντίστροφη διατύπωση για να διαπιστωθεί αν το ερωτηματολόγιο απαντήθηκε με προσήλωση από τους φοιτητές ή οι απαντήσεις δόθηκαν τυχαία.

α) Ανάλυση ως προς το Φύλο :



Σχήμα 18 : Ποσοστά Σωστών-Λάθος απαντήσεων Ερώτησης 4 ως προς το Φύλο

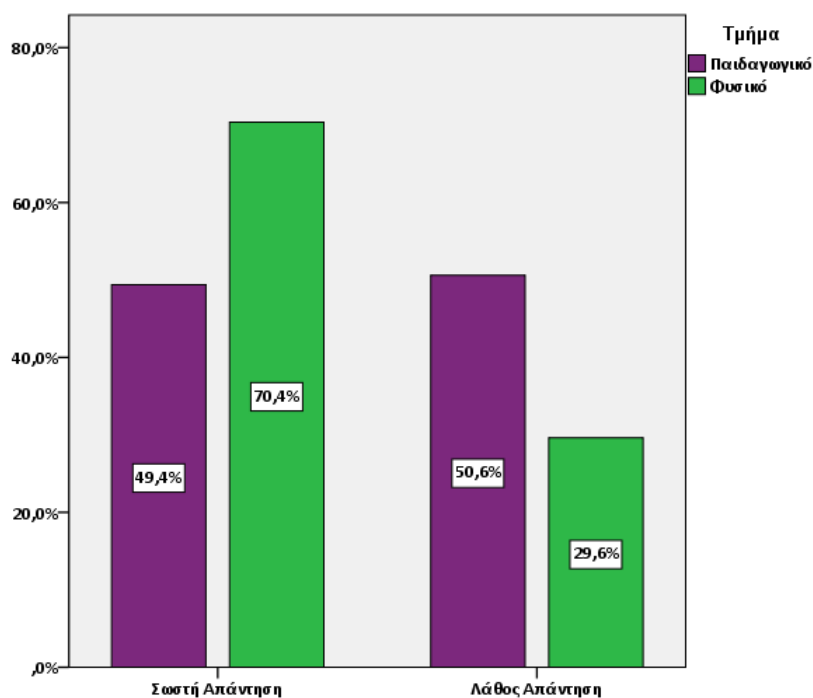
Στο ραβδόγραμμα Σωστών - Λάθος Απαντήσεων της ερώτησης 4 οι απαντήσεις των φοιτητών είναι σχεδόν ισορροπημένες με τους άνδρες να σημειώνουν αρκετά καλύτερο ποσοστό σωστών επιλογών. Για επιβεβαίωση χρησιμοποιούμε το τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται παρακάτω και παρατηρούμε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,000$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με το φύλο του κάθε φοιτητή.

Πίνακας 16 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 4 ως προς το Φύλο

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	21,166 <sup>a</sup>	1	,000		
Continuity Correction <sup>b</sup>	20,204	1	,000		
Likelihood Ratio	21,837	1	,000		
Fisher's Exact Test				,000	,000
Linear-by-Linear Association	21,114	1	,000		
N of Valid Cases	407				

Άρα απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 4 και το φύλο είναι μεταξύ τους εξαρτημένα.

β) Ανάλυση ως προς το Τμήμα :



Σχήμα 19 : Ποσοστά Σωστών-Λάθους απαντήσεων Ερώτησης 4 ως προς το Τμήμα

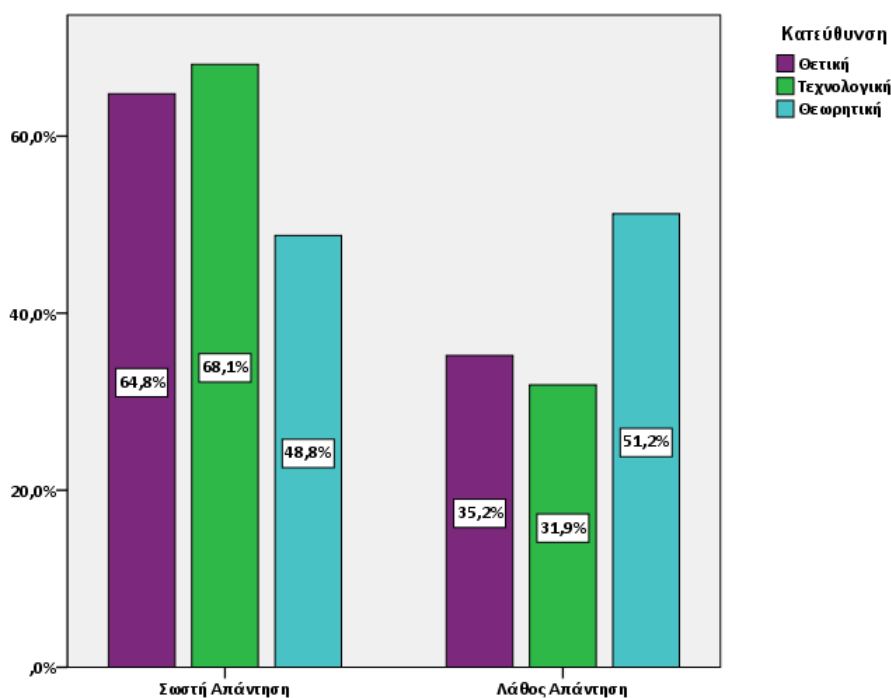
Από το ραβδόγραμμα Σωστή - Λάθος Απάντηση βλέπουμε ότι οι φοιτητές των δύο τμημάτων ( Παιδαγωγικό – Φυσικό ) αναγνωρίζουν σε διαφορετικό βαθμό ποια από τις παραπάνω κατηγορίες της ερώτησης 4 ανήκει στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Για επιβεβαίωση χρησιμοποιούμε το τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται παρακάτω και παρατηρούμε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,000$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με το τμήμα που σπουδάζει ο κάθε φοιτητής.

Πίνακας 17 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 4 ως προς το Τμήμα

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	17,595 <sup>a</sup>	1	,000		
Continuity Correction <sup>b</sup>	16,746	1	,000		
Likelihood Ratio	17,933	1	,000		
Fisher's Exact Test				,000	,000
Linear-by-Linear Association	17,552	1	,000		
N of Valid Cases	407				

Άρα απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 4 και το τμήμα είναι μεταξύ τους εξαρτημένα.

γ) Ανάλυση ως προς την Κατεύθυνση :



Σχήμα 20 : Ποσοστά Σωστών-Λάθος απαντήσεων Ερώτησης 4 ως προς την Κατεύθυνση

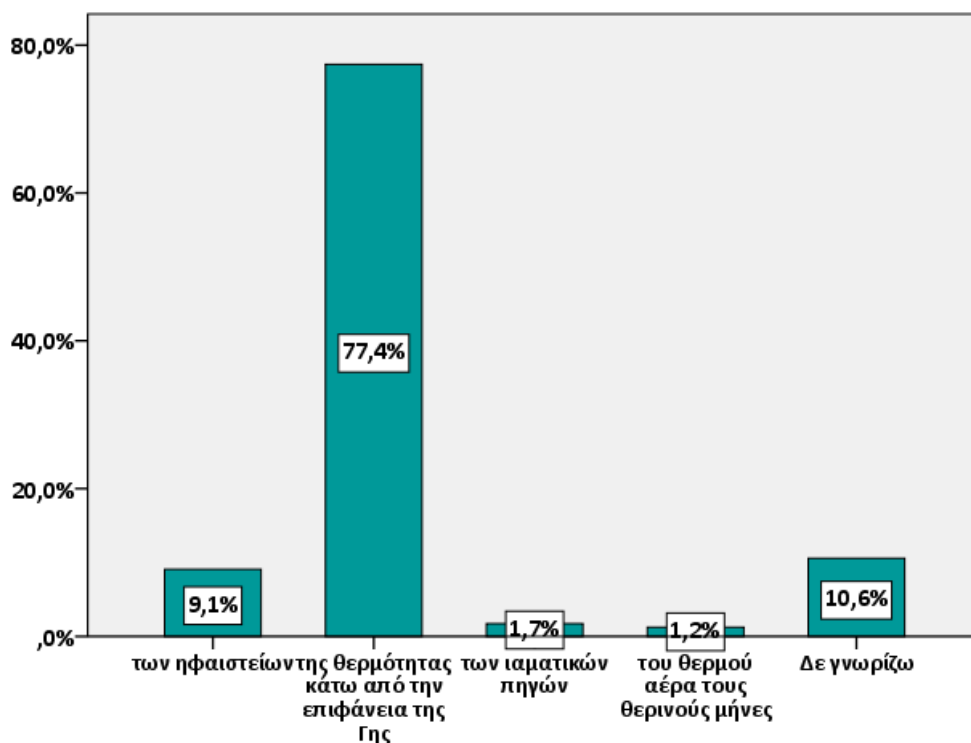
Στο ραβδόγραμμα Σωστή - Λάθος Απάντηση γίνεται εμφανές ότι οι φοιτητές αναγνωρίζουν σε ικανοποιητικό βαθμό τη Σωστή Απάντηση της ερώτησης 4 κυρίως στη θετική και τεχνολογική κατεύθυνση που είχαν ακολουθήσει ως μαθητές στο λύκειο. Η χρήση του τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται παρακάτω μας δείχνει ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,001$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με την κατεύθυνση που ακολούθησαν οι φοιτητές ως μαθητές στο λύκειο.

Πίνακας 18 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 4 ως προς την Κατεύθυνση

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	13,586 <sup>a</sup>	2	,001
Likelihood Ratio	13,688	2	,001
Linear-by-Linear Association	9,416	1	,002
N of Valid Cases	407		

Άρα απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 4 και η κατεύθυνση είναι μεταξύ τους εξαρτημένες.

**Ερώτηση 5:** Η γεωθερμική ενέργεια προκύπτει από την εκμετάλλευση :

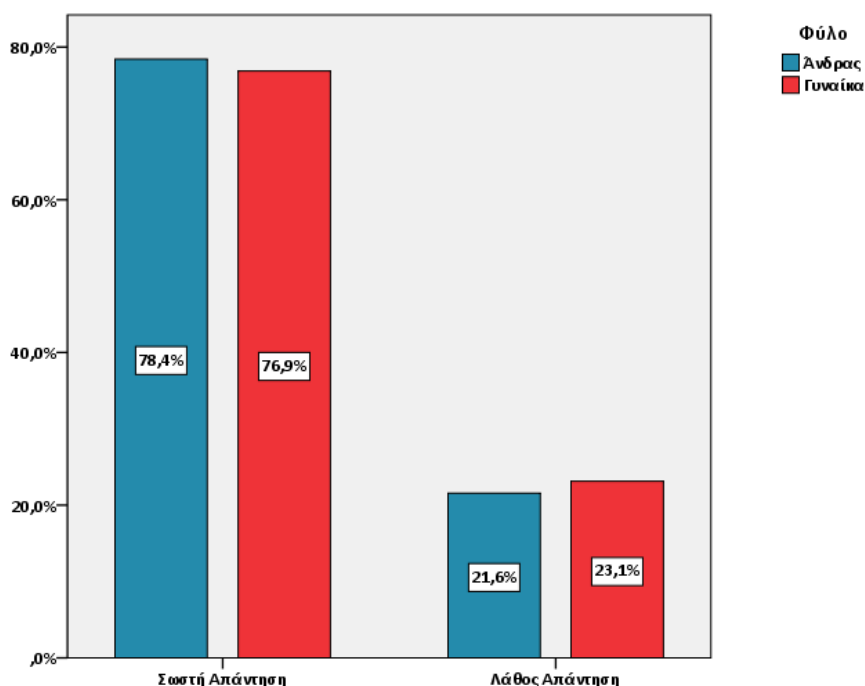


Σχήμα 21 : Ποσοστά απαντήσεων Ερώτησης 5 (Περιβαλλοντικού Περιεχομένου)

Στην ερώτηση 5 το μεγαλύτερο τμήμα των φοιτητών (77,4%) γνωρίζει ότι η γεωθερμική ενέργεια προέρχεται από την εκμετάλλευση της θερμότητας κάτω από την επιφάνεια της Γης ενώ αρκετά μικρά ποσοστά καταλαμβάνουν οι υπόλοιπες επιλογές με μόνη εξαίρεση την επιλογή « δε γνωρίζω », η οποία ξεπερνά το 10% καθώς και η επιλογή « των ηφαιστειών », η οποία ξεπερνά σε ποσοστό το 9%. Αρκετά χαμηλά ποσοστά κατέλαβαν οι επιλογές που αφορούν «τις ιαματικές πηγές» και τον «θερμό αέρα τους θερινούς μήνες» (ποσοστά 1,7% και 1,2% αντίστοιχα).



α) Ανάλυση ως προς το Φύλο :



Σχήμα 22 : Ποσοστά Σωστών-Λάθος απαντήσεων Ερώτησης 5 ως προς το Φύλο

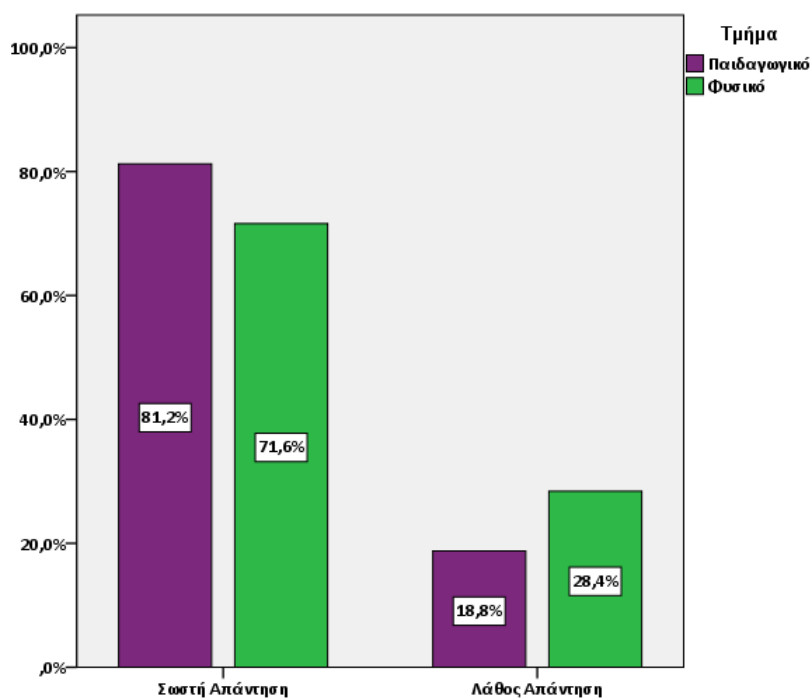
Από το παραπάνω ραβδόγραμμα βλέπουμε ότι οι άνδρες και οι γυναίκες αναγνωρίζουν εύκολα (ποσοστά πάνω από 75%) από πού προέρχεται η γεωθερμική ενέργεια και μάλιστα τα ποσοστά των απαντήσεων είναι παραπλήσια. Χρησιμοποιούμε το τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται παρακάτω και παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,723$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με το φύλο του κάθε ερωτώμενου.

Πίνακας 19 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 5 ως προς το Φύλο

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	,126 <sup>a</sup>	1	,723		
Continuity Correction <sup>b</sup>	,053	1	,818		
Likelihood Ratio	,127	1	,722		
Fisher's Exact Test				,803	,412
Linear-by-Linear Association	,126	1	,723		
N of Valid Cases	407				

Άρα δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 5 και το φύλο είναι μεταξύ τους ανεξάρτητα.

β) Ανάλυση ως προς το Τμήμα :



Σχήμα 23 : Ποσοστά Σωστών-Λάθος απαντήσεων Ερώτησης 5 ως προς το Τμήμα

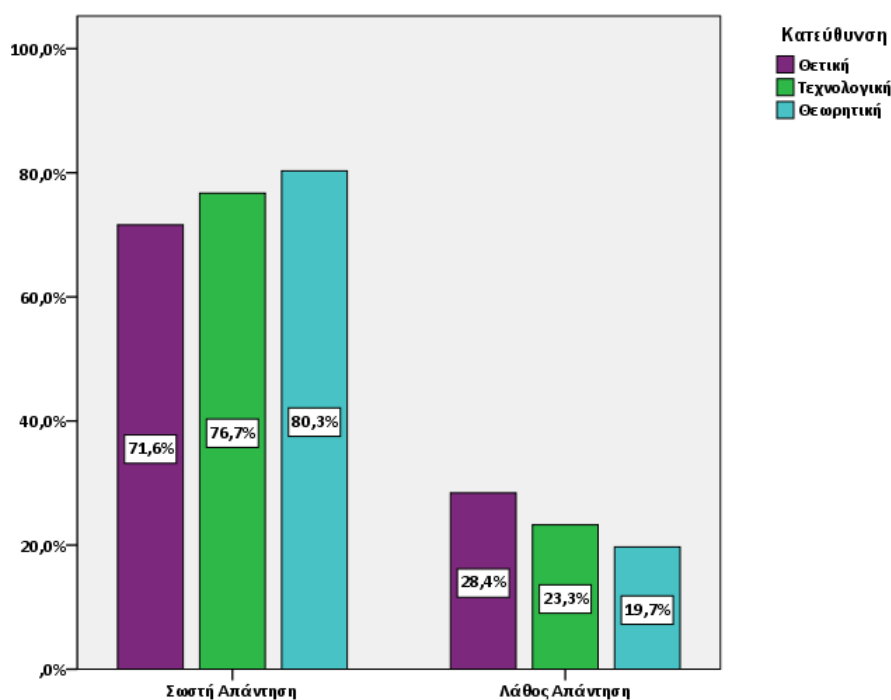
Από το ραβδόγραμμα Σωστή - Λάθος Απάντηση παρατηρούμε ότι οι φοιτητές και των δύο τμημάτων ( Παιδαγωγικό – Φυσικό) αναγνωρίζουν τη σωστή απάντηση στο ερώτημα 5 όμως στο Παιδαγωγικό Τμήμα βλέπουμε μια τάση σωστότερων απαντήσεων. Για επιβεβαίωση χρησιμοποιούμε το τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται παρακάτω και παρατηρούμε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,023$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με το τμήμα που σπουδάζει ο κάθε φοιτητής.

Πίνακας 20 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 5 ως προς το Τμήμα

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	5,158 <sup>a</sup>	1	<b>,023</b>		
Continuity Correction <sup>b</sup>	4,623	1	,032		
Likelihood Ratio	5,085	1	,024		
Fisher's Exact Test				,029	,016
Linear-by-Linear Association	5,145	1	,023		
N of Valid Cases	407				

Άρα απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 5 και το τμήμα είναι μεταξύ τους εξαρτημένα.

γ) Ανάλυση ως προς την Κατεύθυνση :



Σχήμα 24 : Ποσοστά Σωστών-Λάθους απαντήσεων Ερώτησης 5 ως προς την Κατεύθυνση

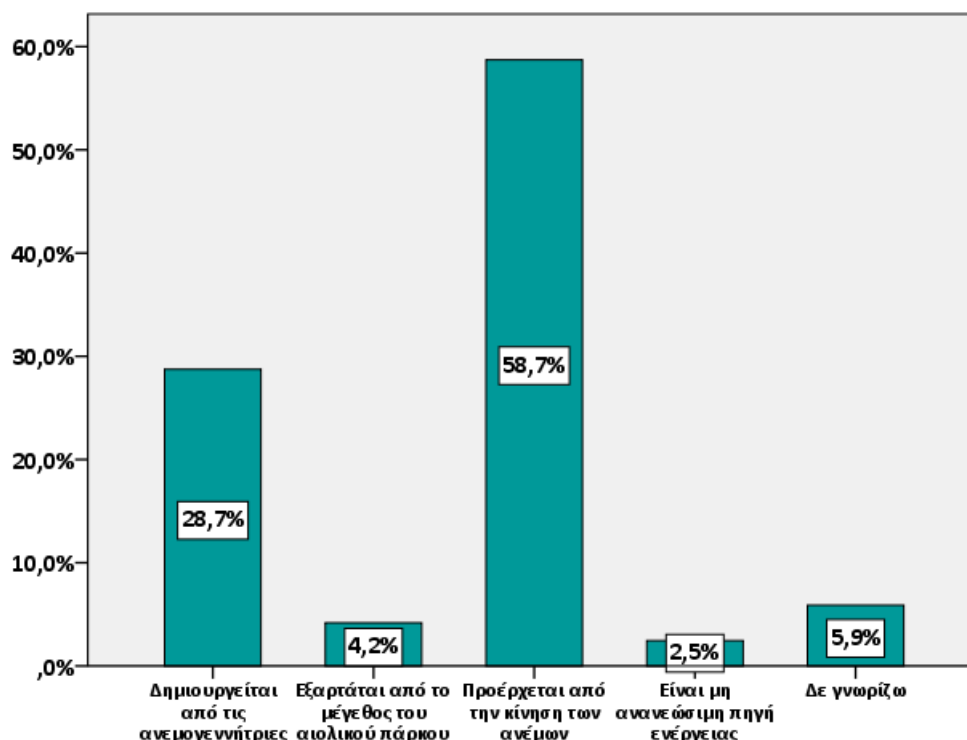
Στο παραπάνω ραβδόγραμμα παρατηρούμε ότι οι φοιτητές αναγνωρίζουν σε υψηλά ποσοστά τη Σωστή Απάντηση της ερώτησης 5 ανεξαρτήτως της κατεύθυνσης που είχαν ακολουθήσει ως μαθητές στο λύκειο αφού τα ποσοστά ανα κατεύθυνση είναι αρκετά κοντινά μεταξύ τους. Η χρήση του τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται παρακάτω μας δείχνει ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,259$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με την κατεύθυνση που ακολούθησε ο κάθε σπουδαστής.

Πίνακας 21 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 5 ως προς την Κατεύθυνση

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	2,701 <sup>a</sup>	2	,259
Likelihood Ratio	2,642	2	,267
Linear-by-Linear Association	2,667	1	,102
N of Valid Cases	407		

Άρα δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 5 και η κατεύθυνση είναι μεταξύ τους ανεξάρτητες.

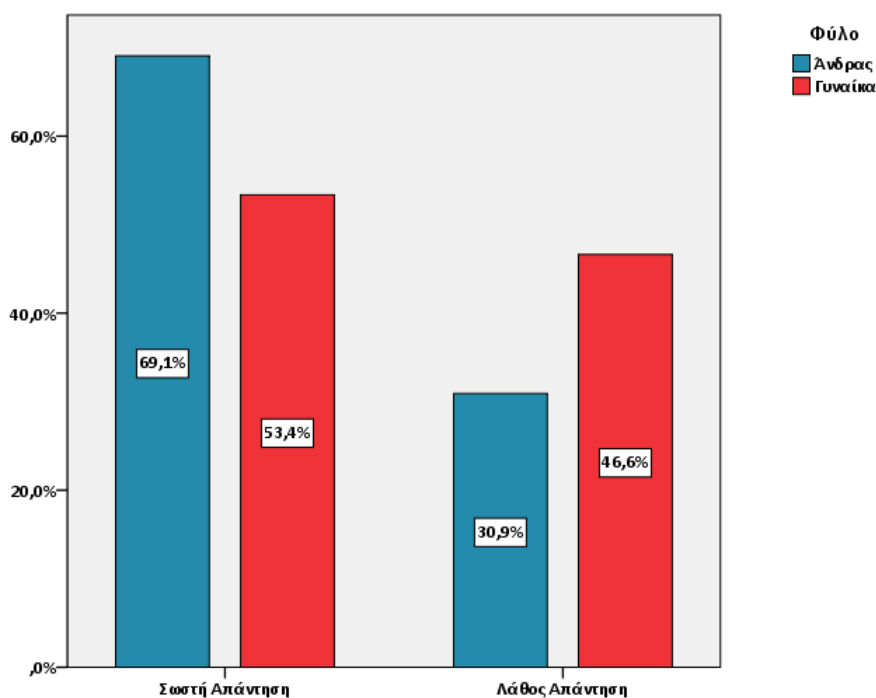
**Ερώτηση 6:** Ποιο από τα παρακάτω ισχύει σχετικά με την αιολική ενέργεια;



Σχήμα 25 : Ποσοστά απαντήσεων Ερώτησης 6 (Περιβάλλοντικού Περιεχομένου)

Στην ερώτηση 6 το μεγαλύτερο ποσοστό καταλαμβάνει η σωστή επιλογή δηλαδή ότι η αιολική ενέργεια προέρχεται από την κίνηση των ανέμων. Ενδιαφέρον παρουσιάζει το ποσοστό της πρώτης επιλογής (ποσοστό 28,7%) το οποίο αντιπροσωπεύει τους φοιτητές που πιστεύουν ότι την αιολική ενέργεια την δημιουργούν οι ίδιες οι ανεμογεννήτριες και όχι ότι η αιολική ενέργεια υφίσταται από μόνη της. Μικρά ποσοστά καταλαμβάνουν και οι υπόλοιπες επιλογές με την επιλογή «δε γνωρίζω» να αγγίζει το ποσοστό του 6%.

α) Ανάλυση ως προς το Φύλο :



Σχήμα 26 : Ποσοστά Σωστών-Λάθος απαντήσεων Ερώτησης 6 ως προς το Φύλο

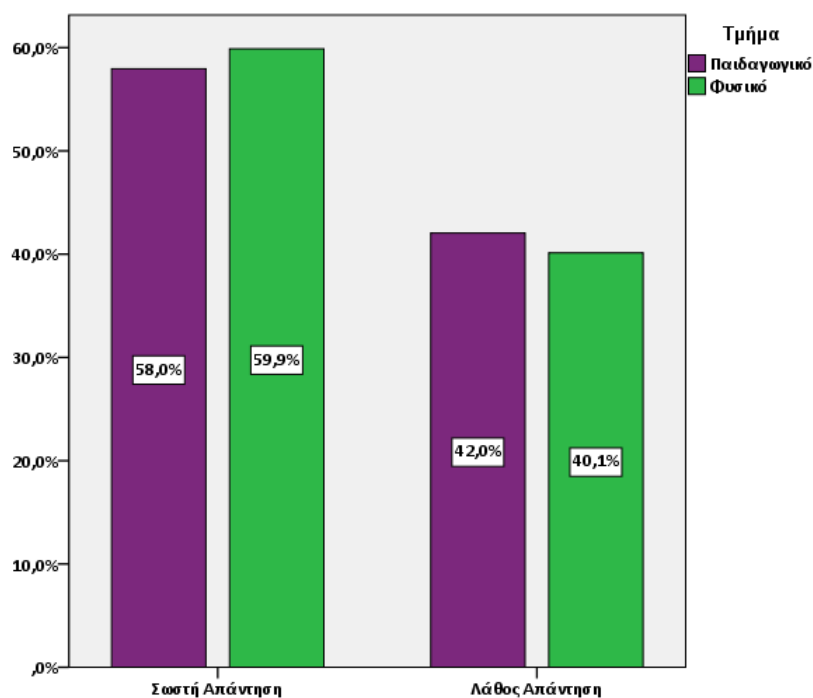
Από το ραβδόγραμμα Σωστή - Λάθος Απαντηση είναι εμφανές ότι και τα δύο φύλα αναγνωρίζουν τι ισχύει σχετικά με την αιολική ενέργεια και κυρίως οι άνδρες που σημειώνουν μεγαλύτερα ποσοστά επιτυχίας. Για επιβεβαίωση χρησιμοποιούμε το τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται παρακάτω και παρατηρούμε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,002$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με το φύλο των συμμετεχόντων στην έρευνα.

Πίνακας 22: Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 6 ως προς το Φύλο

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	9,315 <sup>a</sup>	1	,002		
Continuity Correction <sup>b</sup>	8,679	1	,003		
Likelihood Ratio	9,490	1	,002		
Fisher's Exact Test				,003	,001
Linear-by-Linear Association	9,292	1	,002		
N of Valid Cases	407				

Άρα απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 6 και το φύλο είναι μεταξύ τους εξαρτημένα.

β) Ανάλυση ως προς το Τμήμα :



Σχήμα 27 : Ποσοστά Σωστών-Λάθους απαντήσεων Ερώτησης 6 ως προς το Τμήμα

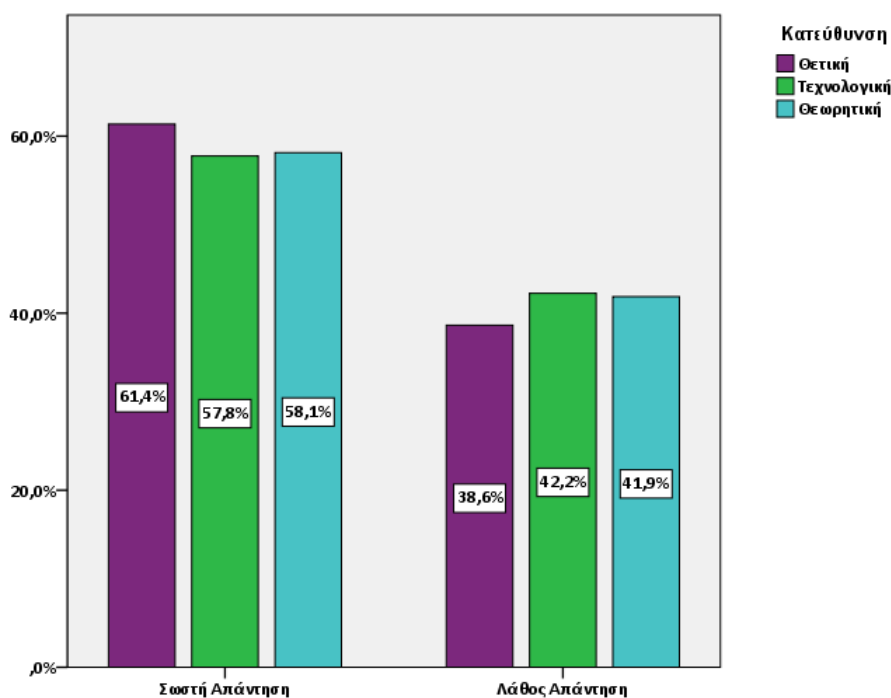
Στο ραβδόγραμμα Σωστών - Λάθος Απαντήσεων βλέπουμε ότι οι φοιτητές και των δύο τμημάτων ( Παιδαγωγικό – Φυσικό ) αναγνωρίζουν ότι η αιολική ενέργεια προέρχεται από την κίνηση των ανέμων και τα ποσοστά τους είναι σχεδόν παραπλήσια. Χρησιμοποιώντας το τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που παρουσιάζεται παρακάτω παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,701$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με το τμήμα που βρίσκεται ο κάθε φοιτητής.

Πίνακας 23 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 6 ως προς το Τμήμα

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	,148 <sup>a</sup>	1	<b>,701</b>		
Continuity Correction <sup>b</sup>	,079	1	,778		
Likelihood Ratio	,148	1	,700		
Fisher's Exact Test				,758	,390
Linear-by-Linear Association	,148	1	,701		
N of Valid Cases	407				

Άρα δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 6 και το τμήμα είναι μεταξύ τους ανεξάρτητα.

γ) Ανάλυση ως προς την Κατεύθυνση :



Σχήμα 28 : Ποσοστά Σωστών-Λάθους απαντήσεων Ερώτησης 6 ως προς την Κατεύθυνση

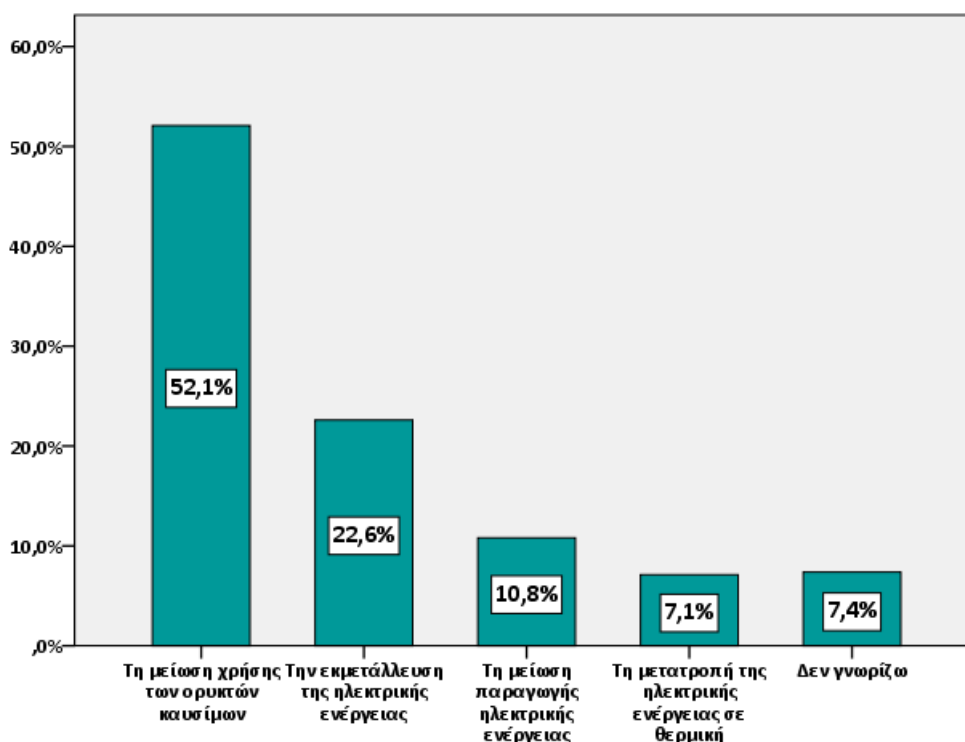
Στο ραβδόγραμμα Σωστής - Λάθος Απάντησης γίνεται εμφανές ότι οι φοιτητές αναγνωρίζουν τη Σωστή Απάντηση της ερώτησης 6 ανεξαρτήτως της κατεύθυνσης αφού τα ποσοστά ανα κατεύθυνση είναι παραπλήσια. Η χρήση του τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται παρακάτω παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,849$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με την κατεύθυνση που ακολούθησε ο κάθε φοιτητής.

Πίνακας 24 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 6 ως προς την Κατεύθυνση

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	,327 <sup>a</sup>	2	,849
Likelihood Ratio	,329	2	,848
Linear-by-Linear Association	,198	1	,656
N of Valid Cases	407		

Οπότε δεν απορρίπτουμε τη μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 6 και η κατεύθυνση είναι μεταξύ τους ανεξάρτητα.

**Ερώτηση 7:** Οι ανεμογεννήτριες, τα φωτοβολταϊκά και τα υδροηλεκτρικά συστήματα είναι διατάξεις που σκοπό έχουν :

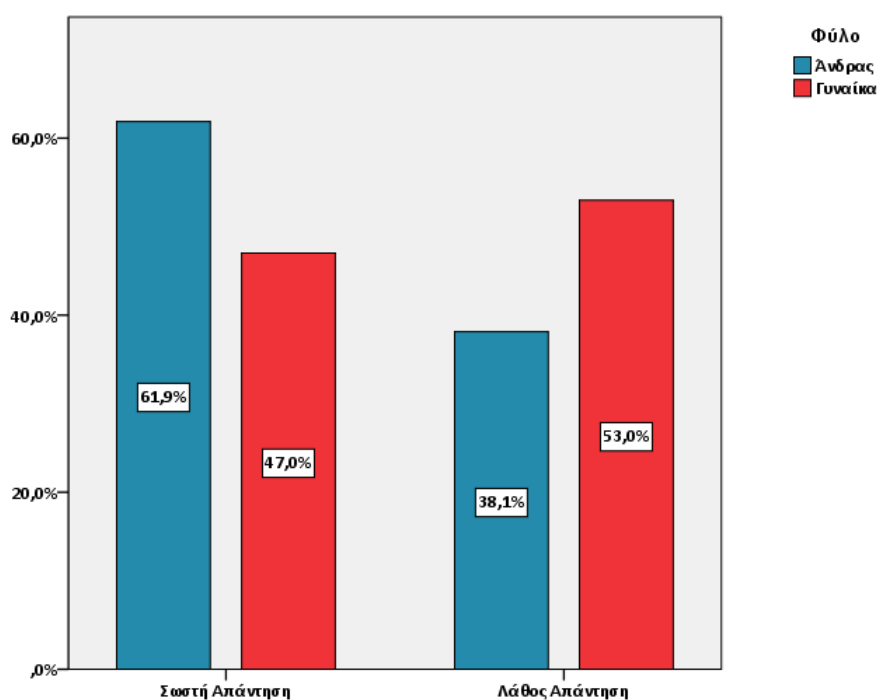


Σχήμα 29 : Ποσοστά απαντήσεων Ερώτησης 7 (Περιβάλλοντικού Περιεχομένου)

Στην ερώτηση 7 βλέπουμε ότι το 22,6% των φοιτητών που συμπλήρωσαν το ερωτηματολόγιο θεωρούν ότι οι ανεμογεννήτριες, τα φωτοβολταϊκά και τα υδροηλεκτρικά συστήματα κατασκευάζονται για την εκμετάλλευση της ηλεκτρικής ενέργειας καθώς επίσης το 10,8% θεωρεί ότι κατασκευάζονται για να μειωθεί η παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας. Εδώ παρουσιάζεται ιδιαίτερη σύγχυση στις αντιλήψεις των φοιτητών σχετικά με την πραγματική χρησιμότητα των διατάξεων που λειτουργούν με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Πάντως η πλειοψηφία των σπουδαστών απαντά σωστά στο ερώτημα και αντιλαμβάνεται των απότερω σκοπό των συστημάτων των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ο οποίος είναι η μείωση της χρήσης των ορυκτών καυσίμων.



α) Ανάλυση ως προς το Φύλο :



Σχήμα 30 : Ποσοστά Σωστών-Λάθους απαντήσεων Ερώτησης 7 ως προς το Φύλο

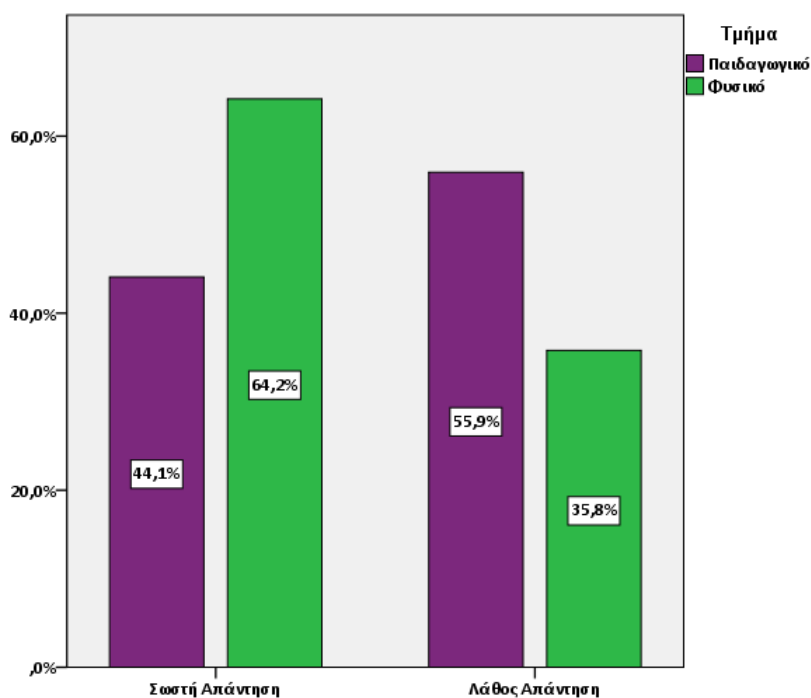
Από το ραβδόγραμμα Σωστή - Λάθος Απάντηση βλέπουμε ότι οι άνδρες αναγνωρίζουν καλύτερα το λόγο χρήσης των συστημάτων των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε σύγκριση με τις γυναίκες. Για να επιβεβαιώσουμε τον ισχυρισμό χρησιμοποιούμε το τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  και παρατηρούμε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,004$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με το φύλο των φοιτητών.

Πίνακας 25 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 7 ως προς το Φύλο

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	8,094 <sup>a</sup>	1	<b>,004</b>		
Continuity Correction <sup>b</sup>	7,509	1	,006		
Likelihood Ratio	8,155	1	,004		
Fisher's Exact Test				,005	,003
Linear-by-Linear Association	8,074	1	,004		
N of Valid Cases	407				

Άρα απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 7 και το φύλο είναι μεταξύ τους εξαρτημένα.

β) Ανάλυση ως προς το Τμήμα :



Σχήμα 31 : Ποσοστά Σωστών-Λάθους απαντήσεων Ερώτησης 7 ως προς το Τμήμα

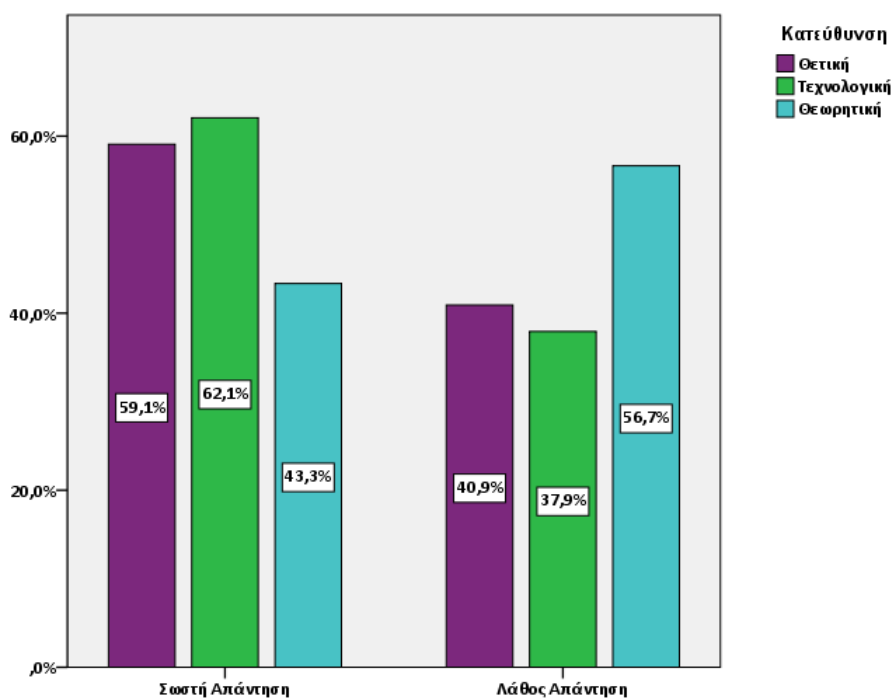
Στο ραβδόγραμμα Σωστή - Λάθος Απάντηση βλέπουμε ότι οι φοιτητές του τμήματος Φυσικής αναγνωρίζουν ευκολότερα ότι τα συστήματα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σκοπεύουν στη μείωση χρήσης των ορυκτών καυσίμων. Κάνοντας χρήση του τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  παρατηρούμε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,000$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με το τμήμα που σπουδάζει ο κάθε φοιτητής.

Πίνακας 26 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 7 ως προς το Τμήμα

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	15,812 <sup>a</sup>	1	,000		
Continuity Correction <sup>b</sup>	15,016	1	,000		
Likelihood Ratio	15,974	1	,000		
Fisher's Exact Test				,000	,000
Linear-by-Linear Association	15,773	1	,000		
N of Valid Cases	407				

Άρα απορρίπτουμε τη μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 7 και το τμήμα είναι μεταξύ τους εξαρτημένα.

γ) Ανάλυση ως προς την Κατεύθυνση :



Σχήμα 32 : Ποσοστά Σωστών-Λάθος απαντήσεων Ερώτησης 7 ως προς την Κατεύθυνση

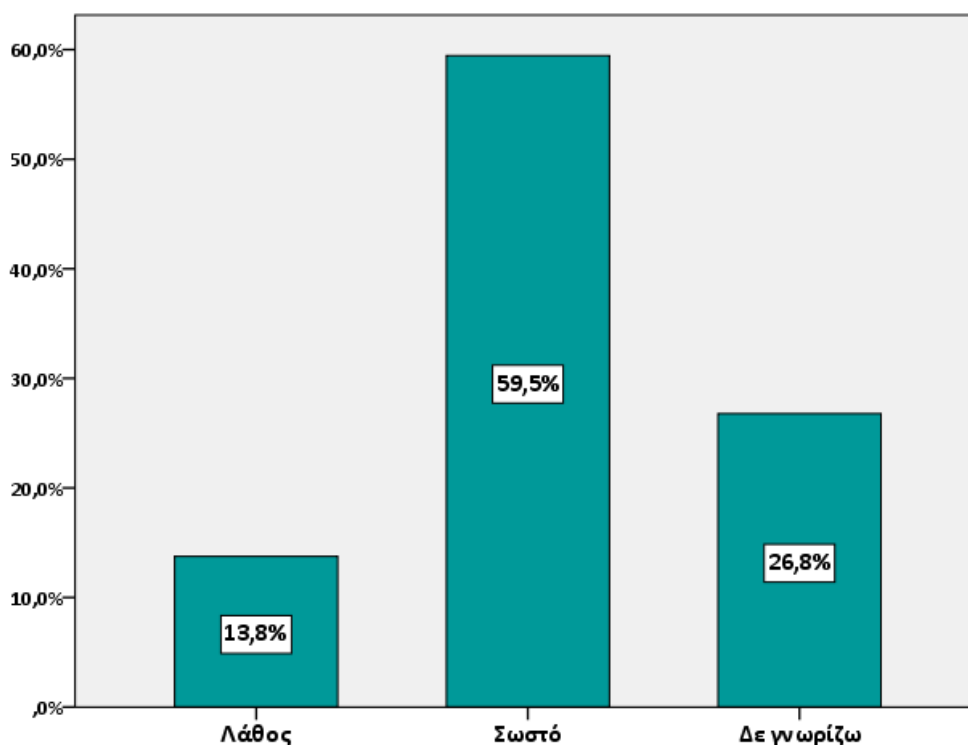
Στο ραβδόγραμμα Σωστών - Λάθος Απαντήσεων βλέπουμε ότι οι φοιτητές της θεωρητικής κατεύθυνσης αναγνωρίζουν σε μικρότερο βαθμό τη σωστή απάντηση σε σχέση με τους φοιτητές των άλλων κατευθύνσεων. Για να επιβεβαιώσουμε αυτό κάνουμε χρήση του τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που βλέπουμε στη συνέχεια και παρατηρούμε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,002$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με την κατεύθυνση που είχαν ακολουθήσει οι φοιτητές στο λύκειο.

Πίνακας 27 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 7 ως προς την Κατεύθυνση

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	12,571 <sup>a</sup>	2	,002
Likelihood Ratio	12,643	2	,002
Linear-by-Linear Association	8,834	1	,003
N of Valid Cases	407		

Άρα απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 7 και η κατεύθυνση είναι μεταξύ τους εξαρτημένες.

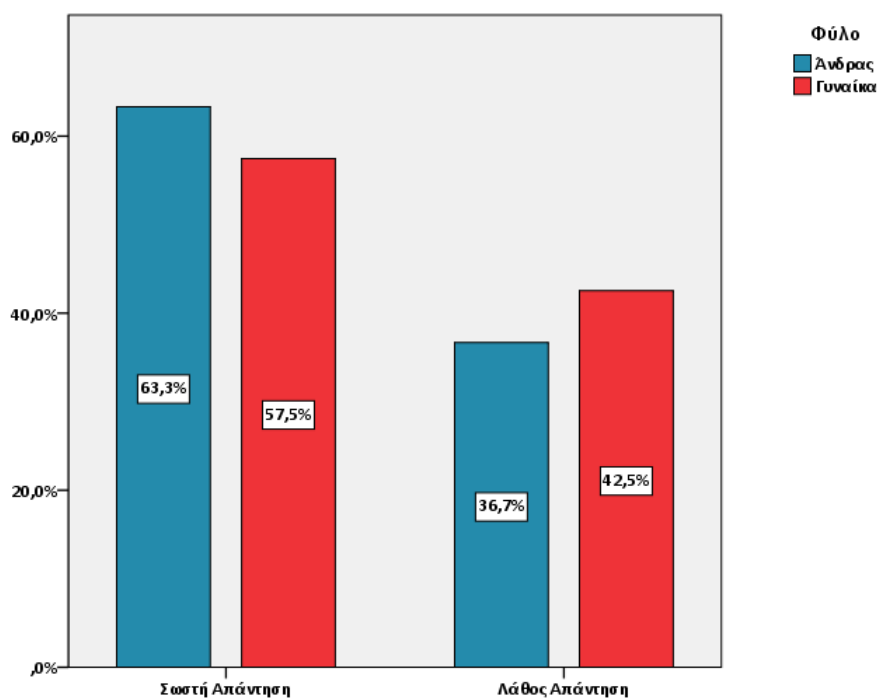
**Ερώτηση 8:** Το δυναμικό της ενέργειας από το θαλάσσιο κυματισμό (κυματική ενέργεια) αποτελεί μια μορφή ανανεώσιμης πηγής ενέργειας.



Σχήμα 33 : Ποσοστά απαντήσεων Ερώτησης 8 (Περιβάλλοντικού Περιεχομένου)

Στην ερώτηση 8 ενδιαφέρον προκαλεί ότι πάνω από το 40% των φοιτητών δεν αναγνωρίζει ότι το δυναμικό της θάλασσας αποτελεί ανανεώσιμη πηγή ενέργειας αφού από το παραπάνω ραβδόγραμμα φαίνεται ότι το 13,8% απαντά Λάθος ενώ το 26,8% απαντά ότι δεν γνωρίζει καθόλου αν η θαλάσσια ενέργεια αποτελεί μια ήπια μορφή ενέργειας. Πάντως θετικό στοιχείο για τις γνώσεις των φοιτητών αποτελεί ότι η πλειοψηφία γνωρίζει την κυματική ενέργεια αν και όπως θα φανεί σε επόμενες ερωτήσεις δεν κατανοούν περισσότερες λεπτομέρειες σχετικά με τη συγκεκριμένη μορφή ανανεώσιμης πηγής ενέργειας.

α) Ανάλυση ως προς το Φύλο :



Σχήμα 34 : Ποσοστά Σωστών-Λάθους απαντήσεων Ερώτησης 8 ως προς το Φύλο

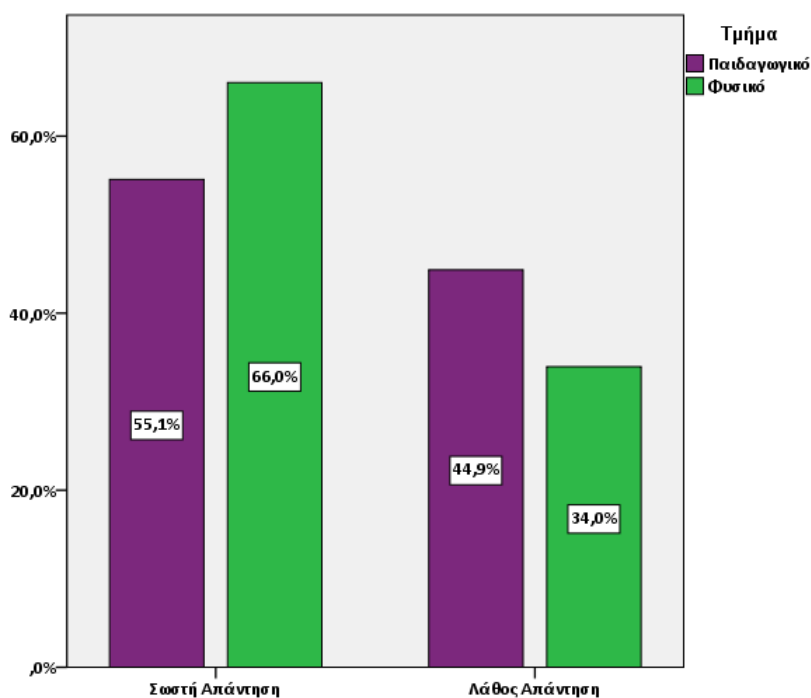
Από το παραπάνω ραβδόγραμμα παρατηρούμε ότι οι άνδρες και οι γυναίκες φοιτητές αναγνωρίζουν σε αντίστοιχα ποσοστά ότι η κυματική ενέργεια αποτελεί μια μορφή ανανεώσιμης πηγής ενέργειας. Για επιβεβαίωση χρησιμοποιούμε το τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται παρακάτω και παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,255$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με το φύλο του κάθε ατόμου.

Πίνακας 28 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 8 ως προς το Φύλο

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	1,298 <sup>a</sup>	1	,255		
Continuity Correction <sup>b</sup>	1,067	1	,302		
Likelihood Ratio	1,305	1	,253		
Fisher's Exact Test				,287	,151
Linear-by-Linear Association	1,295	1	,255		
N of Valid Cases	407				

Άρα δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 8 και το φύλο είναι μεταξύ τους ανεξάρτητα.

β) Ανάλυση ως προς το Τμήμα :



Σχήμα 35 : Ποσοστά Σωστών-Λάθος απαντήσεων Ερώτησης 8 ως προς το Τμήμα

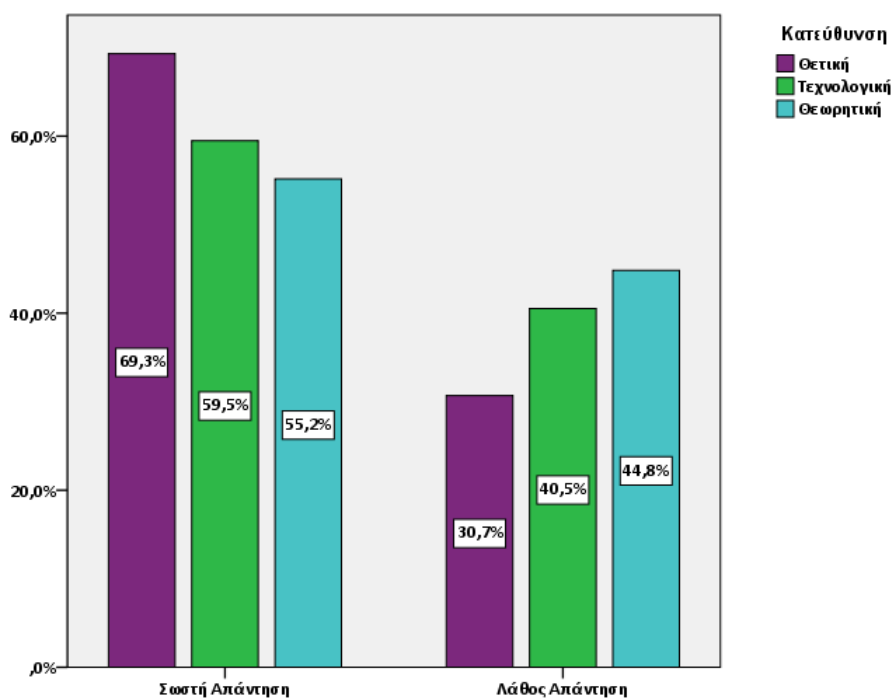
Στο ραβδόγραμμα Σωστής - Λάθος Απάντησης της ερώτησης 8 βλέπουμε ότι οι περισσότεροι φοιτητές και των δύο τμημάτων (Παιδαγωγικό – Φυσικό) αναγνωρίζουν τη σωστή απάντηση με τους φοιτητές του τμήματος Φυσικής να παρουσιάζουν καλύτερες επιδόσεις. Χρησιμοποιούμε το τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται παρακάτω και παρατηρούμε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,028$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με το τμήμα που σπουδάζει ο κάθε φοιτητής.

Πίνακας 29 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 8 ως προς το Τμήμα

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	4,848 <sup>a</sup>	1	<b>,028</b>		
Continuity Correction <sup>b</sup>	4,405	1	,036		
Likelihood Ratio	4,890	1	,027		
Fisher's Exact Test				,031	,018
Linear-by-Linear Association	4,836	1	,028		
N of Valid Cases	407				

Άρα απορρίπτουμε τη μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 8 και το τμήμα είναι μεταξύ τους εξαρτημένα.

γ) Ανάλυση ως προς την Κατεύθυνση :



Σχήμα 36 : Ποσοστά Σωστών-Λάθος απαντήσεων Ερώτησης 8 ως προς την Κατεύθυνση

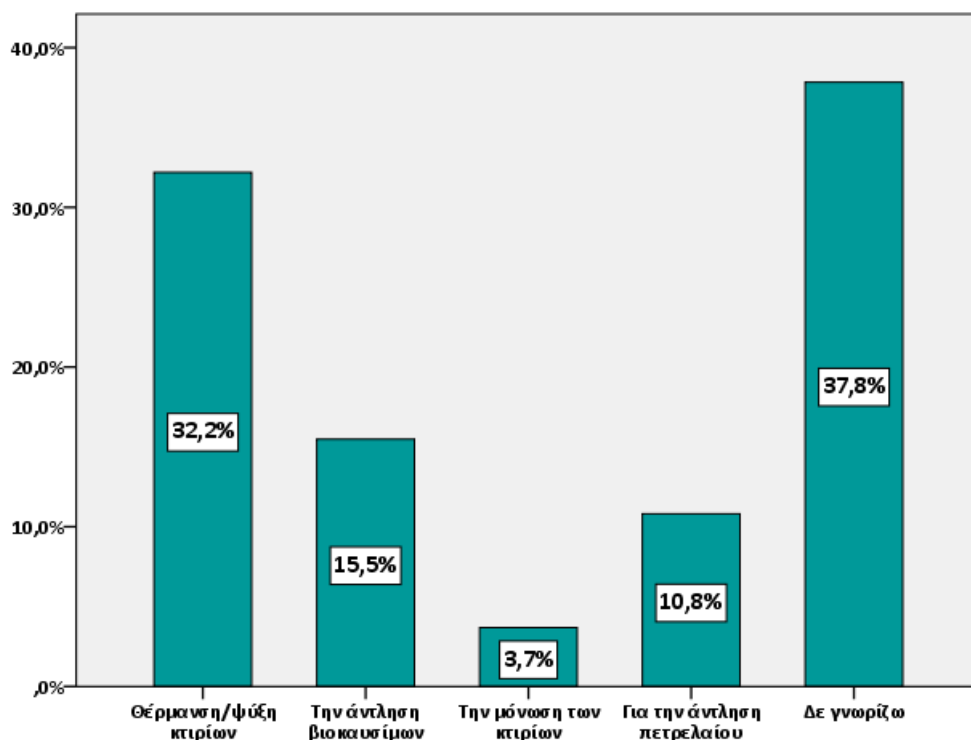
Το παραπάνω ραβδόγραμμα Σωστής - Λάθος Απάντησης μας δείχνει ότι οι φοιτητές αναγνωρίζουν τη Σωστή Απάντηση της ερώτησης 8 ανεξαρτήτως της κατεύθυνσης που είχαν ακολουθήσει ως μαθητές στο Λύκειο αφού τα ποσοστά ανά κατεύθυνση είναι παραπλήσια με μία ελαφρώς υπεροχή των φοιτητών της θετικής κατεύθυνσης. Η χρήση του τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται παρακάτω θα μας δείξει ότι δεν υπάρχει έστω και οριακά στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,078$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με την κατεύθυνση που ακολούθησε ο κάθε φοιτητής στα σχολικά του χρόνια.

Πίνακας 30 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 8 ως προς την Κατεύθυνση

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	5,096 <sup>a</sup>	2	,078
Likelihood Ratio	5,203	2	,074
Linear-by-Linear Association	4,835	1	,028
N of Valid Cases	407		

Άρα δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 8 και η κατεύθυνση είναι μεταξύ τους ανεξάρτητα.

**Ερώτηση 9 :** Η γεωθερμική ενέργεια χρησιμοποιείται κυρίως για :

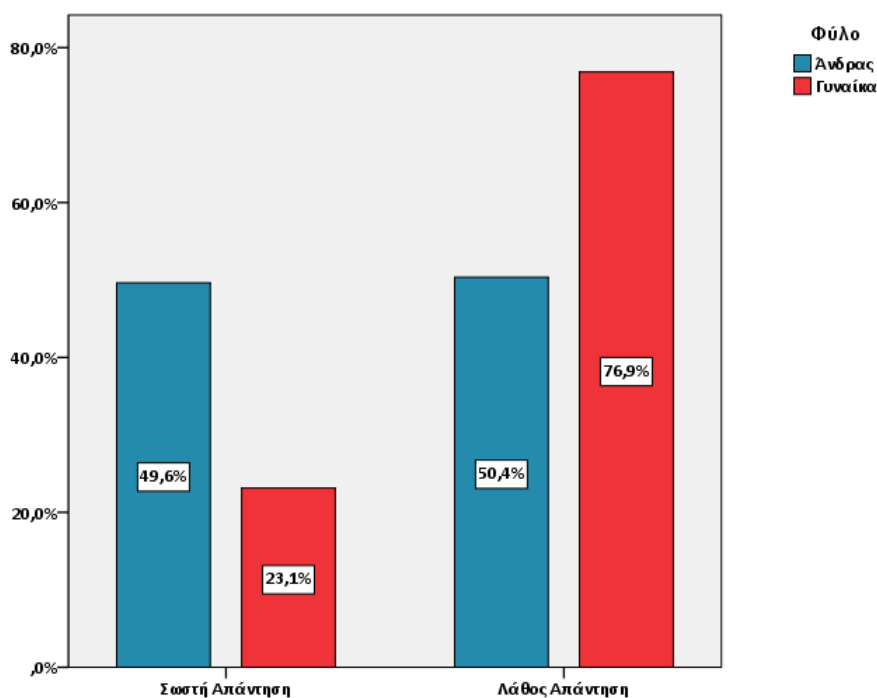


Σχήμα 37 : Ποσοστά απαντήσεων Ερώτησης 9 (Περιβάλλοντικού Περιεχομένου)

Η ερώτηση 9 μας δείχνει ότι πάνω από το ένα τρίτο των φοιτητών (37,8%) δε γνωρίζει το λόγο χρήσης της γεωθερμικής ενέργειας. Χαρακτηριστικά επίσης είναι τα στοιχεία που δείχνουν ότι το 15,5% πιστεύει ότι χρησιμοποιείται για άντληση βιοκαυσίμων και το 10,8% για την άντληση πετρελαίου. Μόνο το 32,2% των σπουδαστών φαίνεται να αντιλαμβάνεται ότι μπορούμε να εκμεταλλευτούμε τη γεωθερμική ενέργεια για τη θέρμανση και την ψύξη των κτιρίων. Η συγκεκριμένη μορφή ανανεώσιμης πηγής ενέργειας δε φαίνεται τόσο οικεία στους ερωτώμενους αφού το πλήθος των απαντήσεων είχε μεγάλο εύρος.



α) Ανάλυση ως προς το Φύλο :



Σχήμα 38 : Ποσοστά Σωστών-Λάθος απαντήσεων Ερώτησης 9 ως προς το Φύλο

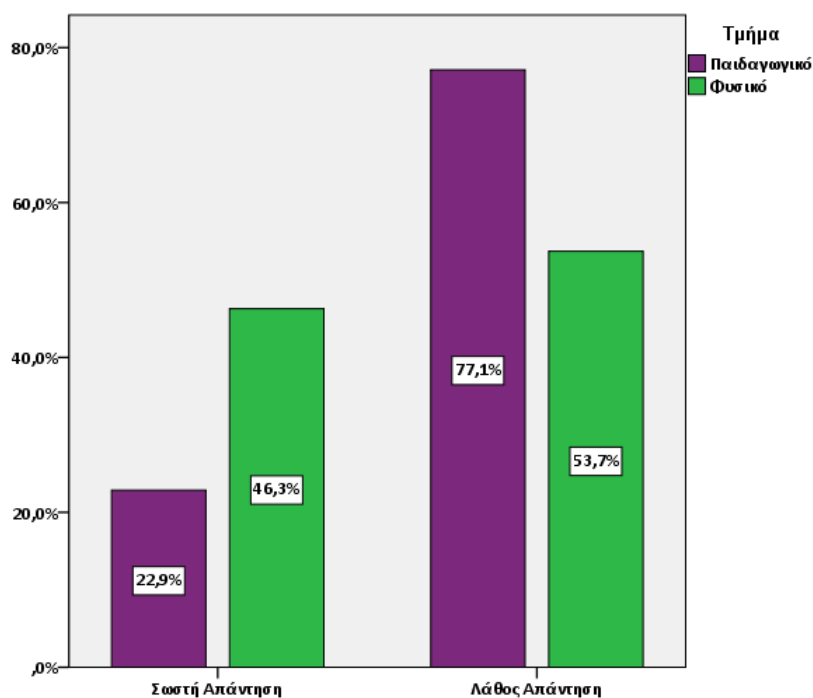
Από το ραβδόγραμμα Σωστή - Λάθος Απάντηση είναι εμφανές ότι οι άνδρες αναγνωρίζουν πιο εύκολα (49,6% σωστή απάντηση) για ποιο λόγο χρησιμοποιούμε τη γεωθερμική ενέργεια σε σχέση με τις γυναίκες ( 23,1% σωστή απάντηση ). Για επιβεβαίωση χρησιμοποιούμε το τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται παρακάτω και παρατηρούμε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,000$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με το φύλο.

Πίνακας 31 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 9 ως προς το Φύλο

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	29,461 <sup>a</sup>	1	,000		
Continuity Correction <sup>b</sup>	28,259	1	,000		
Likelihood Ratio	28,804	1	,000		
Fisher's Exact Test				,000	,000
Linear-by-Linear Association	29,389	1	,000		
N of Valid Cases	407				

Άρα απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 9 και το φύλο είναι μεταξύ τους εξαρτημένα.

β) Ανάλυση ως προς το Τμήμα :



Σχήμα 39 : Ποσοστά Σωστών-Λάθους απαντήσεων Ερώτησης 9 ως προς το Τμήμα

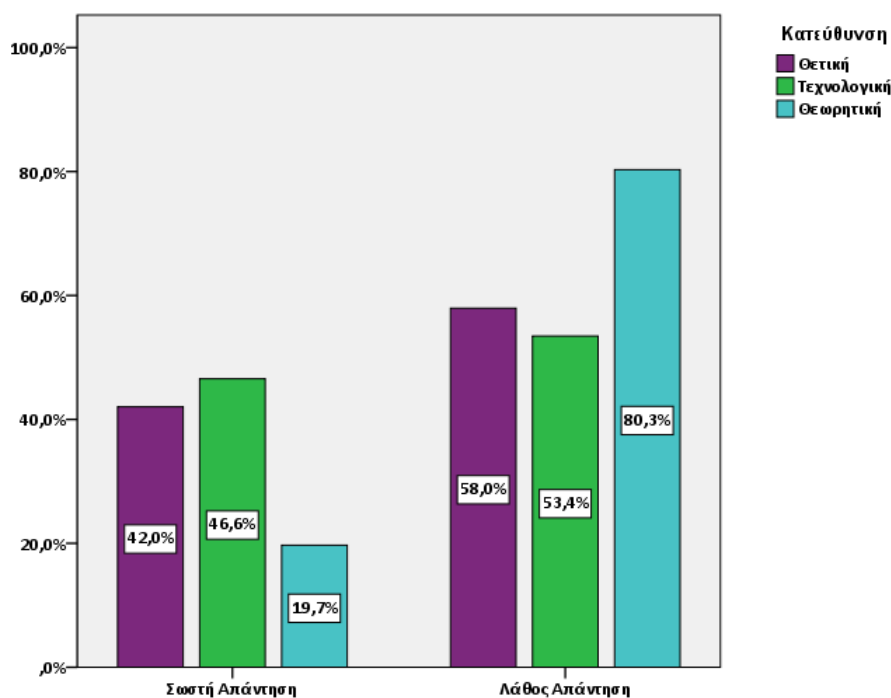
Στο παραπάνω ραβδόγραμμα Σωστών - Λάθος Απαντήσεων της ερώτησης 9 φαίνεται ότι οι φοιτητές των δύο τμημάτων αναγνωρίζουν σε διαφορετικό βαθμό της σωστή απάντηση, με τους φοιτητές του τμήματος Φυσικής να έχουν υψηλότερα ποσοστά σωστών απαντήσεων. Για επιβεβαίωση χρησιμοποιούμε το τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται στη συνέχεια και παρατηρούμε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,000$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με το τμήμα που βρίσκεται ο κάθε φοιτητής.

Πίνακας 32 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 9 ως προς το Τμήμα

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	24,546 <sup>a</sup>	1	,000		
Continuity Correction <sup>b</sup>	23,484	1	,000		
Likelihood Ratio	24,324	1	,000		
Fisher's Exact Test				,000	,000
Linear-by-Linear Association	24,486	1	,000		
N of Valid Cases	407				

Άρα απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 9 και το τμήμα είναι μεταξύ τους εξαρτημένα.

γ) Ανάλυση ως προς την Κατεύθυνση :



Σχήμα 40 : Ποσοστά Σωστών-Λάθος απαντήσεων Ερώτησης 9 ως προς την Κατεύθυνση

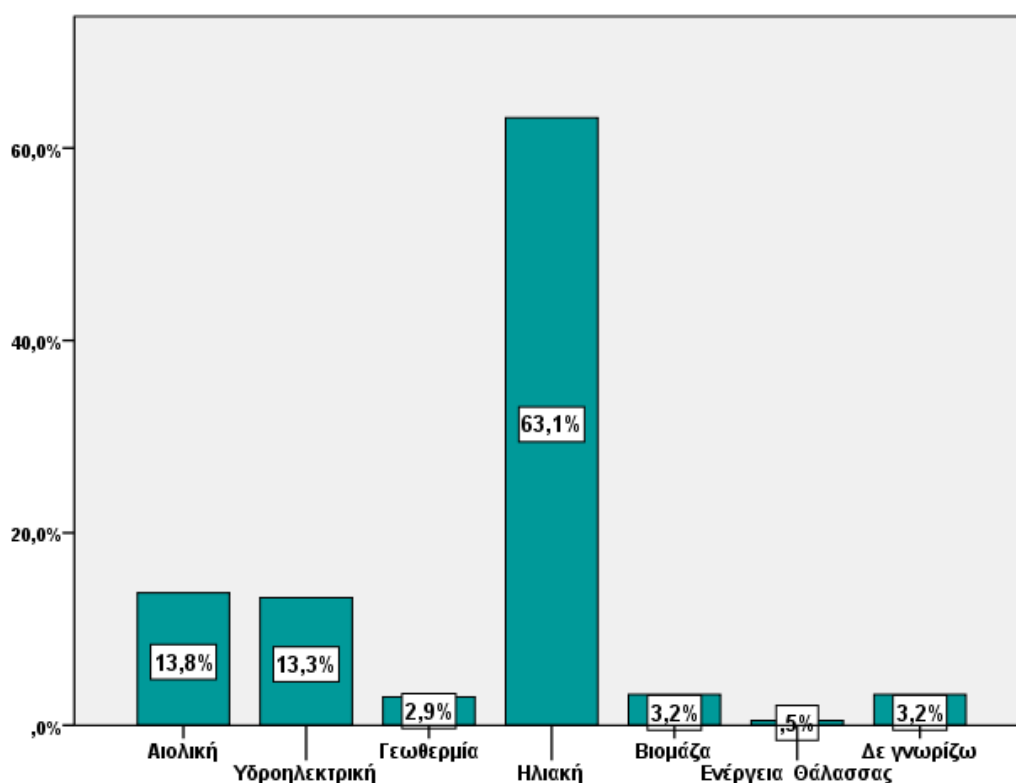
Το ραβδόγραμμα Σωστής - Λάθος Απάντησης της ερώτησης 9 απεικονίζει ότι οι φοιτητές δυσκολεύονται να αναγνωρίσουν τη Σωστή Απάντηση της ερώτησης 9 και κυρίως όσοι έχουν ακολουθήσει τη θεωρητική κατεύθυνση ως μαθητές στο λύκειο. Η χρήση του τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται παρακάτω μας δείχνει ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,000$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με την κατεύθυνση που ακολούθησε το κάθε άτομο που συμπλήρωσε το ερωτηματολόγιο.

Πίνακας 33 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 9 ως προς την Κατεύθυνση

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	29,376 <sup>a</sup>	2	,000
Likelihood Ratio	29,907	2	,000
Linear-by-Linear Association	20,455	1	,000
N of Valid Cases	407		

Άρα απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 9 και η κατεύθυνση είναι μεταξύ τους εξαρτημένες.

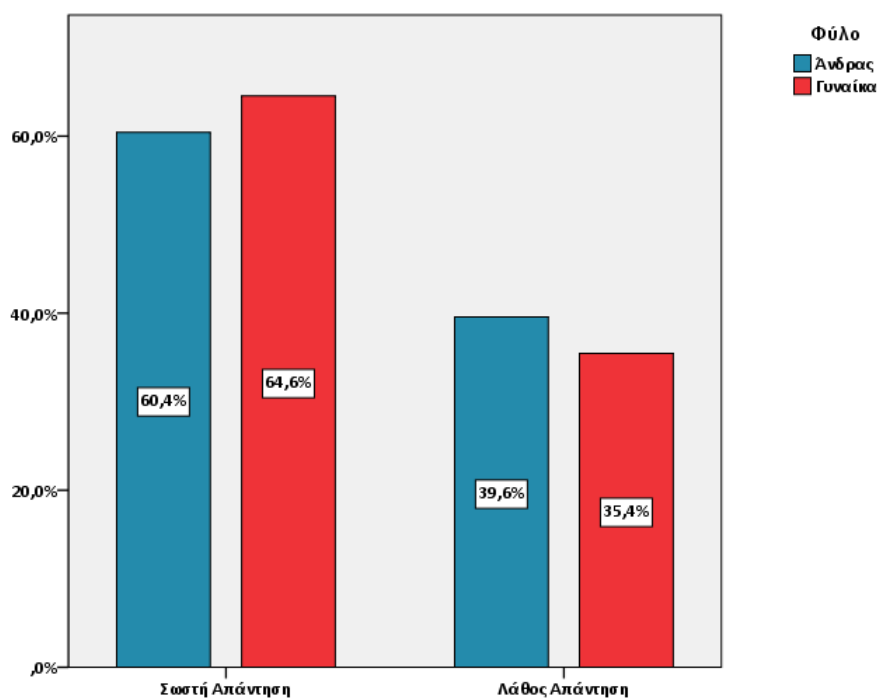
**Ερώτηση 10:** Ποια είναι η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη – εκμεταλλεύσιμη Ανανεώσιμη Πηγή Ενέργειας στην Ελλάδα;



Σχήμα 41 : Ποσοστά απαντήσεων Ερώτησης 10 (Περιβάλλοντικού Περιεχομένου)

Στην ερώτηση 10 η επικρατέστερη αντίληψη είναι ορθά ότι η πιο χρησιμοποιούμενη, εκμεταλλεύσιμη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας είναι η ηλιακή ενέργεια όπως προκύπτει και από τις σχετικές έρευνες και μόνο ένα πολύ μικρό ποσοστό θεωρεί τις υπόλοιπες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ως τις επικρατέστερες στη χρήση. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η αιολική ενέργεια ως η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας σε ποσοστό 13.8% ενώ εντύπωση προκαλούν τα ποσοστά που καταλαμβάνουν η επιλογή της γεωθερμικής ενέργειας καθώς η περίπτωση της ενέργειας από βιομάζα.

α) Ανάλυση ως προς το Φύλο :



Σχήμα 42 : Ποσοστά Σωστών-Λάθους απαντήσεων Ερώτησης 10 ως προς το Φύλο

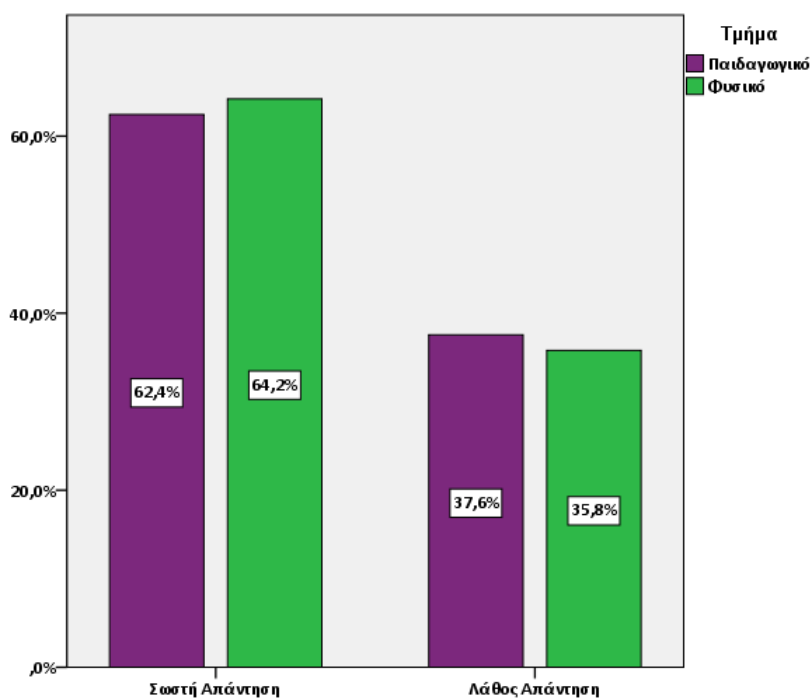
Από το παραπάνω ραβδόγραμμα παρατηρούμε ότι οι άνδρες και οι γυναίκες αναγνωρίζουν ποια από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι περισσότερο χρησιμοποιούμενη – εκμεταλλεύσιμη και μάλιστα σε παραπλήσια αναλογία σωστών – λάθων απαντήσεων. Χρησιμοποιούμε το τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται παρακάτω και βλέπουμε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,414$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με το φύλο του κάθε ερωτώμενου.

Πίνακας 34 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 10 ως προς το Φύλο

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	,668 <sup>a</sup>	1	<b>,414</b>		
Continuity Correction <sup>b</sup>	,502	1	,478		
Likelihood Ratio	,665	1	,415		
Fisher's Exact Test				,449	,239
Linear-by-Linear Association	,666	1	,414		
N of Valid Cases	407				

Άρα δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 10 και το φύλο είναι μεταξύ τους ανεξάρτητα.

β) Ανάλυση ως προς το Τμήμα :



Σχήμα 43 : Ποσοστά Σωστών-Λάθος απαντήσεων Ερώτησης 10 ως προς το Τμήμα

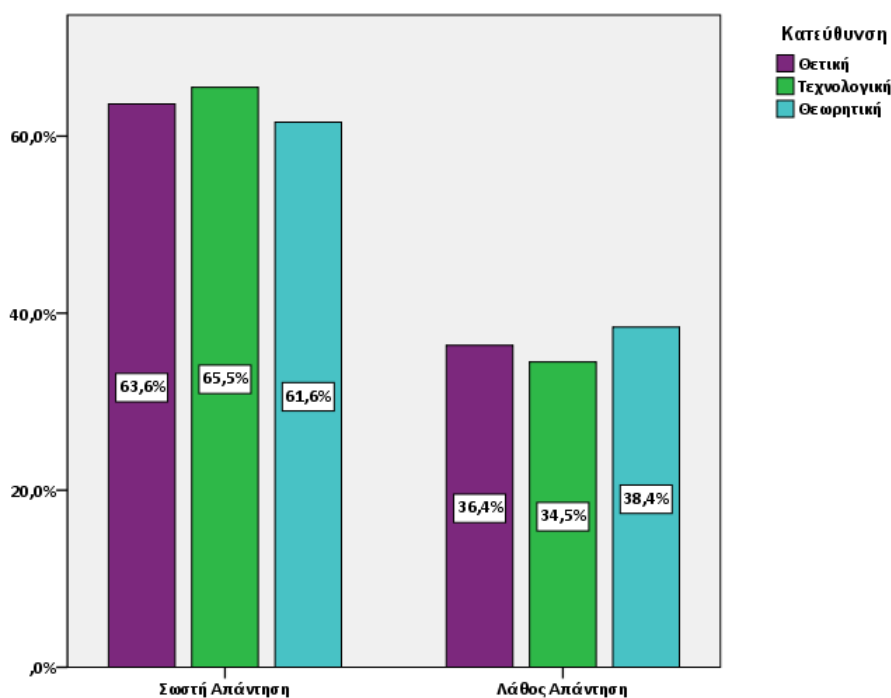
Στο ραβδόγραμμα Σωστών - Λάθος Απαντήσεων βλέπουμε ότι οι φοιτητές και των δύο τμημάτων ( Παιδαγωγικό – Φυσικό ) αναγνωρίζουν τη σωστή απάντηση του ερωτήματος και μάλιστα σε σχεδόν ίδια ποσοστά. Για να βεβαιωθούμε αν το τμήμα σχετίζεται με την επιλογή της απάντησης στο ερώτημα χρησιμοποιούμε το τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται παρακάτω και παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,720$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με το τμήμα που σπουδάζει ο κάθε φοιτητής.

Πίνακας 35 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 10 ως προς το Τμήμα

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	,128 <sup>a</sup>	1	,720		
Continuity Correction <sup>b</sup>	,064	1	,800		
Likelihood Ratio	,128	1	,720		
Fisher's Exact Test				,753	,401
Linear-by-Linear Association	,128	1	,721		
N of Valid Cases	407				

Άρα δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 10 και το τμήμα είναι μεταξύ τους ανεξάρτητα.

γ) Ανάλυση ως προς την Κατεύθυνση :



Σχήμα 44 : Ποσοστά Σωστών-Λάθος απαντήσεων Ερώτησης 10 ως προς την Κατεύθυνση

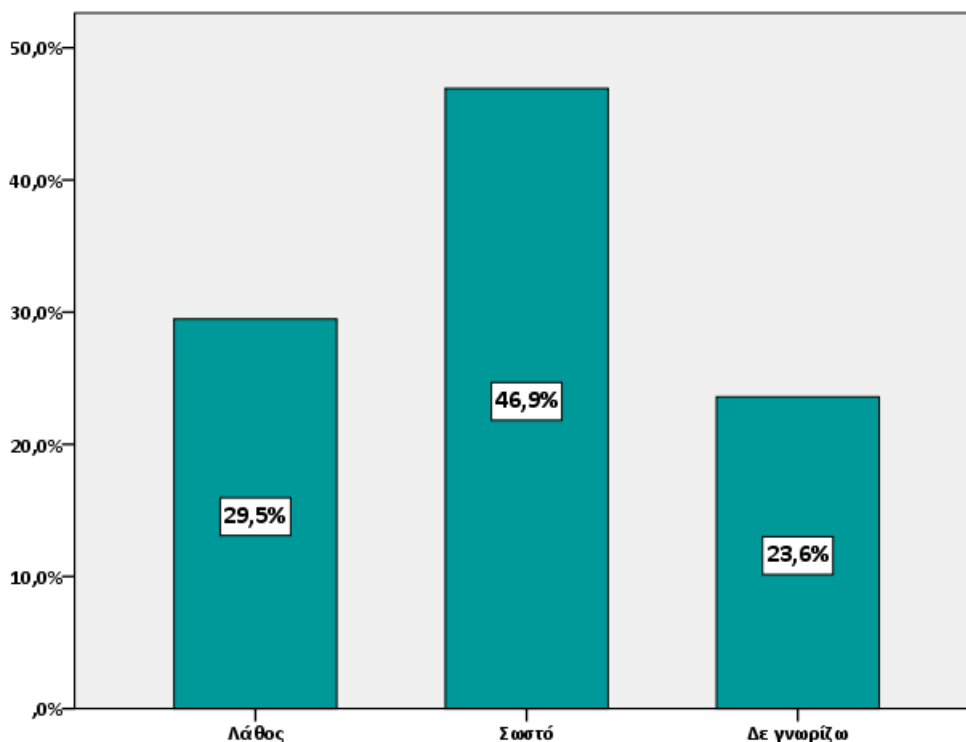
Από το ραβδόγραμμα Σωστή - Λάθος Απάντηση ως προς την κατεύθυνση παρατηρούμε ότι οι φοιτητές αναγνωρίζουν σε αντίστοιχα ποσοστά τη Σωστή Απάντηση της ερώτησης 10 ανεξάρτητα από τη κατεύθυνση που είχαν ακολουθήσει ως μαθητές αφού τα ποσοστά ανα κατεύθυνση είναι παραπλήσια. Η χρήση του τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται παρακάτω παρατηρούμε δείχνει ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,777$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με την κατεύθυνση που ακολούθησε ο φοιτητής.

Πίνακας 36 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 10 ως προς την Κατεύθυνση

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	,504 <sup>a</sup>	2	,777
Likelihood Ratio	,506	2	,777
Linear-by-Linear Association	,217	1	,641
N of Valid Cases	407		

Άρα δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 10 και η κατεύθυνση είναι μεταξύ τους ανεξάρτητα.

**Ερώτηση 11:** Η κατασκευή υδροηλεκτρικών έργων προκαλεί αλλοίωση της γεωμορφολογίας της πανίδας, της χλωρίδας και μεταβολές στο μικροκλίμα της περιοχής.

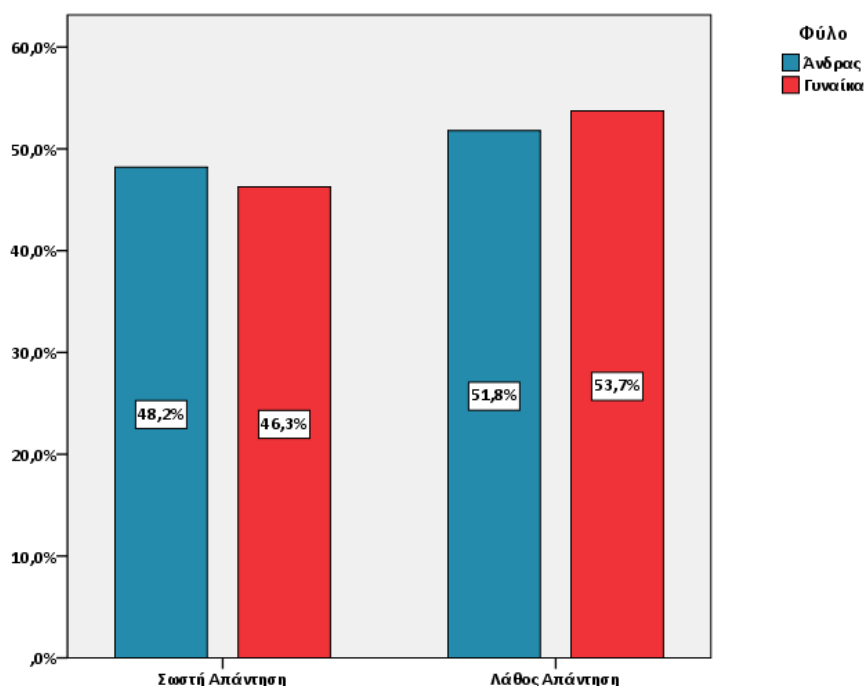


Σχήμα 45 : Ποσοστά απαντήσεων Ερώτησης 11 (Περιβάλλοντικού Περιεχομένου)

Η Ερώτηση 11 παρουσιάζει ότι πάνω από τους μισούς φοιτητές δε γνωρίζουν τις επιπτώσεις των υδροηλεκτρικών έργων στο κλίμα, είτε θεωρούν ότι τα υδροηλεκτρικά έργα δεν προκαλούν επιπτώσεις στη γεωμορφολογία, την πανίδα, τη χλωρίδα και γενικότερα στο περιβάλλον. Εντύπωση προκαλεί το γεγονός ότι οι φοιτητές δεν αντιλαμβάνονται τις επιπτώσεις που προκύπτουν από την κατασκευή των υδροηλεκτρικών έργων αφού μάλλον θεωρούν ότι προς όφελος της παραγωγής ενέργειας δεν παραβιάζεται το οικοσύστημα.



α) Ανάλυση ως προς το Φύλο :



Σχήμα 46 : Ποσοστά Σωστών-Λάθος απαντήσεων Ερώτησης 11 ως προς το Φύλο

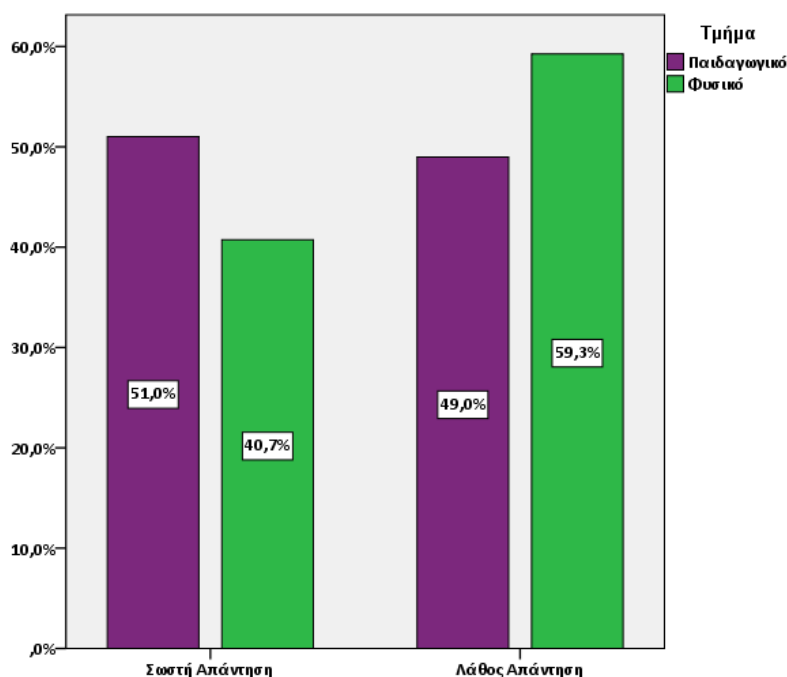
Από το παραπάνω ραβδόγραμμα βλέπουμε ότι σε παρόμοια αντιστοιχία οι άνδρες (ποσοστό 51,8%) και οι γυναίκες (ποσοστό 53,7%) δεν αναγνωρίζουν τις επιπτώσεις που προκύπτουν από τα υδροηλεκτρικά έργα στο περιβάλλον. Χρησιμοποιούμε το τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται παρακάτω για να ελέγξουμε αν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά. Παρατηρούμε ότι το  $p=0,711$  οπότε δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με το φύλο του κάθε ερωτώμενου.

Πίνακας 37 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 11 ως προς το Φύλο

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	,137 <sup>a</sup>	1	,711		
Continuity Correction <sup>b</sup>	,071	1	,790		
Likelihood Ratio	,137	1	,711		
Fisher's Exact Test				,754	,395
Linear-by-Linear Association	,137	1	,711		
N of Valid Cases	407				

Άρα δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 5 και το φύλο είναι μεταξύ τους ανεξάρτητα.

β) Ανάλυση ως προς το Τμήμα :



Σχήμα 47 : Ποσοστά Σωστών-Λάθους απαντήσεων Ερώτησης 11 ως προς το Τμήμα

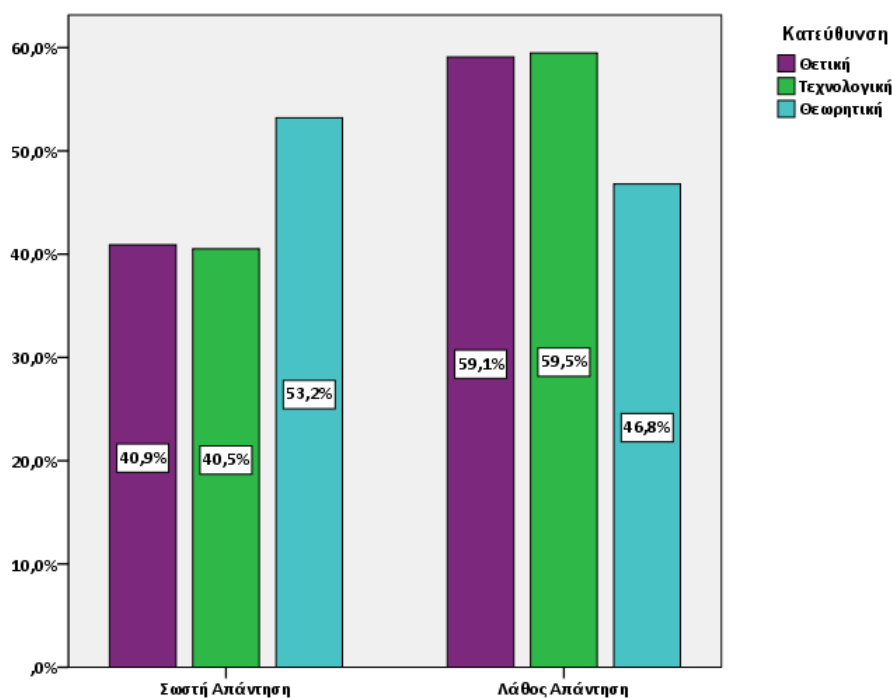
Από το ραβδόγραμμα Σωστής - Λάθος Απάντησης παρατηρούμε ότι οι φοιτητές των τμημάτων ( Παιδαγωγικό – Φυσικό ) αναγνωρίζουν τη σωστή απάντηση σε διαφορετικό βαθμό. Στο Παιδαγωγικό Τμήμα βλέπουμε μια τάση σωστότερων απαντήσεων. Για επιβεβαίωση χρησιμοποιούμε το τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται παρακάτω και παρατηρούμε ότι υπάρχει οριακά στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,042$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με το τμήμα που σπουδάζει ο κάθε φοιτητής.

Πίνακας 38 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 11 ως προς το Τμήμα

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	4,138 <sup>a</sup>	1	<b>,042</b>		
Continuity Correction <sup>b</sup>	3,735	1	,053		
Likelihood Ratio	4,153	1	,042		
Fisher's Exact Test				,043	,026
Linear-by-Linear Association	4,127	1	,042		
N of Valid Cases	407				

Άρα απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 11 και το τμήμα είναι μεταξύ τους εξαρτημένα.

γ) Ανάλυση ως προς την Κατεύθυνση :



Σχήμα 48 : Ποσοστά Σωστών-Λάθος απαντήσεων Ερώτησης 11 ως προς την Κατεύθυνση

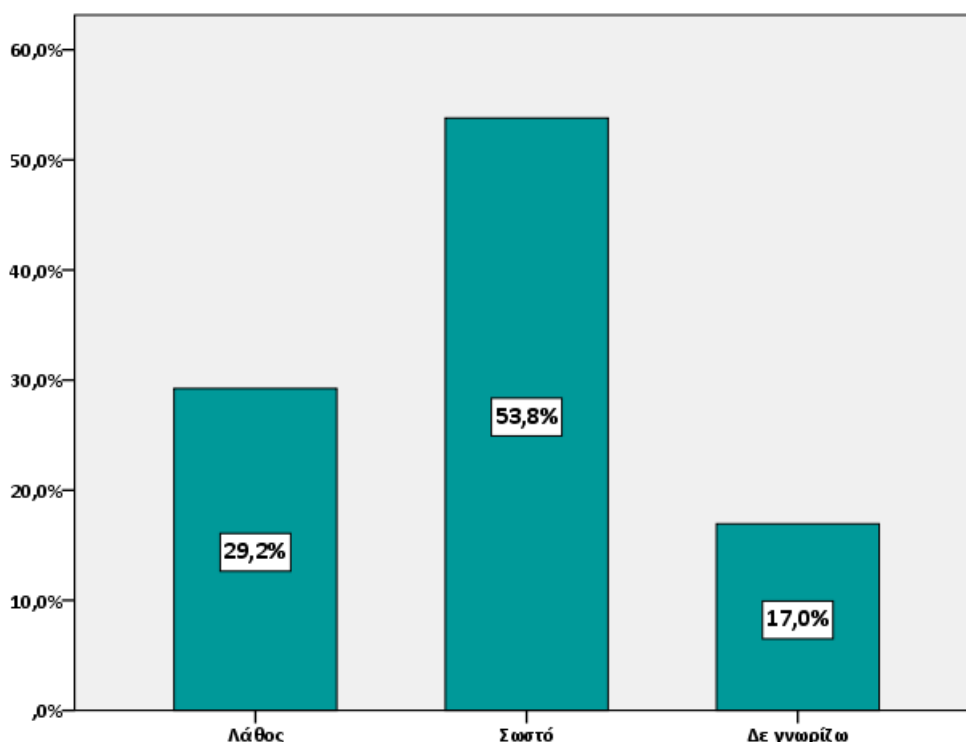
Το ραβδόγραμμα με τις σωστές απαντήσεις σε σχέση με την κατεύθυνση μας δείχνει ότι οι φοιτητές δεν αναγνωρίζουν τη Σωστή Απάντηση της ερώτησης 11 παρά μόνο οι φοιτητές της θεωρητικής κατεύθυνσης που εμφανίζουν καλύτερα αποτελέσματα σε σχέση με τους υπολοίπους. Η χρήση του τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται παρακάτω μας δείχνει ότι υπάρχει οριακή στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,041$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με την κατεύθυνση που ακολούθησε ο κάθε σπουδαστής.

Πίνακας 39 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 11 ως προς την Κατεύθυνση

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	6,403 <sup>a</sup>	2	,041
Likelihood Ratio	6,420	2	,040
Linear-by-Linear Association	5,038	1	,025
N of Valid Cases	407		

Άρα απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 11 και η κατεύθυνση είναι μεταξύ τους εξαρτημένες.

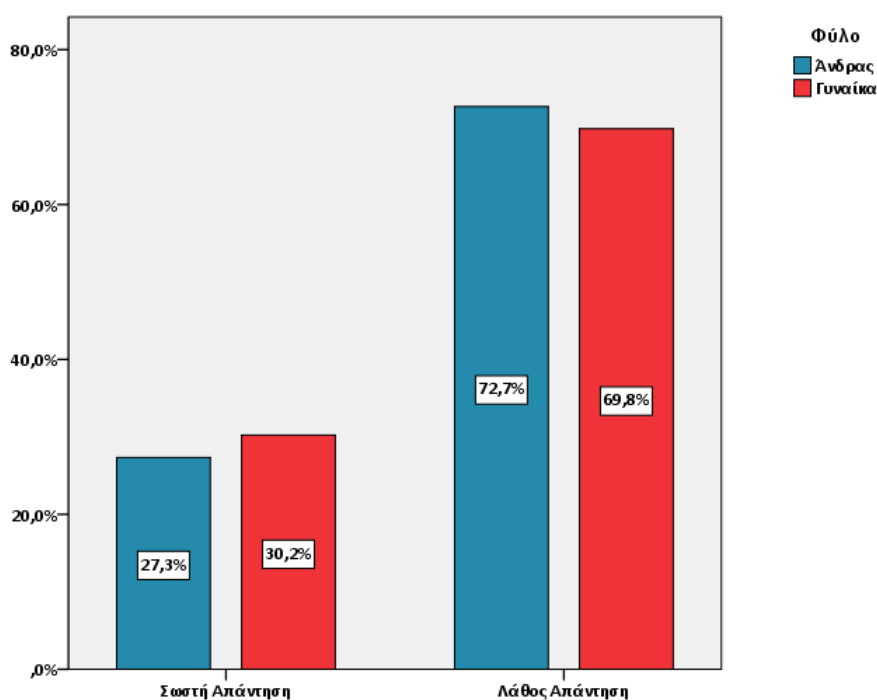
**Ερώτηση 12:** Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας δεν εκλύουν καυσαέρια και δεν απαιτείται καμία καύσιμη ύλη για την εκμετάλλευσή τους.



Σχήμα 49 : Ποσοστά απαντήσεων Ερώτησης 12 (Περιβάλλοντικού Περιεχομένου)

Στην ερώτηση 12 η πλειοψηφία των σπουδαστών θεωρεί ότι οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μπορούν να εκμεταλλευθούν από τον άνθρωπο χωρίς να καταναλωθεί καμία καύσιμη ύλη και ότι οι διατάξεις που λειτουργούν μέσω των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ότι δεν αποβάλλουν καυσαέρια στο περιβάλλον. Όπως δείχνουν τα αποτελέσματα της ερώτησης 12 βλέπουμε ότι οι φοιτητές έχουν ως εναλλακτική ιδέα ότι οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι απολύτως καθαρές και φιλικές προς το περιβάλλον και ότι επίσης μπορούν να «αντληθούν» χωρίς την κατανάλωση καμίας καύσιμης ύλης.

α) Ανάλυση ως προς το Φύλο :



Σχήμα 50 : Ποσοστά Σωστών-Λάθος απαντήσεων Ερώτησης 12 ως προς το Φύλο

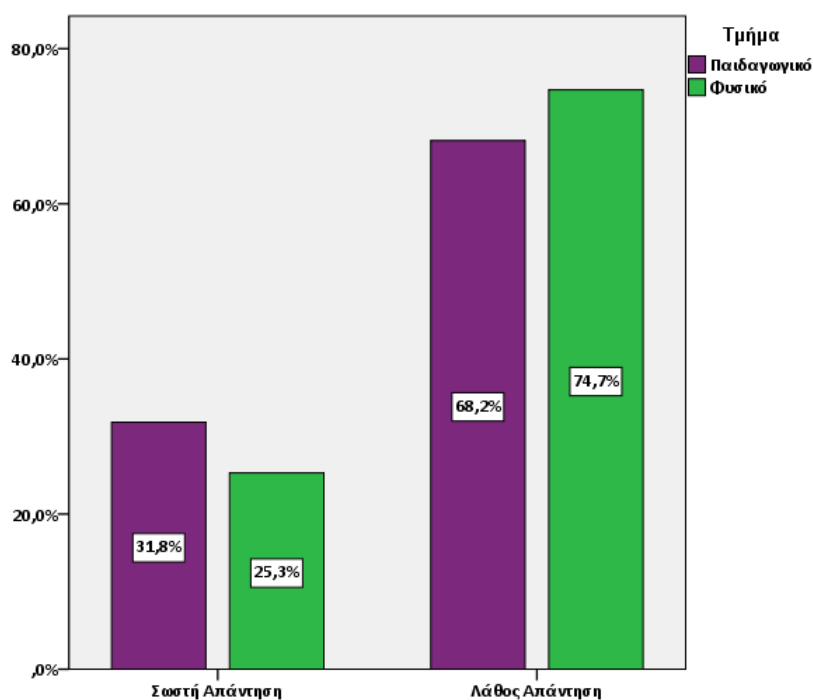
Από το παραπάνω ραβδόγραμμα βλέπουμε ότι οι άνδρες και οι γυναίκες αντιμετωπίζουν ιδιαίτερα σημαντικές δυσκολίες στο να αναγνωρίσουν ότι οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας εκλύουν καυσαέρια και ότι επίσης χρειάζονται διάφορες μορφές καύσιμης ύλης για να τις εκμεταλευτούμε. Χρησιμοποιώντας το τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται στη συνέχεια παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,544$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με το φύλο.

Πίνακας 40 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 12 ως προς το Φύλο

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	,368 <sup>a</sup>	1	,544		
Continuity Correction <sup>b</sup>	,242	1	,623		
Likelihood Ratio	,371	1	,543		
Fisher's Exact Test				,568	,313
Linear-by-Linear Association	,367	1	,544		
N of Valid Cases	407				

Άρα δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 12 και το φύλο είναι μεταξύ τους ανεξάρτητα.

β) Ανάλυση ως προς το Τμήμα :



Σχήμα 51 : Ποσοστά Σωστών-Λάθους απαντήσεων Ερώτησης 12 ως προς το Τμήμα

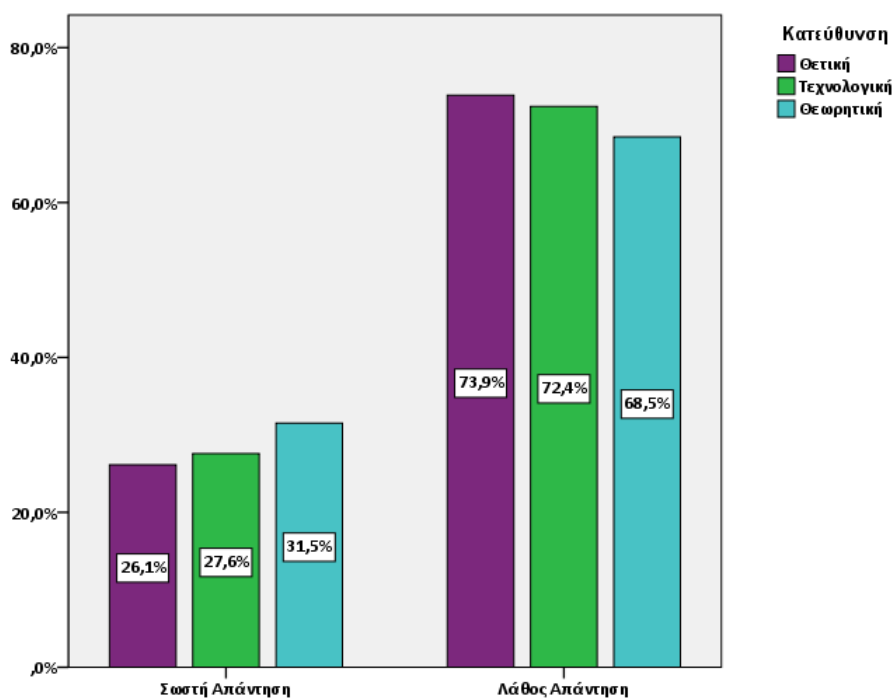
Στο παραπάνω ραβδόγραμμα παρατηρούμε ότι οι φοιτητές και των δύο τμημάτων ( Παιδαγωγικό – Φυσικό ) δυσκολεύονται να αναγνωρίσουν τη σωστή απάντηση στο ερώτημα 12 με ελαφρώς καλύτερες επιδόσεις στο Παιδαγωγικό Τμήμα. Για να επιβεβαιώσουμε την πιθανή εξάρτηση χρησιμοποιούμε το τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται παρακάτω και παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,156$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με το τμήμα που σπουδάζει ο κάθε φοιτητής.

Πίνακας 41 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 12 ως προς το Τμήμα

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	2,009 <sup>a</sup>	1	,156		
Continuity Correction <sup>b</sup>	1,706	1	,192		
Likelihood Ratio	2,030	1	,154		
Fisher's Exact Test				,182	,095
Linear-by-Linear Association	2,004	1	,157		
N of Valid Cases	407				

Άρα δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 12 και το τμήμα είναι μεταξύ τους ανεξάρτητα.

γ) Ανάλυση ως προς την Κατεύθυνση :



Σχήμα 52 : Ποσοστά Σωστών-Λάθος απαντήσεων Ερώτησης 12 ως προς την Κατεύθυνση

Στο παραπάνω ραβδόγραμμα βλέπουμε ότι οι φοιτητές δεν αναγνωρίζουν σε υψηλό ποσοστό τη Σωστή Απάντηση της ερώτησης 12 ανεξαρτήτως της κατεύθυνσης που είχαν ακολουθήσει ως μαθητές στο λύκειο αφού τα ποσοστά ανα κατεύθυνση είναι σχεδόν ίδια. Το τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται παρακάτω μας δείχνει ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,584$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με την κατεύθυνση που ακολούθησε ο κάθε φοιτητής.

Πίνακας 42 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 12 ως προς την Κατεύθυνση

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	1,076 <sup>a</sup>	2	,584
Likelihood Ratio	1,080	2	,583
Linear-by-Linear Association	1,015	1	,314
N of Valid Cases	407		

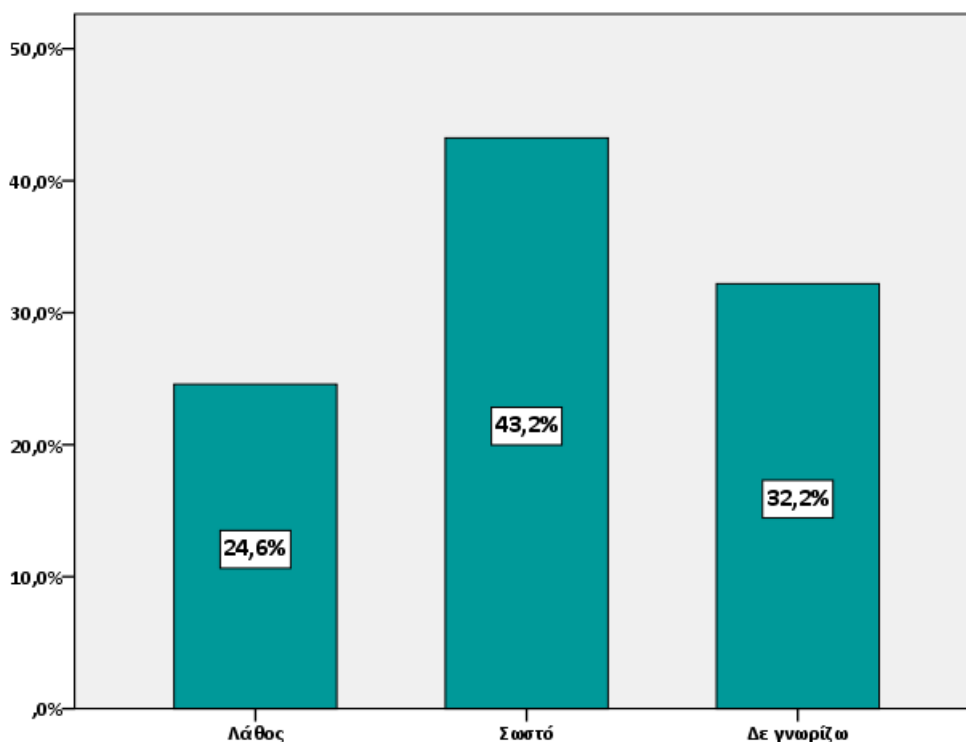
Άρα δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 5 και η κατεύθυνση είναι μεταξύ τους ανεξάρτητες.





## Δ.8.2 Έλεγχος ανεξαρτησίας μεταβλητών Φύλου - Τμήματος – Κατεύθυνσης με τις ερωτήσεις Περιβάλλοντικής Φυσικής

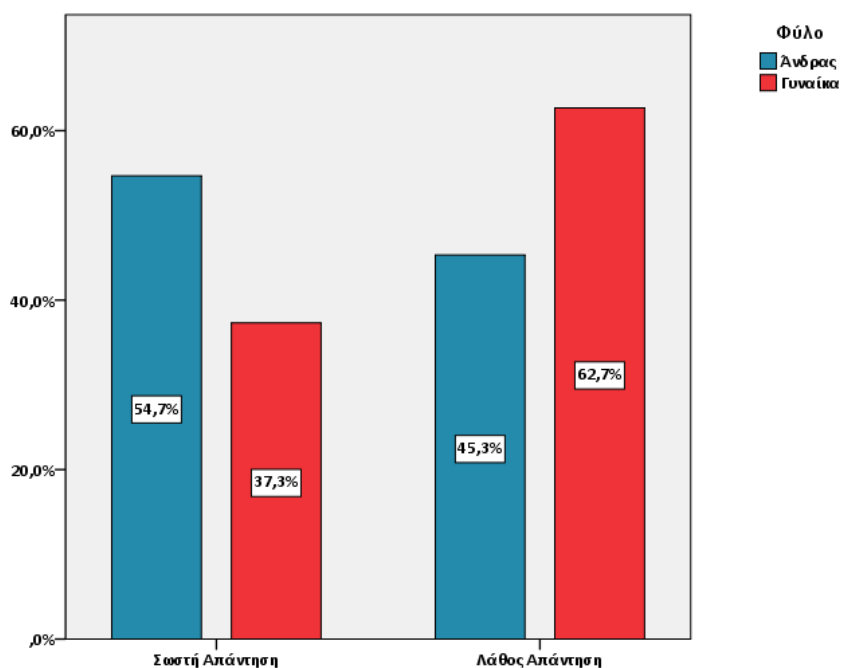
**Ερώτηση 1 :** Η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας I αυξάνεται όσο απομακρυνόμαστε κατακόρυφα από τη στάθμη της θάλασσας.



Σχήμα 53 : Ποσοστά απαντήσεων Ερώτησης 1 (Περιβάλλοντικής Φυσικής)

Στην ερώτηση 1 έντονο ενδιαφέρον προκαλεί το γεγονός ότι σχεδόν το ένα τρίτο (ποσοστό 32,2%) των ερωτώμενων δε γνωρίζει ότι όταν κινούμαστε προς την κατεύθυνση του Ηλίου η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας αυξάνεται. Επίπρόσθετα το 24,6% των φοιτητών θεωρεί ότι η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας μειώνεται ή παραμένει σταθερή αφού απαντά Λάθος. Πάντως, η πλειοψηφία των φοιτητών (ποσοστό 43,2%) αντιλαμβάνεται την αύξηση της ηλιακής ακτινοβολίας όσο κινούμαστε προς αυτόν.

α) Ανάλυση ως προς το Φύλο :



Σχήμα 54 : Ποσοστά Σωστών-Λάθους απαντήσεων Ερώτησης 1 ως προς το Φύλο

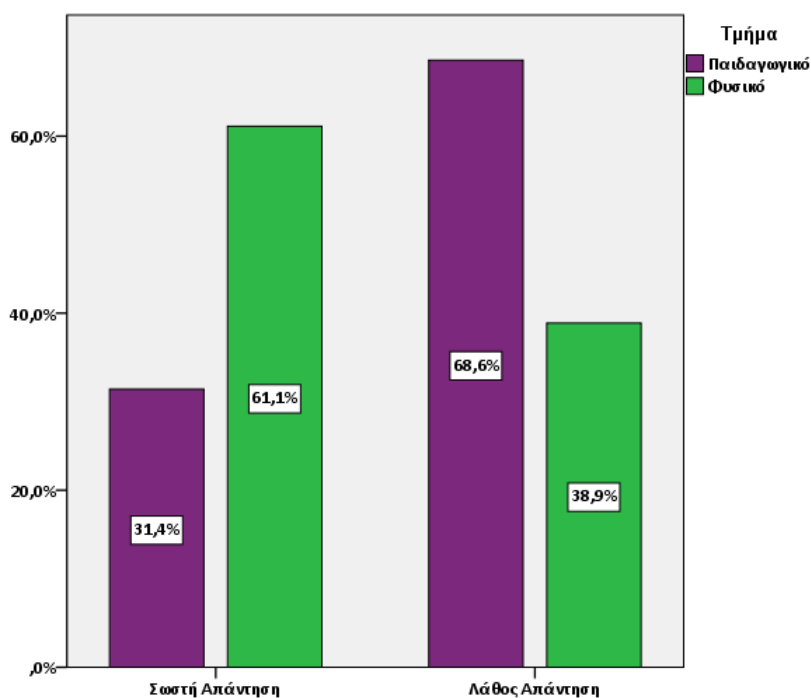
Από το ραβδόγραμμα των Σωστών - Λάθους Απαντήσεων παρατηρούμε ότι οι άνδρες αναγνωρίζουν πιο εύκολα ότι όταν απομακρυνόμαστε κατακόρυφα από τη στάθμη της θάλασσας η ένταση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας αυξάνεται. Για επιβεβαιώσουμε τη συσχέτιση της ερώτησης ως προς το φύλο χρησιμοποιούμε το τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται παρακάτω και παρατηρούμε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,001$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με το φύλο.

Πίνακας 43 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 1 ως προς το Φύλο

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	11,242 <sup>a</sup>	1	,001		
Continuity Correction <sup>b</sup>	10,546	1	,001		
Likelihood Ratio	11,206	1	,001		
Fisher's Exact Test				,001	,001
Linear-by-Linear Association	11,215	1	,001		
N of Valid Cases	407				

Άρα απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 1 και το φύλο είναι μεταξύ τους εξαρτημένα.

β) Ανάλυση ως προς το Τμήμα :



Σχήμα 55 : Ποσοστά Σωστών-Λάθος απαντήσεων Ερώτησης 1 ως προς το Τμήμα

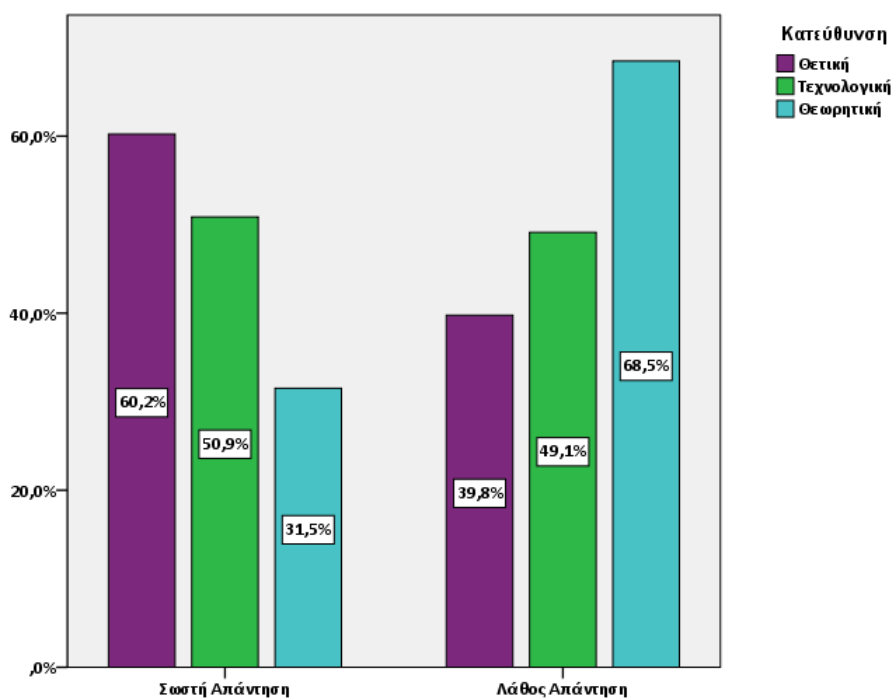
Το ραβδόγραμμα με τις σωστές-λάθος απαντήσεις της ερώτησης 1 ως προς το τμήμα δείχνει ότι οι φοιτητές των δύο τμημάτων αναγνωρίζουν σε διαφορετικό βαθμό τη σωστή απάντηση, με τους φοιτητές του τμήματος Φυσικής να έχουν μεγαλύτερο πλήθος σωστών απαντήσεων σε σχέση με αυτούς του Παιδαγωγικού Τμήματος. Το τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που παρουσιάζεται στη συνέχεια μας δείχνει ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,000$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με το τμήμα που σπουδάζει ο κάθε φοιτητής.

Πίνακας 44 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 1 ως προς το Τμήμα

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	35,007 <sup>a</sup>	1	,000		
Continuity Correction <sup>b</sup>	33,808	1	,000		
Likelihood Ratio	35,235	1	,000		
Fisher's Exact Test				,000	,000
Linear-by-Linear Association	34,921	1	,000		
N of Valid Cases	407				

Άρα απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 1 και το τμήμα είναι μεταξύ τους εξαρτημένα.

γ) Ανάλυση ως προς την Κατεύθυνση :



Σχήμα 56 : Ποσοστά Σωστών-Λάθος απαντήσεων Ερώτησης 1 ως προς την Κατεύθυνση

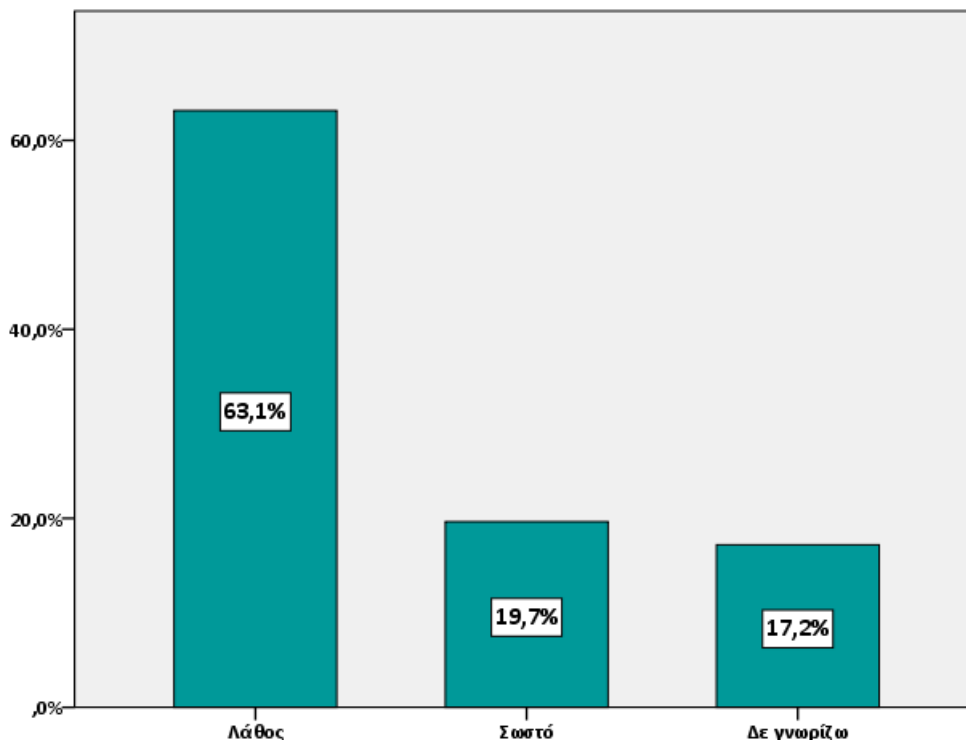
Το ραβδόγραμμα Σωστής - Λάθος Απάντησης της ερώτησης 1 απεικονίζει ότι οι φοιτητές της θεωρητικής κατεύθυνσης δυσκολεύονται περισσότερο από τους υπόλοιπους να αναγνωρίσουν τη σωστή απάντηση. Η χρήση του τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται παρακάτω μας επιβεβαιώνει ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,000$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με την κατεύθυνση που ακολούθησε το κάθε άτομο στα σχολικά του χρόνια.

Πίνακας 45 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 1 ως προς την Κατεύθυνση

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	24,440 <sup>a</sup>	2	,000
Likelihood Ratio	24,664	2	,000
Linear-by-Linear Association	23,584	1	,000
N of Valid Cases	407		

Άρα απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 1 και η κατεύθυνση είναι μεταξύ τους εξαρτημένες.

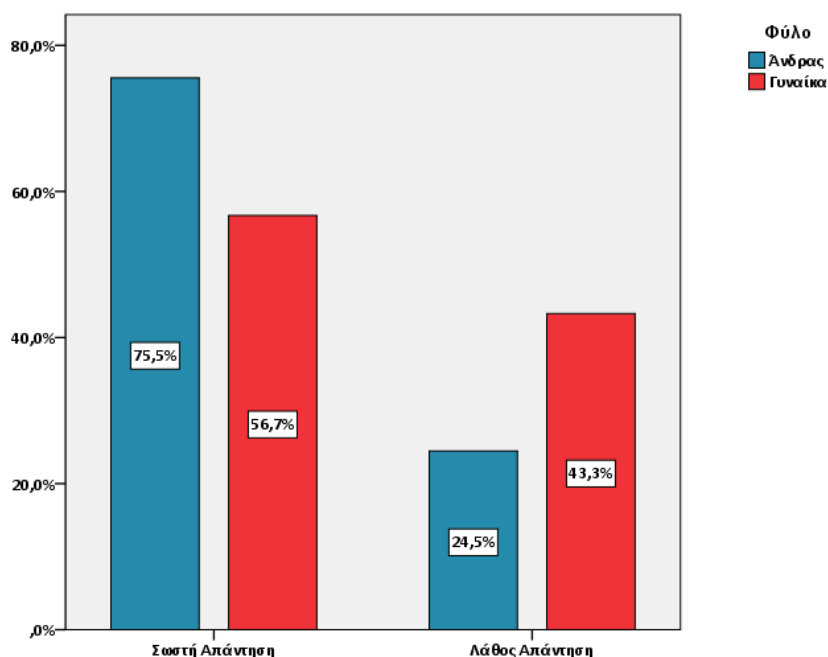
**Ερώτηση 2:** Η θερμοκρασία της Γης (T) μειώνεται όσο κινούμαστε προς το εσωτερικό της με αποτέλεσμα την εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας.



Σχήμα 57 : Ποσοστά απαντήσεων Ερώτησης 2 (Περιβάλλοντικής Φυσικής)

Η ερώτηση 2 δείχνει ότι οι φοιτητές αναγνωρίζουν τι συμβαίνει με τις τιμές της θερμοκρασίας στο εσωτερικό της Γης αφού σε ποσοστό 63,1% απαντούν Λάθος άρα κατανοούν ότι όσο κινούμαστε προς το εσωτερικό της Γης η θερμοκρασία αυξάνεται οπότε αυτή είναι πηγή της γεωθερμικής ενέργειας. Βέβαια ένα ποσοστό κοντά στο 40% δεν γνωρίζει στη σωστή απάντηση ή θεωρεί ότι η θερμοκρασία μειώνεται όσο κινούμαστε προς το κέντρο της Γης.

α) Ανάλυση ως προς το Φύλο :



Σχήμα 58 : Ποσοστά Σωστών-Λάθος απαντήσεων Ερώτησης 2 ως προς το Φύλο

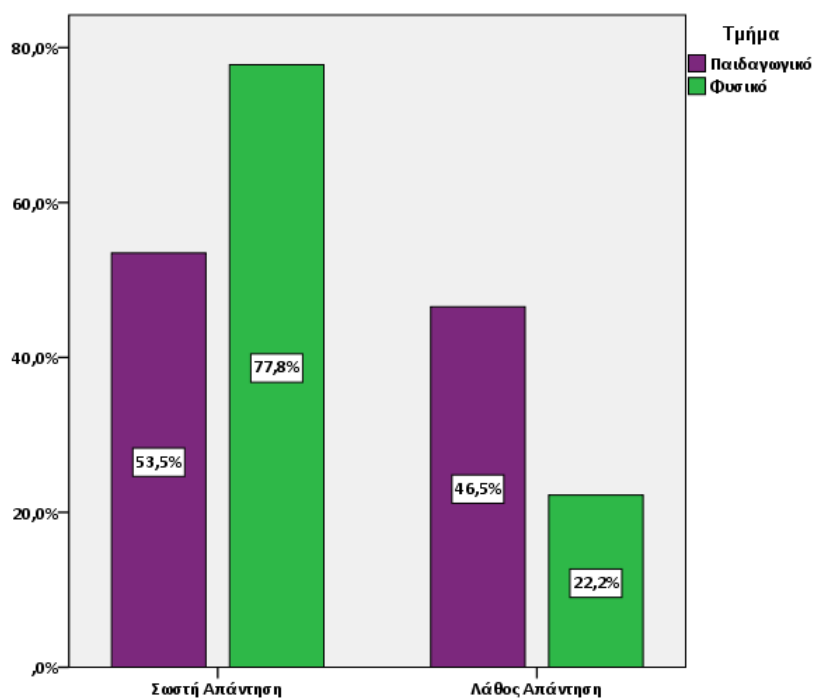
Από το ραβδόγραμμα Σωστής - Λάθος Απάντησης βλέπουμε ότι και τα δύο φύλα αναγνωρίζουν ότι η θερμοκρασία της Γης αυξάνεται όσο κινούμαστε προς το εσωτερικό της με τους άνδρες να έχουν πιο υψηλά ποσοστά επιτυχίας (75,5% για τους άνδρες και 56,7% για τις γυναίκες). Για να εξετάσουμε την εξάρτηση της ερώτησης 2 από το φύλο χρησιμοποιούμε το τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται παρακάτω και παρατηρούμε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,000$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με το φύλο.

Πίνακας 46 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 2 ως προς το Φύλο

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	13,935 <sup>a</sup>	1	,000		
Continuity Correction <sup>b</sup>	13,138	1	,000		
Likelihood Ratio	14,422	1	,000		
Fisher's Exact Test				,000	,000
Linear-by-Linear Association	13,901	1	,000		
N of Valid Cases	407				

Άρα απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 2 και το φύλο είναι μεταξύ τους εξαρτημένα.

β) Ανάλυση ως προς το Τμήμα :



Σχήμα 59 : Ποσοστά Σωστών-Λάθος απαντήσεων Ερώτησης 2 ως προς το Τμήμα

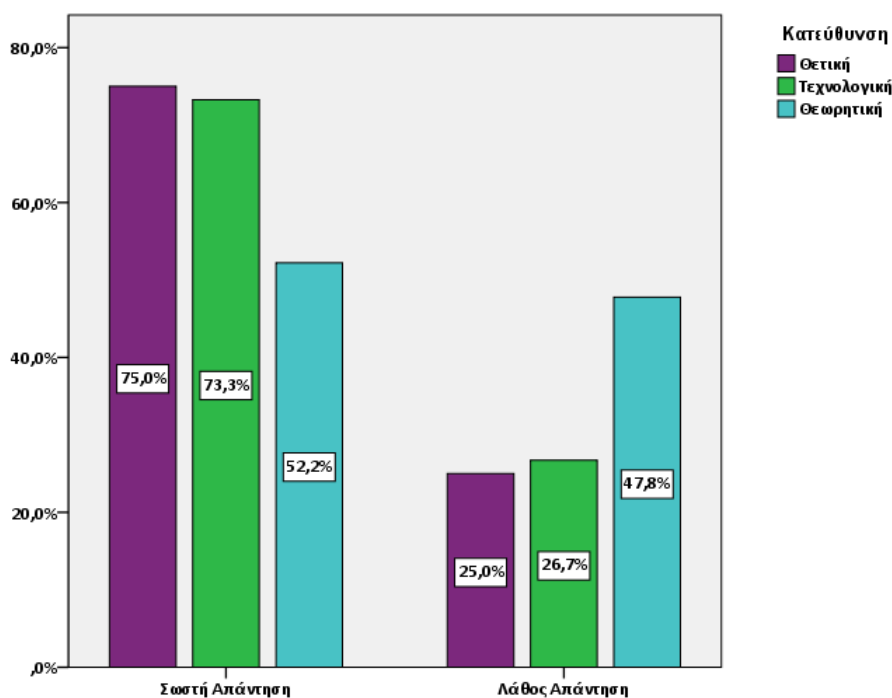
Στο παραπάνω ραβδόγραμμα Σωστών - Λάθος Απαντήσεων της ερώτησης 2 φαίνεται ότι οι φοιτητές των δύο τμημάτων αναγνωρίζουν σε διαφορετικό βαθμό της σωστή απάντηση, με τους φοιτητές του τμήματος Φυσικής να έχουν αρκετά υψηλότερα ποσοστά σωστών απαντήσεων σε σχέση με τους φοιτητές του Παιδαγωγικού Τμήματος. Θα χρησιμοποιούμε το τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται παρακάτω για να ελεγχθεί αν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά. Παρατηρούμε ότι  $p=0,000$  οπότε η επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με το τμήμα που βρίσκεται ο κάθε φοιτητής έχουν εξάρτηση μεταξύ τους.

Πίνακας 47 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 2 ως προς το Τμήμα

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	24,761 <sup>a</sup>	1	,000		
Continuity Correction <sup>b</sup>	23,727	1	,000		
Likelihood Ratio	25,672	1	,000		
Fisher's Exact Test				,000	,000
Linear-by-Linear Association	24,700	1	,000		
N of Valid Cases	407				

Άρα απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 2 και το τμήμα είναι μεταξύ τους εξαρτημένα.

γ) Ανάλυση ως προς την Κατεύθυνση :



Σχήμα 60 : Ποσοστά Σωστών-Λάθος απαντήσεων Ερώτησης 2 ως προς την Κατεύθυνση

Το ραβδόγραμμα Σωστής - Λάθος Απάντησης της ερώτησης 2 ως προς την κατεύθυνση απεικονίζει ότι οι φοιτητές της θετικής και τεχνολογικής κατεύθυνσης δεν δυσκολεύονται να αναγνωρίσουν τη Σωστή Απάντηση της ερώτησης 2 σε αντίθεση με αυτούς που έχουν ακολουθήσει τη θεωρητική κατεύθυνση ως μαθητές στο λύκειο. Η χρήση του τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται παρακάτω μας δείχνει ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,000$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με την κατεύθυνση που ακολούθησε το κάθε άτομο που συμπλήρωσε το ερωτηματολόγιο.

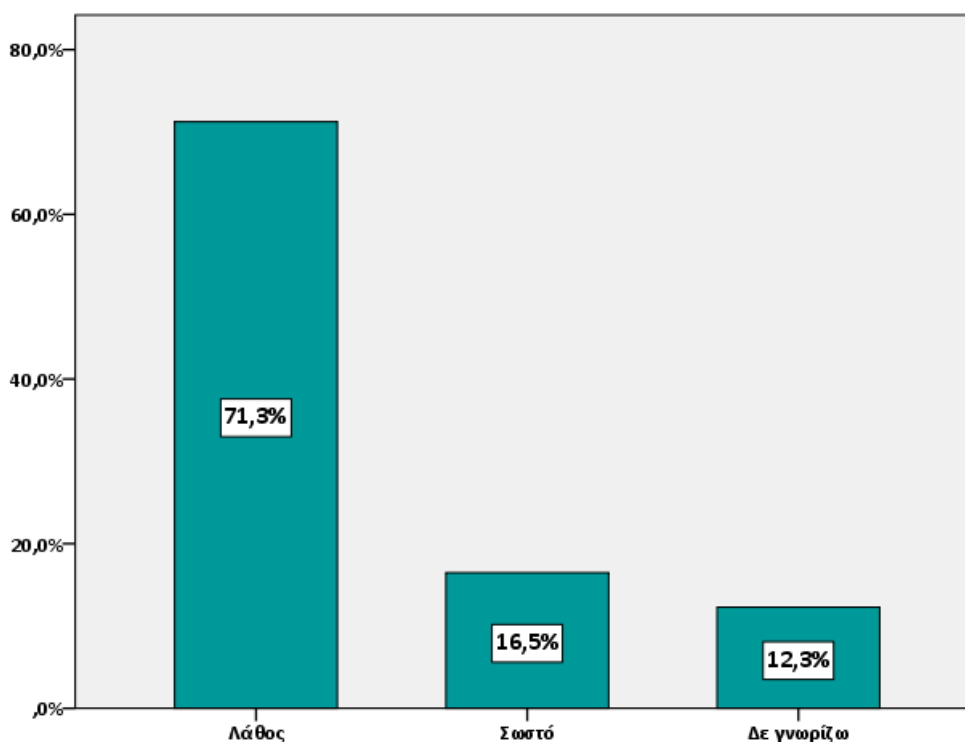
Πίνακας 48 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 2 ως προς την Κατεύθυνση

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	20,848 <sup>a</sup>	2	,000
Likelihood Ratio	21,094	2	,000
Linear-by-Linear Association	17,640	1	,000
N of Valid Cases	407		

Άρα απορρίπτουμε τη μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 2 και η κατεύθυνση είναι μεταξύ τους εξαρτημένες.



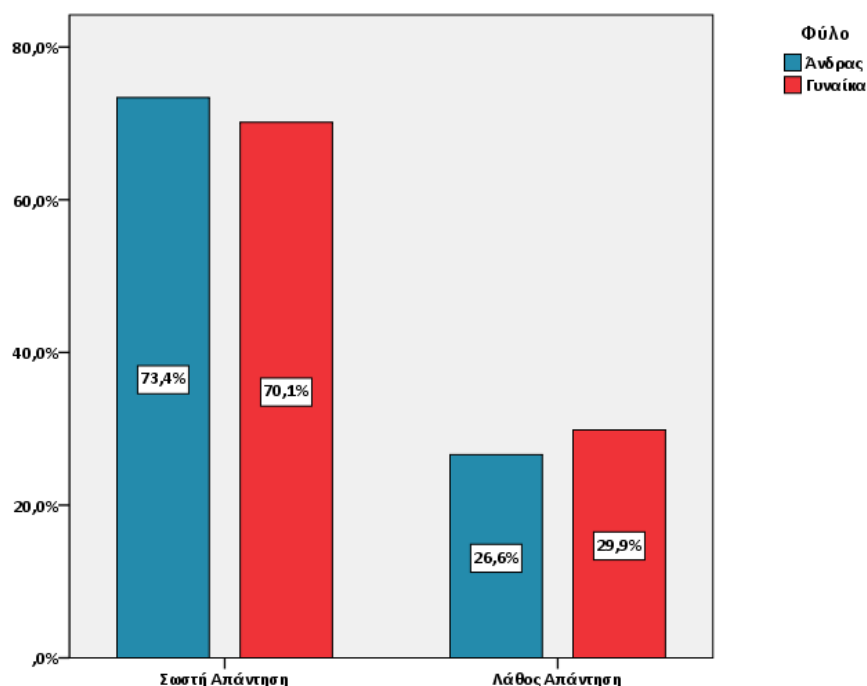
**Ερώτηση 3:** Οι μετεωρολογικές συνθήκες (νεφοκάλυψη, υγρασία) δεν επηρεάζουν την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας που φτάνει στην επιφάνεια της Γης.



Σχήμα 61 : Ποσοστά απαντήσεων Ερώτησης 3 (Περιβάλλοντικής Φυσικής)

Στην ερώτηση 3 η πλειοψηφία των φοιτητών αναγνωρίζει ότι οι μετεωρολογικές συνθήκες επηρεάζουν την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας που φτάνει στην επιφάνεια της Γης οπότε αντιλαμβάνεται και πως επηρεάζεται η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας. Υπάρχει επιπλέον ένα σημαντικό ποσοστό (περίπου 30%), το οποίο δεν κατανοεί ή δε γνωρίζει ότι τα μετεωρολογικά φαινόμενα επηρεάζουν την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας.

α) Ανάλυση ως προς το Φύλο :



Σχήμα 62 : Ποσοστά Σωστών-Λάθος απαντήσεων Ερώτησης 3 ως προς το Φύλο

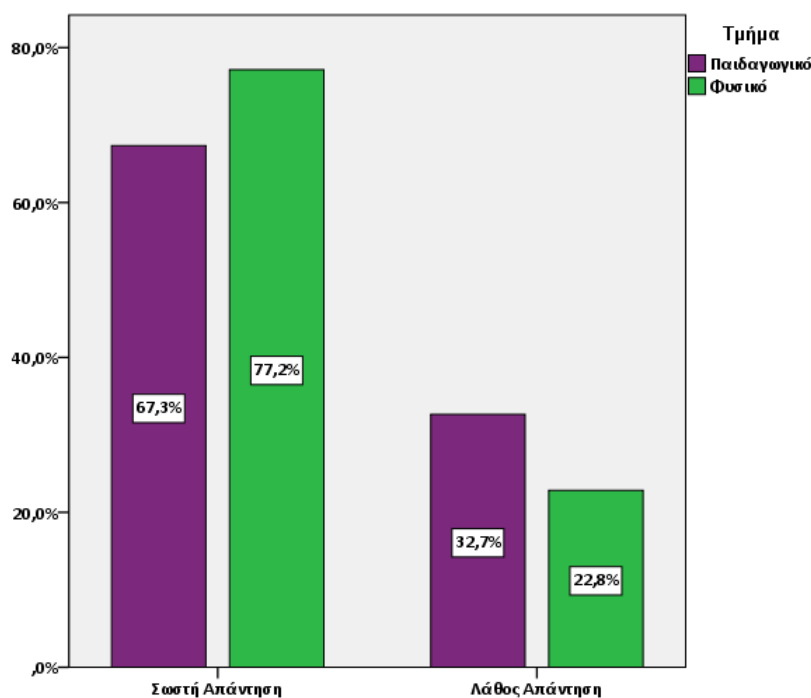
Από το ραβδόγραμμα Σωστή - Λάθος Απάντηση είναι εμφανές ότι οι άνδρες και οι γυναίκες αναγνωρίζουν με ευκολία ότι τα μετεωρολογικά φαινόμενα επηρεάζουν την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας που δεχόμαστε στην επιφάνεια της Γης. Για να ελέγξουμε την εξάρτηση της ερώτησης 3 ως προς το φύλο χρησιμοποιούμε το τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται παρακάτω και παρατηρούμε ότι υπάρχει δεν στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,494$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με το φύλο.

Πίνακας 49 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 3 ως προς το Φύλο

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	,467 <sup>a</sup>	1	<b>,494</b>		
Continuity Correction <sup>b</sup>	,322	1	,570		
Likelihood Ratio	,470	1	,493		
Fisher's Exact Test				,564	,286
Linear-by-Linear Association	,466	1	,495		
N of Valid Cases	407				

Άρα δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 3 και το φύλο είναι μεταξύ τους ανεξάρτητα.

β) Ανάλυση ως προς το Τμήμα :



Σχήμα 63 : Ποσοστά Σωστών-Λάθος απαντήσεων Ερώτησης 3 ως προς το Τμήμα

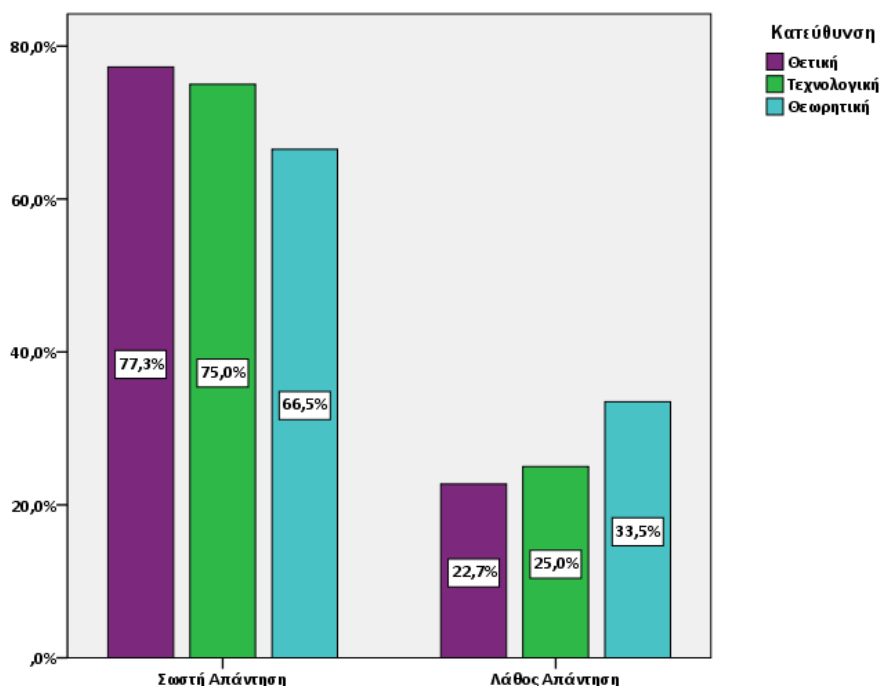
Στο ραβδόγραμμα Σωστών - Λάθος Απαντήσεων της ερώτησης 3 ως προς το τμήμα φαίνεται ότι οι φοιτητές των δύο τμημάτων αναγνωρίζουν τη σωστή απάντηση, με τους φοιτητές του τμήματος Φυσικής να έχουν ελαφρώς υψηλότερα ποσοστά σωστών απαντήσεων. Για επιβεβαίωση της εξάρτησης της ερώτησης ως προς το τμήμα χρησιμοποιούμε το τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται στη συνέχεια και παρατηρούμε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,032$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με το τμήμα που βρίσκεται ο κάθε φοιτητής.

Πίνακας 50 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 3 ως προς το Τμήμα

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	4,585 <sup>a</sup>	1	,032		
Continuity Correction <sup>b</sup>	4,118	1	,042		
Likelihood Ratio	4,669	1	,031		
Fisher's Exact Test				,034	,021
Linear-by-Linear Association	4,574	1	,032		
N of Valid Cases	407				

Άρα απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 9 και το τμήμα είναι μεταξύ τους εξαρτημένα.

γ) Ανάλυση ως προς την Κατεύθυνση :



Σχήμα 64 : Ποσοστά Σωστών-Λάθος απαντήσεων Ερώτησης 3 ως προς την Κατεύθυνση

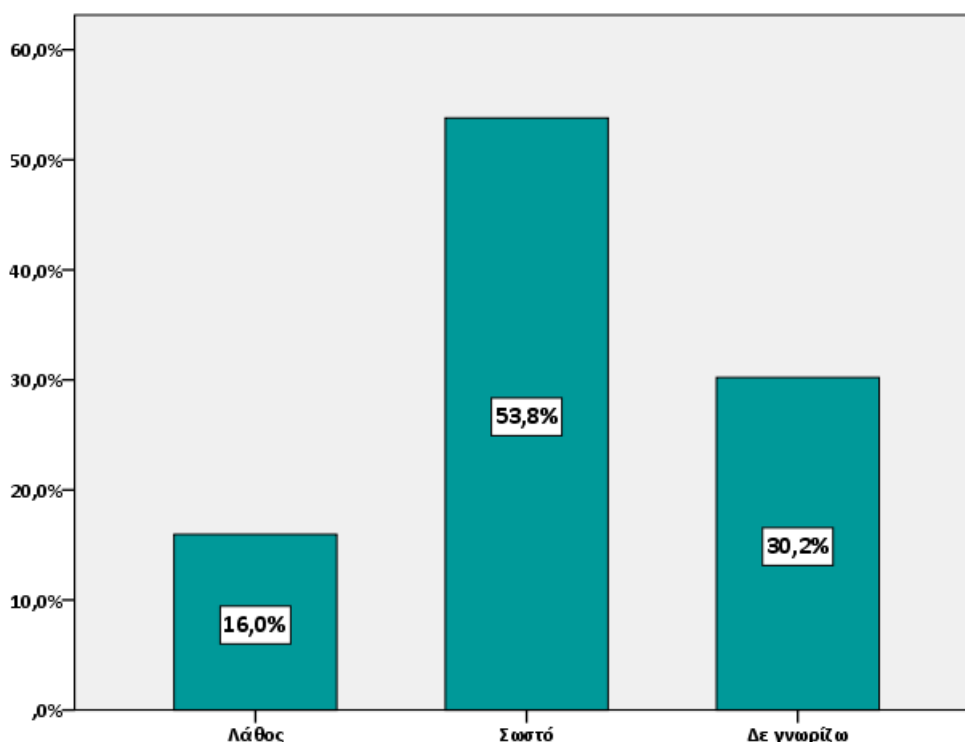
Το ραβδόγραμμα Σωστής - Λάθος Απάντησης της ερώτησης 3 ως προς την κατεύθυνση απεικονίζει ότι οι φοιτητές αναγνωρίζουν τη Σωστή Απάντηση της ερώτησης 3 σε παραπλήσια ποσοστά. Η χρήση του τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται στον επόμενο πίνακα μας δείχνει ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,101$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με την κατεύθυνση που ακολούθησε ο κάθε φοιτητής στα σχολικά του χρόνια.

Πίνακας 51 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 3 ως προς την Κατεύθυνση

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	4,589 <sup>a</sup>	2	,101
Likelihood Ratio	4,619	2	,099
Linear-by-Linear Association	4,206	1	,040
N of Valid Cases	407		

Άρα δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 3 και η κατεύθυνση είναι μεταξύ τους ανεξάρτητες.

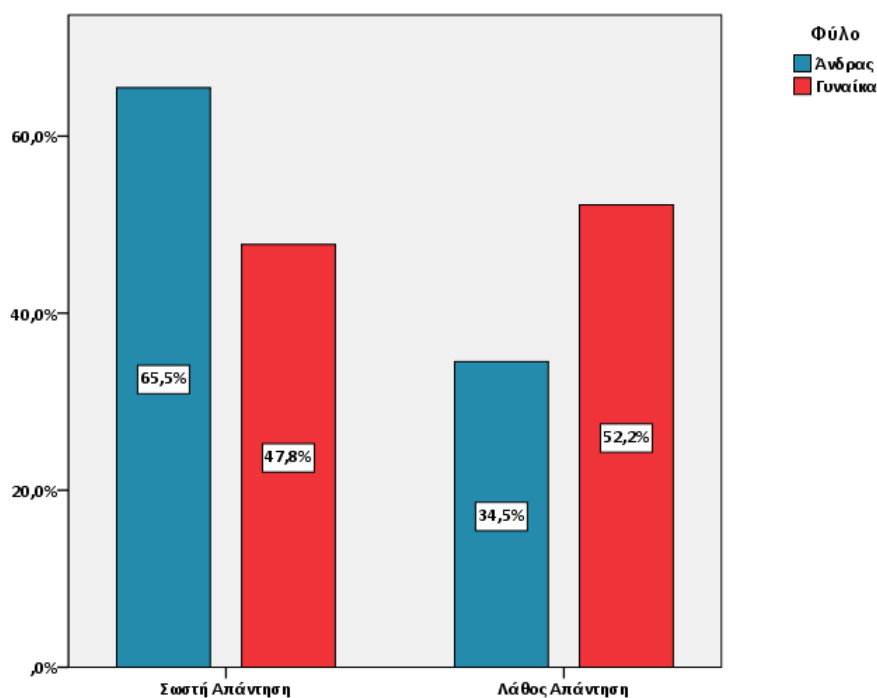
**Ερώτηση 4:** Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που εκπέμπεται από τον Ήλιο είναι αποτέλεσμα θερμοπυρηνικών αντιδράσεων που συμβαίνουν στην ηλιακή σφαίρα.



Σχήμα 65 : Ποσοστά απαντήσεων Ερώτησης 4 (Περιβάλλοντικής Φυσικής)

Στην Ερώτηση 4 σχεδόν οι μισοί φοιτητές (53,8%) αναγνωρίζουν ότι η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που δεχόμαστε στη Γη από τον Ήλιο είναι αποτέλεσμα θερμοπυρηνικών αντιδράσεων που λαμβάνουν χώρα στην επιφάνεια της ηλιακής σφαίρας αν και πιθανή μπορεί να θεωρηθεί και η τυχαιότητα της σωστής επιλογής από μεγάλο ποσοστό φοιτητών. Ένας στους τρεις ερωτώμενους δε γνωρίζει από πού προέρχεται η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία του Ηλίου, ενώ το 16% αντιλαμβάνεται την ηλιακή ακτινοβολία να προέρχεται από μια διαφορετική πηγή.

α) Ανάλυση ως προς το Φύλο :



Σχήμα 66 : Ποσοστά Σωστών-Λάθος απαντήσεων Ερώτησης 4 ως προς το Φύλο

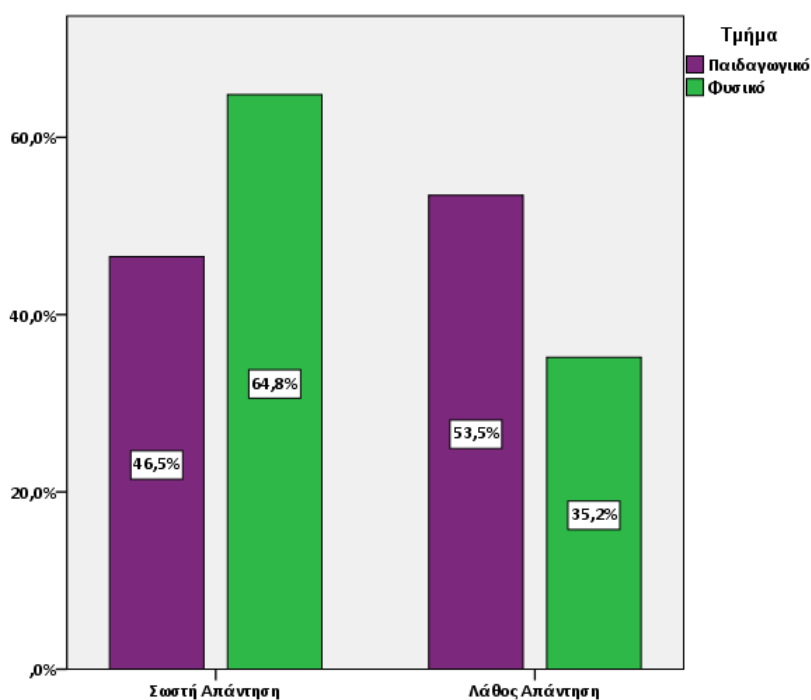
Στο ραβδόγραμμα Σωστών - Λάθος Απαντήσεων παρατηρούμε ότι οι άνδρες αναγνωρίζουν πιο εύκολα (65,5% σωστή απάντηση) ότι η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία είναι αποτέλεσμα θερμοπυρηνικών αντιδράσεων σε σχέση με τις γυναίκες (47,8% σωστή απάντηση). Για να επιβεβαιώσουμε την εξάρτηση χρησιμοποιούμε το τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται παρακάτω και παρατηρούμε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,001$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με το φύλο.

Πίνακας 52 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 4 ως προς το Φύλο

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	11,545 <sup>a</sup>	1	<b>,001</b>		
Continuity Correction <sup>b</sup>	10,844	1	,001		
Likelihood Ratio	11,697	1	,001		
Fisher's Exact Test				,001	,000
Linear-by-Linear Association	11,517	1	,001		
N of Valid Cases	407				

Άρα απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 4 και το φύλο είναι μεταξύ τους εξαρτημένα.

β) Ανάλυση ως προς το Τμήμα :



Σχήμα 67 : Ποσοστά Σωστών-Λάθος απαντήσεων Ερώτησης 4 ως προς το Τμήμα

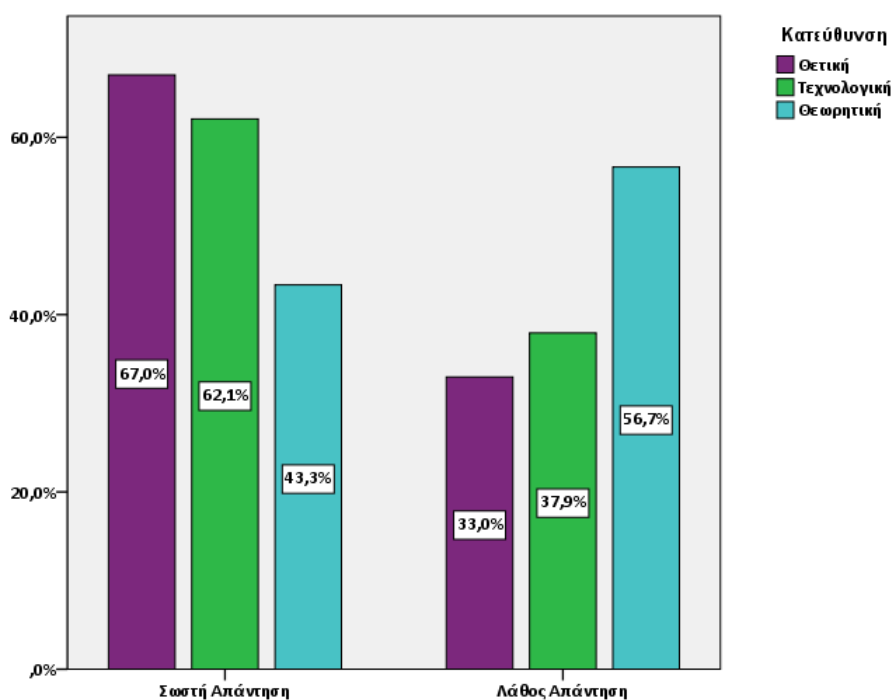
Το ραβδόγραμμα Σωστών - Λάθος Απαντήσεων της ερώτησης 4 δείχνει ότι οι φοιτητές των δύο τμημάτων αντιλαμβάνονται σε διαφορετικό βαθμό της σωστή απάντηση, με τους φοιτητές του τμήματος Φυσικής να έχουν υψηλότερα ποσοστά σωστών απαντήσεων σε σύγκριση με τους φοιτητές Παιδαγωγικού Τμήματος. Για να εξετάσουμε την εξάρτηση της ερώτησης 4 με το τμήμα χρησιμοποιούμε το τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που ακολουθεί και παρατηρούμε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,000$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με το τμήμα που βρίσκεται ο κάθε φοιτητής.

Πίνακας 53 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 4 ως προς το Τμήμα

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	13,117 <sup>a</sup>	1	,000		
Continuity Correction <sup>b</sup>	12,391	1	,000		
Likelihood Ratio	13,255	1	,000		
Fisher's Exact Test				,000	,000
Linear-by-Linear Association	13,085	1	,000		
N of Valid Cases	407				

Άρα απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 4 και το τμήμα είναι μεταξύ τους εξαρτημένα.

γ) Ανάλυση ως προς την Κατεύθυνση :



Σχήμα 68 : Ποσοστά Σωστών-Λάθος απαντήσεων Ερώτησης 4 ως προς την Κατεύθυνση

Το ραβδόγραμμα Σωστής - Λάθος Απάντησης της ερώτησης 4 απεικονίζει ότι οι φοιτητές της θεωρητικής κατεύθυνσης δυσκολεύονται να αναγνωρίσουν τη Σωστή Απάντηση σε αντίθεση με αυτούς που ακολούθησαν θετική και τεχνολογική κατεύθυνση. Η χρήση του τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται παρακάτω μας δείχνει ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,000$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με την κατεύθυνση που ακολούθησε το κάθε άτομο που ως μαθητής.

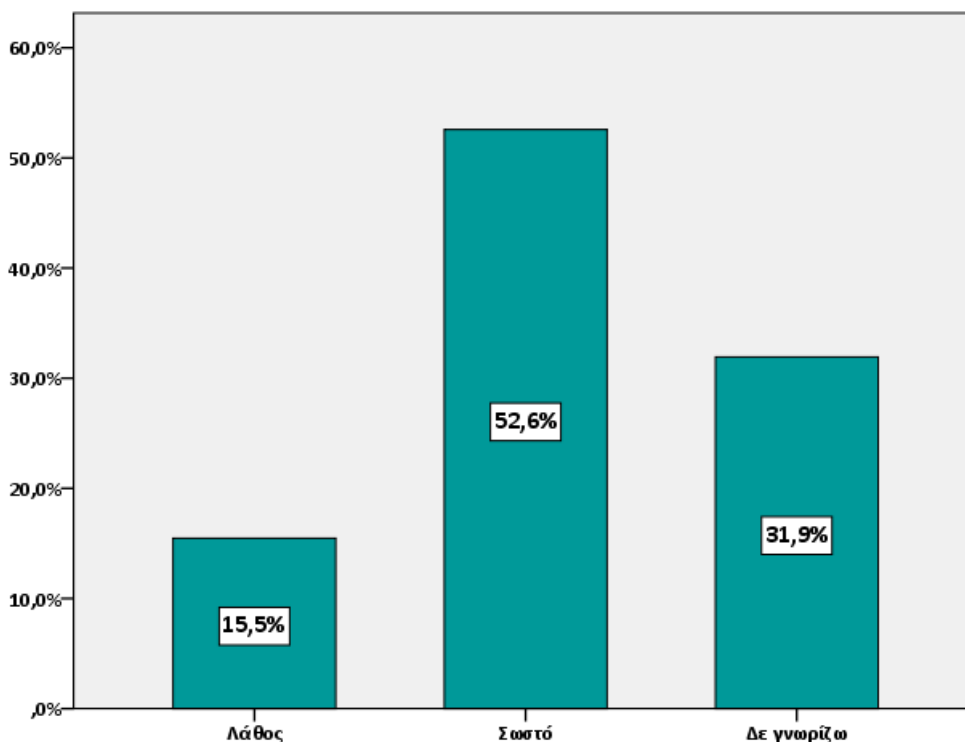
Πίνακας 54 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 4 ως προς την Κατεύθυνση

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	18,322 <sup>a</sup>	2	,000
Likelihood Ratio	18,499	2	,000
Linear-by-Linear Association	16,784	1	,000
N of Valid Cases	407		

Άρα απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 4 και η κατεύθυνση είναι μεταξύ τους εξαρτημένες.



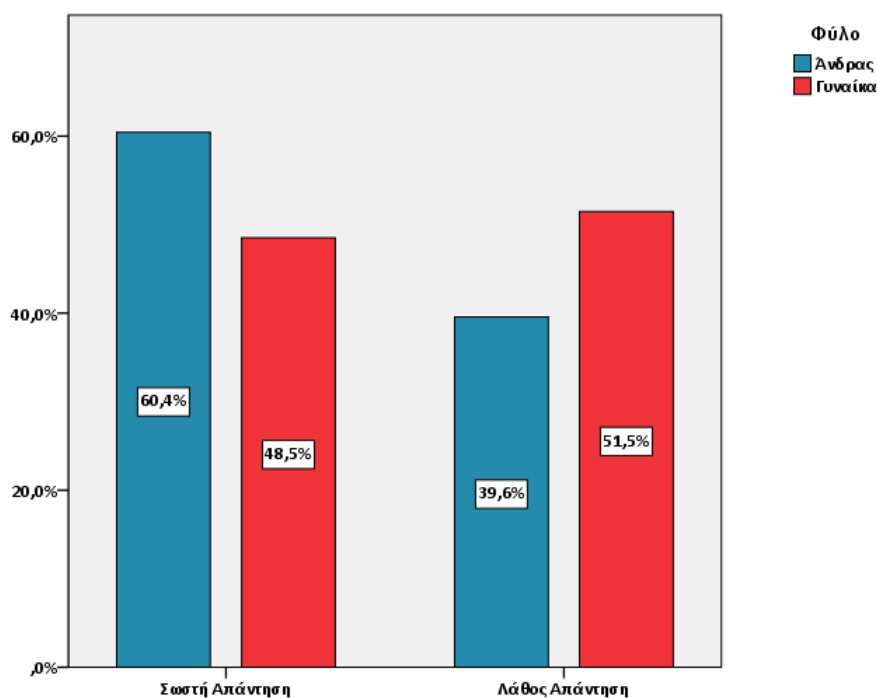
**Ερώτηση 5:** Η περιστροφή της Γης προκαλεί μεγάλη διακύμανση στην ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει σε συγκεκριμένη τοποθεσία κατά τη διάρκεια μιας ημέρας.



Σχήμα 69 : Ποσοστά απαντήσεων Ερώτησης 5 (Περιβάλλοντικής Φυσικής)

Η ερώτηση 5 προκαλεί ιδιαίτερο ενδιαφέρον αφού σε μια σχετικά χαμηλής δυσκολίας ερώτηση μόνο οι μισοί σπουδαστές κατανοούν ότι η περιστροφή της Γης προκαλεί διακύμανση της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας. Επίσης σχεδόν το ένα τρίτο των σπουδαστών δεν γνωρίζει ότι η περιστροφή της Γης δηλαδή η εναλλαγή ημέρας – νύχτας μεταβάλλει τις τιμές της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας. Τέλος, το 15,5% των φοιτητών θεωρεί ότι η εναλλαγή ημέρας νύχτας δεν επηρεάζει καθόλου την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας.

α) Ανάλυση ως προς το Φύλο :



Σχήμα 70 : Ποσοστά Σωστών-Λάθος απαντήσεων Ερώτησης 5 ως προς το Φύλο

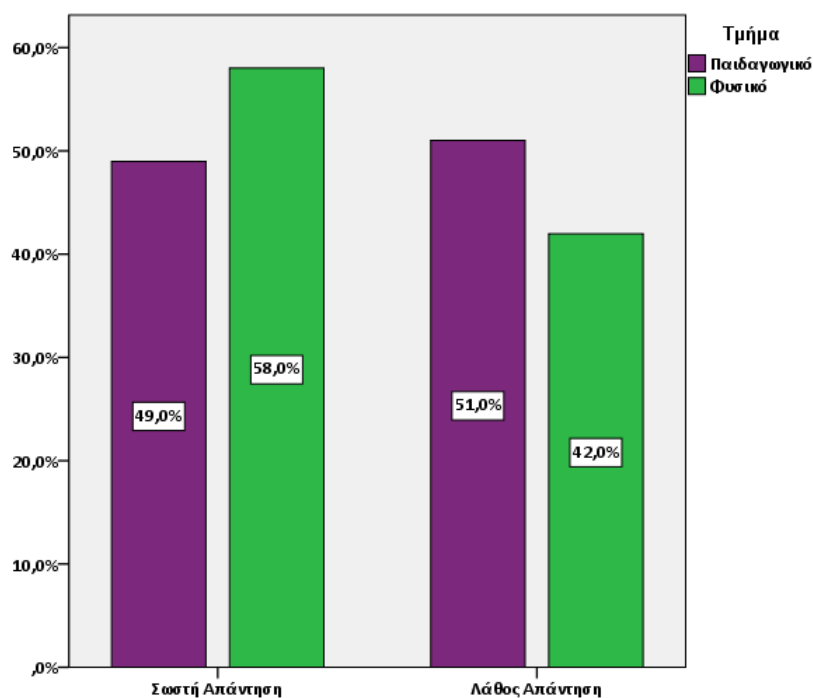
Στο παραπάνω ραβδόγραμμα Σωστής - Λάθος Απάντησης βλέπουμε ότι οι άνδρες αναγνωρίζουν σε μεγαλύτερο ποσοστό ότι η περιστροφή της Γης προκαλεί διακύμανση στην ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια μιας ημέρας. Για να επιβεβαιώσουμε την εξάρτηση της ερώτησης με το φύλο χρησιμοποιούμε το τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται παρακάτω και παρατηρούμε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,022$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με το φύλο.

Πίνακας 55 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 5 ως προς το Φύλο

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	5,220 <sup>a</sup>	1	,022		
Continuity Correction <sup>b</sup>	4,752	1	,029		
Likelihood Ratio	5,250	1	,022		
Fisher's Exact Test				,028	,014
Linear-by-Linear Association	5,207	1	,023		
N of Valid Cases	407				

Άρα απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 5 και το φύλο είναι μεταξύ τους εξαρτημένα.

β) Ανάλυση ως προς το Τμήμα :



Σχήμα 71 : Ποσοστά Σωστών-Λάθος απαντήσεων Ερώτησης 5 ως προς το Τμήμα

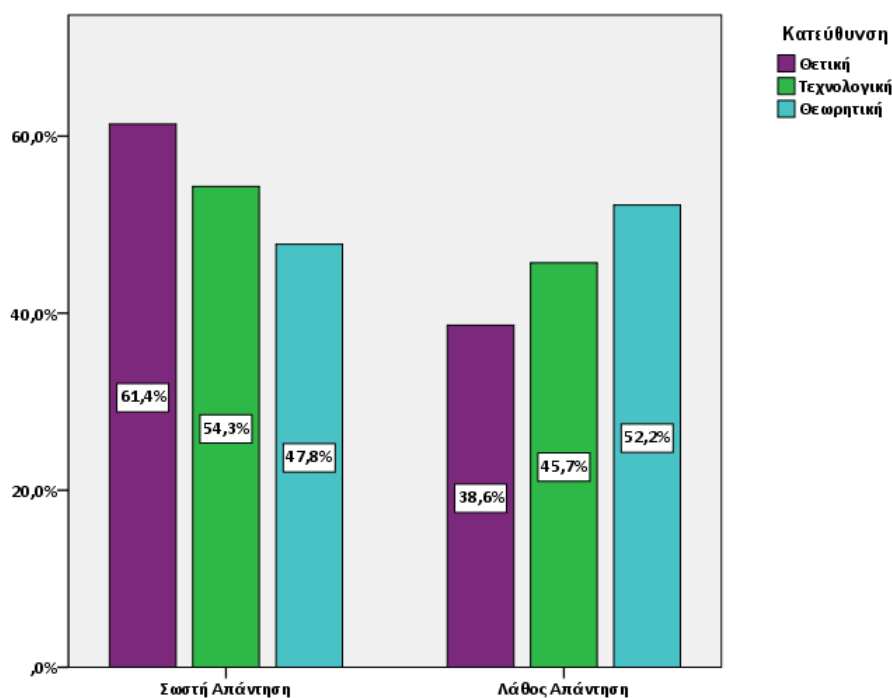
Στο ραβδόγραμμα Σωστών - Λάθος Απαντήσεων της ερώτησης 5 ως προς το τμήμα φαίνεται ότι οι φοιτητές των δύο τμημάτων αναγνωρίζουν σε παρόμοια ποσοστά τη σωστή απάντηση. Για να εξετάσουμε την εξάρτηση της ερώτησης ως προς το φύλο χρησιμοποιούμε το τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται στη συνέχεια και παρατηρούμε ότι έστω και οριακά δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,074$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με το τμήμα που βρίσκεται ο κάθε φοιτητής.

Πίνακας 56 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 5 ως προς το Τμήμα

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	3,200 <sup>a</sup>	1	<b>,074</b>		
Continuity Correction <sup>b</sup>	2,847	1	,092		
Likelihood Ratio	3,209	1	,073		
Fisher's Exact Test				,085	,046
Linear-by-Linear Association	3,192	1	,074		
N of Valid Cases	407				

Άρα δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 5 και το τμήμα είναι μεταξύ τους ανεξάρτητα.

γ) Ανάλυση ως προς την Κατεύθυνση :



Σχήμα 72 : Ποσοστά Σωστών-Λάθος απαντήσεων Ερώτησης 5 ως προς την Κατεύθυνση

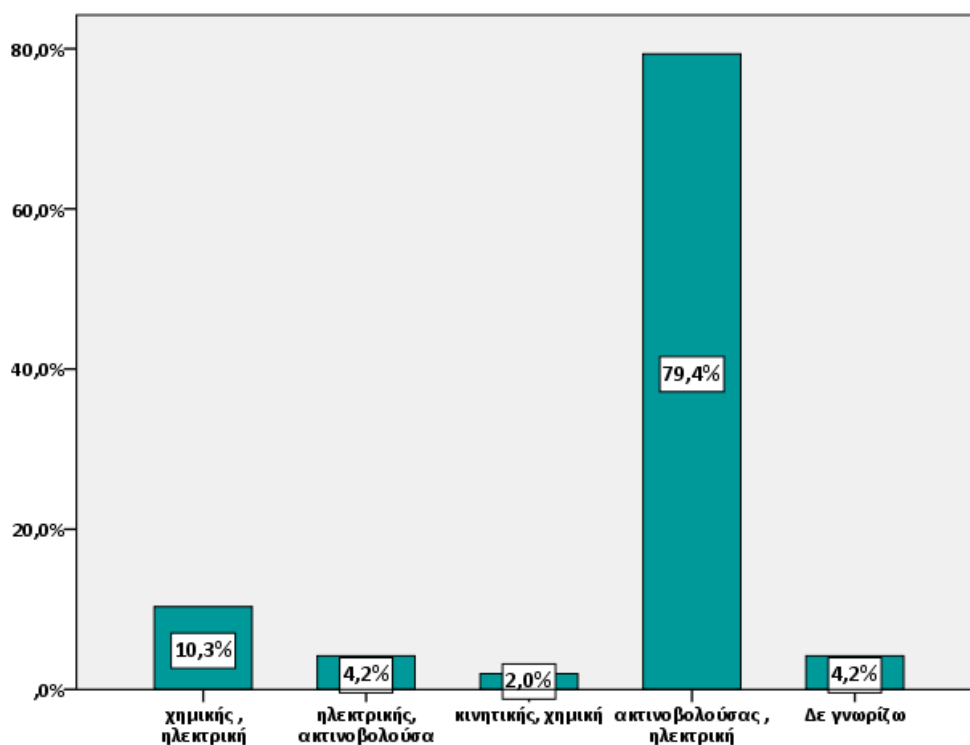
Το παραπάνω ραβδόγραμμα Σωστής - Λάθος Απάντησης απεικονίζει ότι οι φοιτητές αναγνωρίζουν τη Σωστή Απάντηση της ερώτησης 5 και κυρίως όσοι έχουν ακολουθήσει τη θετική κατεύθυνση ως μαθητές στο λύκειο. Η χρήση όμως του τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται παρακάτω μας δείχνει ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,094$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με την κατεύθυνση που ακολούθησε ο κάθε φοιτητής.

Πίνακας 57 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 5 ως προς την Κατεύθυνση

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	4,736 <sup>a</sup>	2	<b>,094</b>
Likelihood Ratio	4,764	2	,092
Linear-by-Linear Association	4,722	1	,030
N of Valid Cases	407		

Άρα δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 5 και η κατεύθυνση είναι μεταξύ τους ανεξάρτητες.

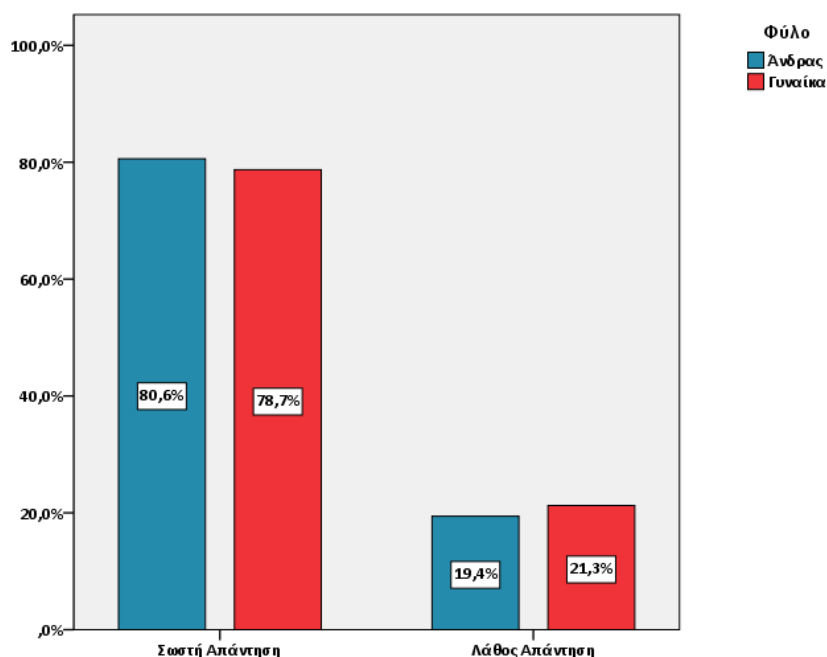
**Ερώτηση 6 :** Σε ένα ηλιακό πάνελ (φωτοβολταϊκό) γίνεται μετατροπή της \_\_\_\_\_ ενέργειας σε \_\_\_\_\_ ενέργεια.



Σχήμα 73 : Ποσοστά απαντήσεων Ερώτησης 6 (Περιβάλλοντικής Φυσικής)

Η ερώτηση 6 αποδείχτηκε ιδιαίτερα απλή για φοιτητές αφού σχεδόν το 80% απάντησε ότι το φωτοβολταϊκό πάνελ μετατρέπει την ακτινοβολούσα ενέργεια σε ηλεκτρική. Εντύπωση προκαλεί ένα ποσοστό 10,3% που θεωρεί ότι τα ηλιακά πάνελ μετατρέπουν τη χημική ενέργεια σε ηλεκτρική. Μικρά ποσοστά (κάτω από 5%) κατέχει η επιλογή δε γνωρίζω ενώ παρόμοιο ποσοστό αντιλαμβάνεται ότι το φωτοβολταϊκό ακολουθεί την αντίστροφη λειτουργία δηλαδή ότι μετετρέπεται η ηλεκτρική ενέργεια σε ακτινοβολούσα.

α) Ανάλυση ως προς το Φύλο :



Σχήμα 74 : Ποσοστά Σωστών-Λάθος απαντήσεων Ερώτησης 6 ως προς το Φύλο

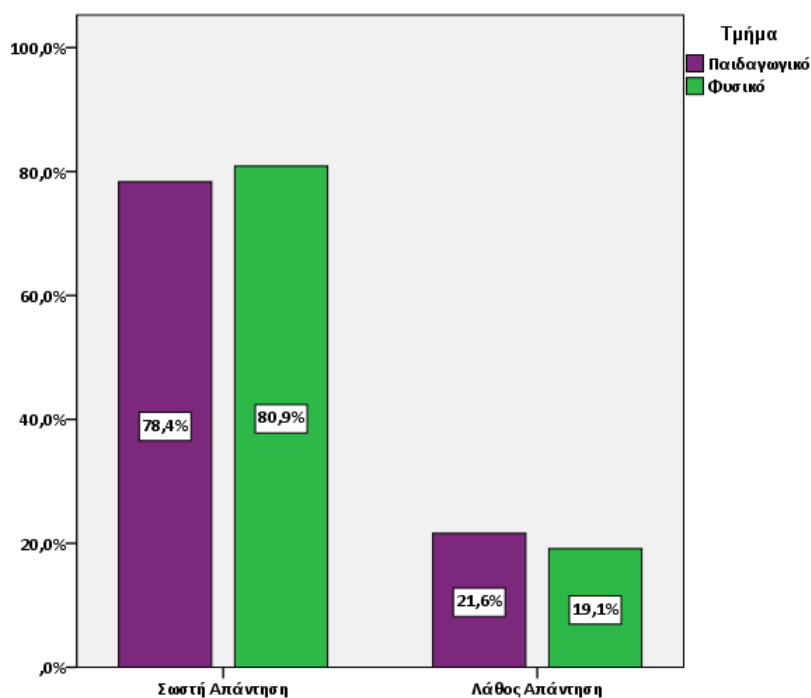
Στο ραβδόγραμμα Σωστής - Λάθος Απάντησης είναι εμφανές ότι και τα δύο φύλα αναγνωρίζουν εύκολα ποια μετατροπή ενέργειας λαμβάνει χώρα σε ένα ηλιακό πάνελ (φωτοβολταϊκό). Χρησιμοποιώντας το τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που βλέπουμε στη συνέχεια παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,663$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με το φύλο.

Πίνακας 58 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 6 ως προς το Φύλο

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	,190 <sup>a</sup>	1	<b>,663</b>		
Continuity Correction <sup>b</sup>	,094	1	,759		
Likelihood Ratio	,191	1	,662		
Fisher's Exact Test				,700	,382
Linear-by-Linear Association	,190	1	,663		
N of Valid Cases	407				

Άρα δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 6 και το φύλο είναι μεταξύ τους ανεξάρτητα.

β) Ανάλυση ως προς το Τμήμα :



Σχήμα 75 : Ποσοστά Σωστών-Λάθος απαντήσεων Ερώτησης 6 ως προς το Τμήμα

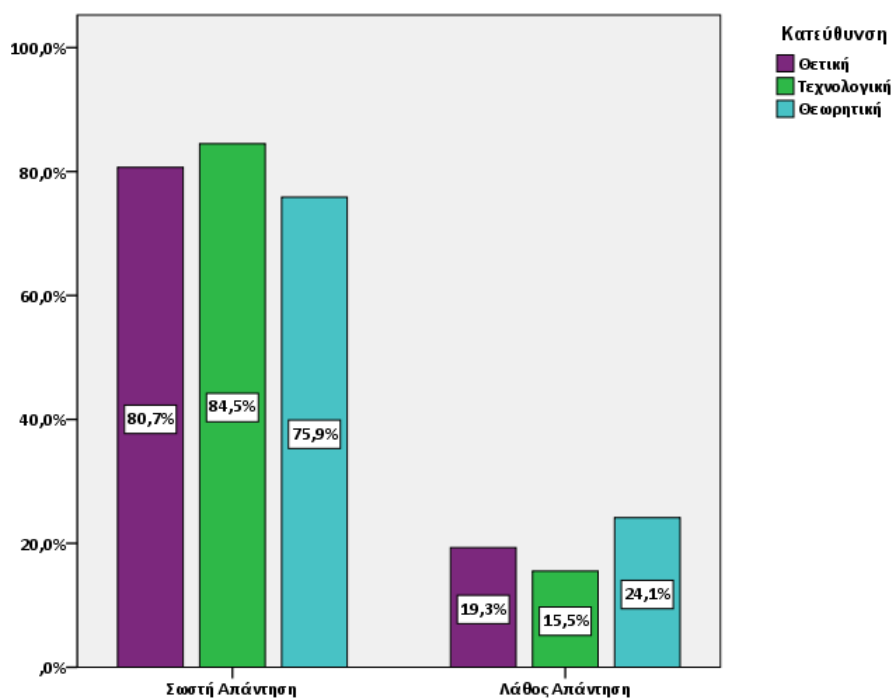
Το ραβδόγραμμα Σωστών - Λάθος Απαντήσεων της ερώτησης 6 δείχνει ότι οι φοιτητές και των δύο τμημάτων αναγνωρίζουν σε παρόμοιο βαθμό τη σωστή απάντηση. Για να ελέγξουμε την εξάρτηση ως προς το τμήμα χρησιμοποιούμε το τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται στη συνέχεια και βλέπουμε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,542$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με το τμήμα που βρίσκεται ο κάθε φοιτητής.

Πίνακας 59 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 6 ως προς το Τμήμα

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	,371 <sup>a</sup>	1	<b>,542</b>		
Continuity Correction <sup>b</sup>	,234	1	,628		
Likelihood Ratio	,374	1	,541		
Fisher's Exact Test				,617	,316
Linear-by-Linear Association	,370	1	,543		
N of Valid Cases	407				

Άρα δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 6 και το τμήμα είναι μεταξύ τους ανεξάρτητες.

γ) Ανάλυση ως προς την Κατεύθυνση :



Σχήμα 76 : Ποσοστά Σωστών-Λάθος απαντήσεων Ερώτησης 6 ως προς την Κατεύθυνση

Το ραβδόγραμμα Σωστής - Λάθος Απάντησης της ερώτησης 6 δείχνει ότι οι φοιτητές και των τριών κατευθύνσεων δεν δυσκολεύονται να αναγνωρίσουν τη Σωστή Απάντηση της ερώτησης 6. Η χρήση του τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται στον παρακάτω πίνακα μας δείχνει ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,177$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με την κατεύθυνση που ακολούθησε ο κάθε ερωτώμενος.

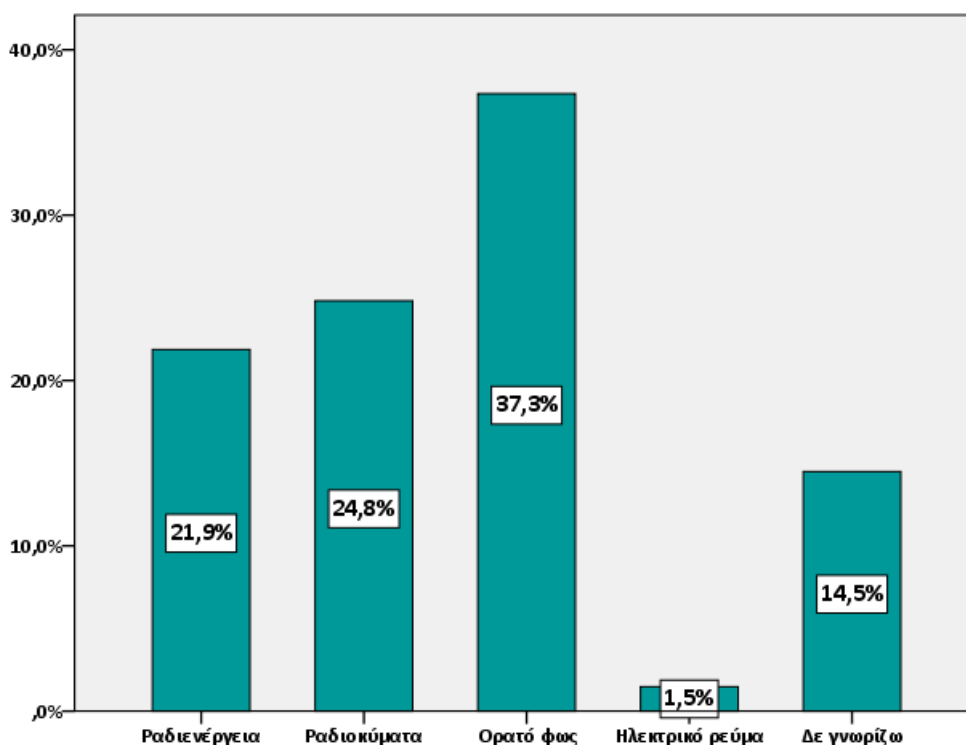
Πίνακας 60 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 6 ως προς την Κατεύθυνση

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	3,469 <sup>a</sup>	2	,177
Likelihood Ratio	3,544	2	,170
Linear-by-Linear Association	1,609	1	,205
N of Valid Cases	407		

Άρα δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 6 και η κατεύθυνση είναι μεταξύ τους ανεξάρτητες.



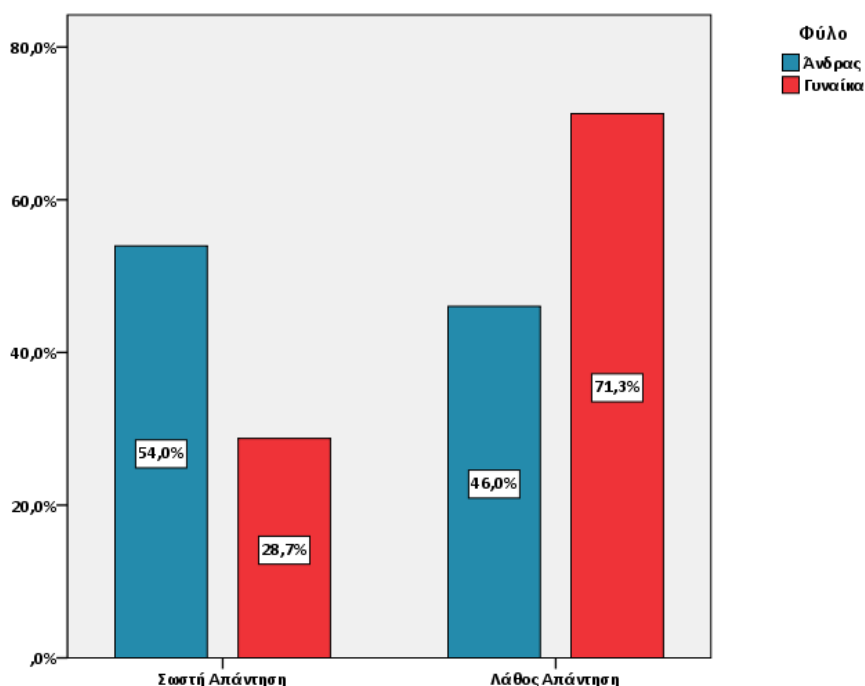
**Ερώτηση 7:** Η μεγαλύτερη ποσότητα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που φθάνει στην επιφάνεια της Γης από τον Ήλιο περιέχει :



Σχήμα 77 : Ποσοστά απαντήσεων Ερώτησης 7 (Περιβάλλοντικής Φυσικής)

Η ερώτηση 7 προκάλεσε ιδιαίτερη σύγχυση στους φοιτητές αφού σχεδόν όλες οι επιλογές του ερωτηματολογίου κατέλαβαν αξιόλογα ποσοστά. Το μεγαλύτερο ποσοστό πήρε η σωστή επιλογή δηλαδή ότι η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία του Ηλίου περιέχει το ορατό φως. Ενάλλακτικές ιδέες των φοιτητών προκύπτουν από την αντίληψή ότι η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που φτάνει στη Γη από τον Ήλιο περιέχει ραδιενέργεια (21,9%) καθώς και ραδιοκυμάτων (24,8%). Τέλος το 14,5% των ερωτώμενων δε γνωρίζει καθόλου την ύπαρξη του ορατού φωτός στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία του Ηλίου.

α) Ανάλυση ως προς το Φύλο :



Σχήμα 78 : Ποσοστά Σωστών-Λάθος απαντήσεων Ερώτησης 7 ως προς το Φύλο

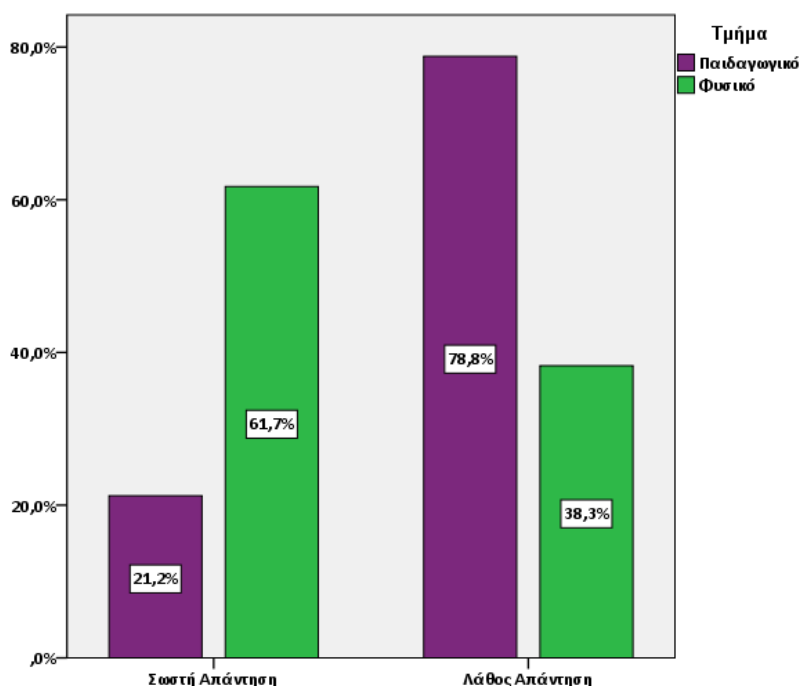
Από το ραβδόγραμμα Σωστής - Λάθος απάντησης είναι εμφανές ότι οι άνδρες αναγνωρίζουν αρκετά πιο εύκολα (54,0% σωστή απάντηση) ότι η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που φθάνει στην επιφάνεια της Γης από τον Ήλιο περιέχει το ορατό φως σε αντίθεση με τις γυναίκες (28,7% σωστή απάντηση). Για να επιβεβαιώσουμε την εξάρτηση χρησιμοποιούμε το τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται παρακάτω και παρατηρούμε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,000$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με το φύλο.

Πίνακας 61 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 7 ως προς το Φύλο

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	24,891 <sup>a</sup>	1	<b>,000</b>		
Continuity Correction <sup>b</sup>	23,824	1	,000		
Likelihood Ratio	24,592	1	,000		
Fisher's Exact Test				,000	,000
Linear-by-Linear Association	24,830	1	,000		
N of Valid Cases	407				

Άρα απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 7 και το φύλο είναι μεταξύ τους εξαρτημένα.

β) Ανάλυση ως προς το Τμήμα :



Σχήμα 79 : Ποσοστά Σωστών-Λάθος απαντήσεων Ερώτησης 7 ως προς το Τμήμα

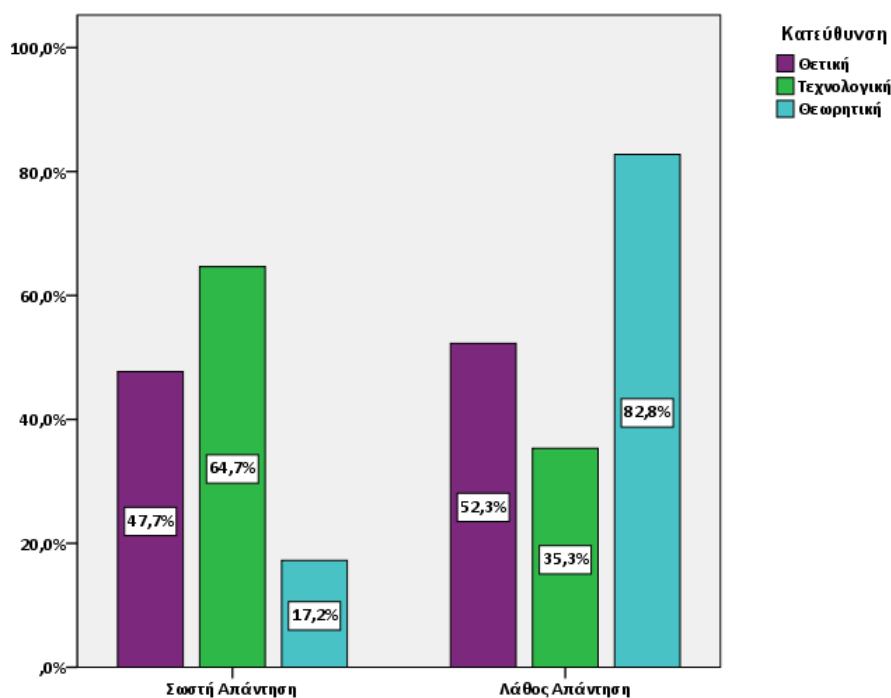
Στο παραπάνω ραβδόγραμμα Σωστών - Λάθος απαντήσεων της ερώτησης 7 φαίνεται ότι οι φοιτητές των δύο τμημάτων αναγνωρίζουν σε διαφορετικό βαθμό τη σωστή απάντηση, με τους φοιτητές του τμήματος Φυσικής σημειώνουν αρκετά υψηλότερα ποσοστά σωστών απαντήσεων σε σχέση με τους φοιτητές του Παιδαγωγικού Τμήματος. Για να επιβεβαιώσουμε την εξάρτηση χρησιμοποιούμε το τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται στη συνέχεια και παρατηρούμε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,000$  στην επιλογή της σωστής απάντησης σε σχέση με το τμήμα που βρίσκεται ο κάθε φοιτητής.

Πίνακας 62 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 7 ως προς το Τμήμα

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	68,373 <sup>a</sup>	1	,000		
Continuity Correction <sup>b</sup>	66,653	1	,000		
Likelihood Ratio	68,999	1	,000		
Fisher's Exact Test				,000	,000
Linear-by-Linear Association	68,205	1	,000		
N of Valid Cases	407				

Άρα απορρίπτουμε τη μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 7 και το τμήμα είναι μεταξύ τους εξαρτημένα.

γ) Ανάλυση ως προς την Κατεύθυνση :



Σχήμα 80 : Ποσοστά Σωστών-Λάθος απαντήσεων Ερώτησης 7 ως προς την Κατεύθυνση

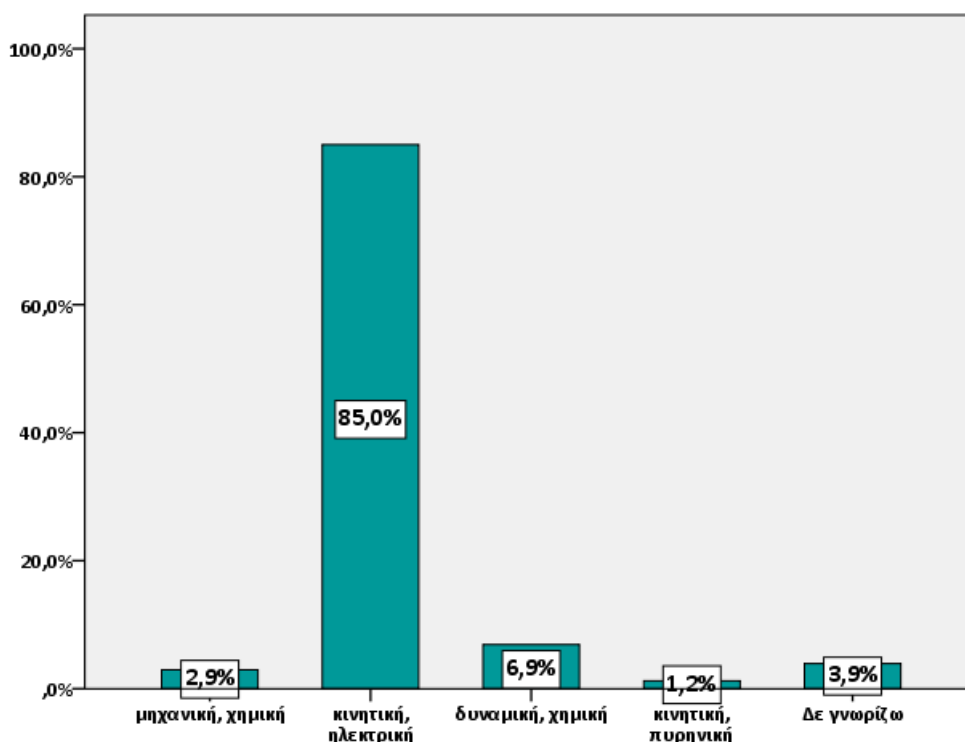
Το παραπάνω ραβδόγραμμα των Σωστών - Λάθος απαντήσεων της ερώτησης 7 απεικονίζει ότι οι φοιτητές της θεωρητικής κατεύθυνσης δυσκολεύονται να αναγνωρίσουν τη Σωστή Απάντηση της ερώτησης, σε αντίθεση με τους φοιτητές που έχουν ακολουθήσει την τεχνολογική ή την θετική κατεύθυνση και εμφανίζονται να γνωρίζουν καλύτερα την σωστή απάντηση. Η χρήση του τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται παρακάτω μας δείχνει ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,000$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με την κατεύθυνση που ακολούθησε το κάθε σπουδαστής.

Πίνακας 63 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 7 ως προς την Κατεύθυνση

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	76,092 <sup>a</sup>	2	,000
Likelihood Ratio	78,726	2	,000
Linear-by-Linear Association	41,144	1	,000
N of Valid Cases	407		

Άρα απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 7 και η κατεύθυνση είναι μεταξύ τους εξαρτημένες.

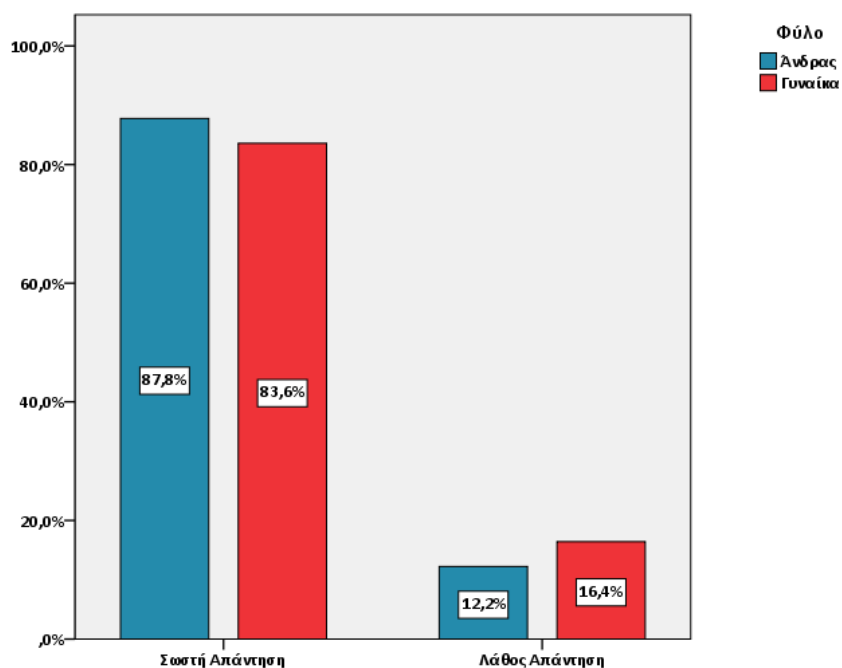
**Ερώτηση 8:** Η ανεμογεννήτρια είναι μια διάταξη η οποία μετατρέπει (εκμεταλλεύεται) την \_\_\_\_\_ ενέργεια του ανέμου σε \_\_\_\_\_ ενέργεια.



Σχήμα 81 : Ποσοστά απαντήσεων Ερώτησης 8 (Περιβάλλοντικής Φυσικής)

Η ερώτηση 8 αποδείχτηκε εύκολη για τους φοιτητές αφού η συντριπτική πλειοψηφία γνωρίζει τις μετατροπές ενέργειας που συμβαίνουν σε μια ανεμογεννήτρια δηλαδή ότι εκμεταλλευόμαστε την κινητική ενέργεια του ανέμου με στόχο την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι ένα ποσοστό 15% δεν αναγνωρίζει ποιες μορφές ενέργειας λαμβάνουν χώρα σε μια διάταξη που εκμεταλλεύεται την αιολική ενέργεια με όλες τις υπόλοιπες επιλογές να καταλαμβάνουν ασήμαντα ποσοστά.

α) Ανάλυση ως προς το Φύλο :



Σχήμα 82 : Ποσοστά Σωστών-Λάθους απαντήσεων Ερώτησης 8 ως προς το Φύλο

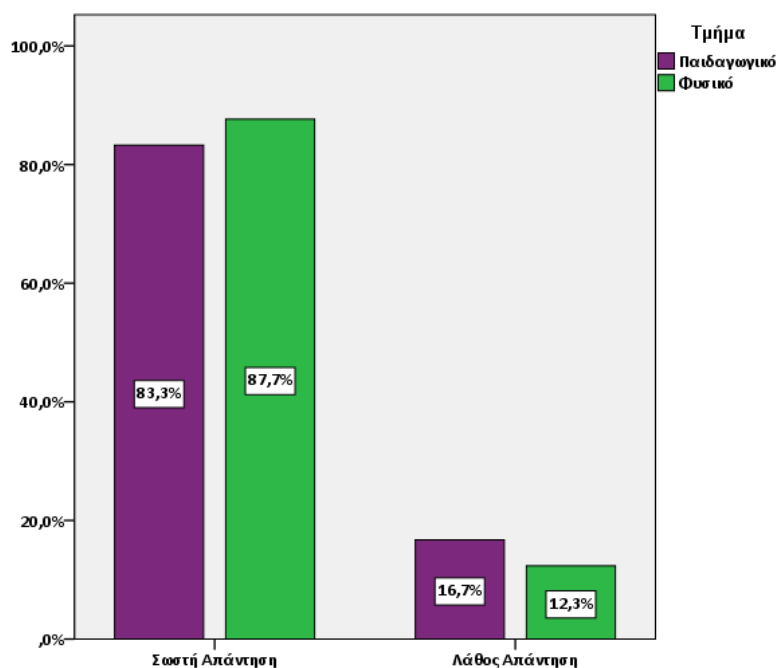
Στο ραβδόγραμμα Σωστή - Λάθος απάντηση βλέπουμε ότι οι άνδρες και οι γυναίκες αναγνωρίζουν εύκολα ότι η ανεμογεννήτρια εκμεταλλεύεται την κινητική ενέργεια του ανέμου για την παραγωγή του ηλεκτρικού ρεύματος και μάλιστα σε παραπλήσια ποσοστά. Για να εξετάσουμε την εξάρτηση της Ερώτησης ως προς το φύλο χρησιμοποιούμε το τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται παρακάτω και παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,262$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με το φύλο.

Πίνακας 64 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 8 ως προς το Φύλο

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	1,260 <sup>a</sup>	1	,262		
Continuity Correction <sup>b</sup>	,953	1	,329		
Likelihood Ratio	1,295	1	,255		
Fisher's Exact Test				,306	,165
Linear-by-Linear Association	1,257	1	,262		
N of Valid Cases	407				

Άρα δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 8 και το φύλο είναι μεταξύ τους ανεξάρτητα.

β) Ανάλυση ως προς το Τμήμα :



Σχήμα 83 : Ποσοστά Σωστών-Λάθους απαντήσεων Ερώτησης 8 ως προς το Τμήμα

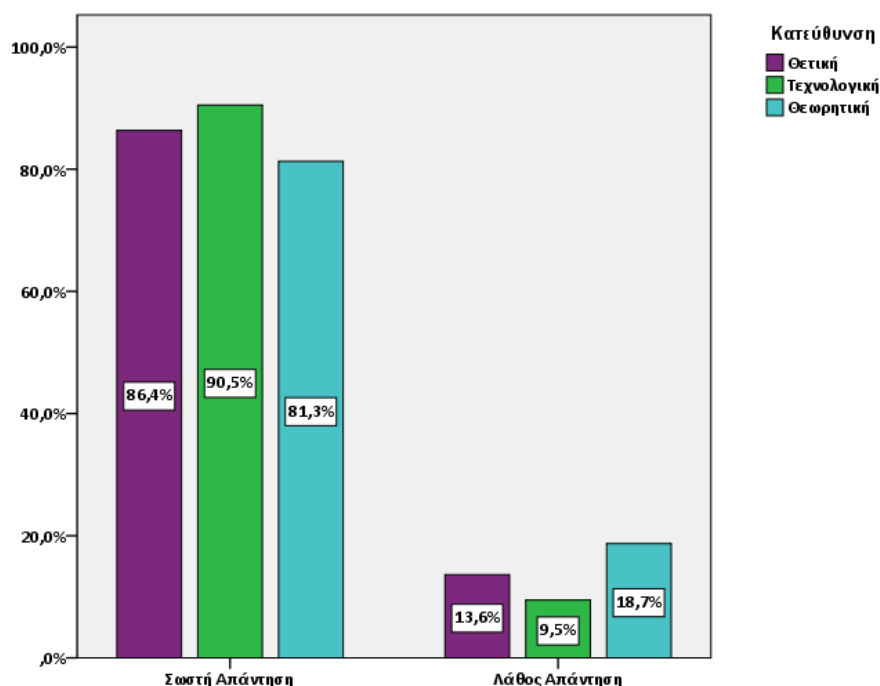
Στο παραπάνω ραβδόγραμμα Σωστών - Λάθος απαντήσεων της ερώτησης 8 φαίνεται ότι οι φοιτητές και των δύο τμημάτων αναγνωρίζουν σε παρόμοιο βαθμό τη σωστή απάντηση. Για να επιβεβαιώσουμε τον ισχυρισμό περί ανεξαρτησίας χρησιμοποιούμε το τεστ  $\chi^2$  που φαίνεται στον παρακάτω πίνακα και παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,225$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με το τμήμα που σπουδάζει ο κάθε φοιτητής.

Πίνακας 65 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 8 ως προς το Τμήμα

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	1,474 <sup>a</sup>	1	,225		
Continuity Correction <sup>b</sup>	1,150	1	,284		
Likelihood Ratio	1,504	1	,220		
Fisher's Exact Test				,258	,142
Linear-by-Linear Association	1,471	1	,225		
N of Valid Cases	407				

Άρα απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 9 και το τμήμα είναι μεταξύ τους εξαρτημένα.

γ) Ανάλυση ως προς την Κατεύθυνση :



Σχήμα 84 : Ποσοστά Σωστών-Λάθος απαντήσεων Ερώτησης 8 ως προς την Κατεύθυνση

Στο παραπάνω ραβδόγραμμα Σωστής - Λάθος Απάντησης της ερώτησης 8 ως προς την κατεύθυνση βλέπουμε ότι οι φοιτητές αναγνωρίζουν τη Σωστή Απάντηση και μάλιστα σε σχεδόν ίδια ποσοστά. Η χρήση του τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται παρακάτω μας δείχνει ότι έστω και οριακά δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,078$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με την κατεύθυνση που ακολούθησε το κάθε άτομο που συμπλήρωσε το ερωτηματολόγιο.

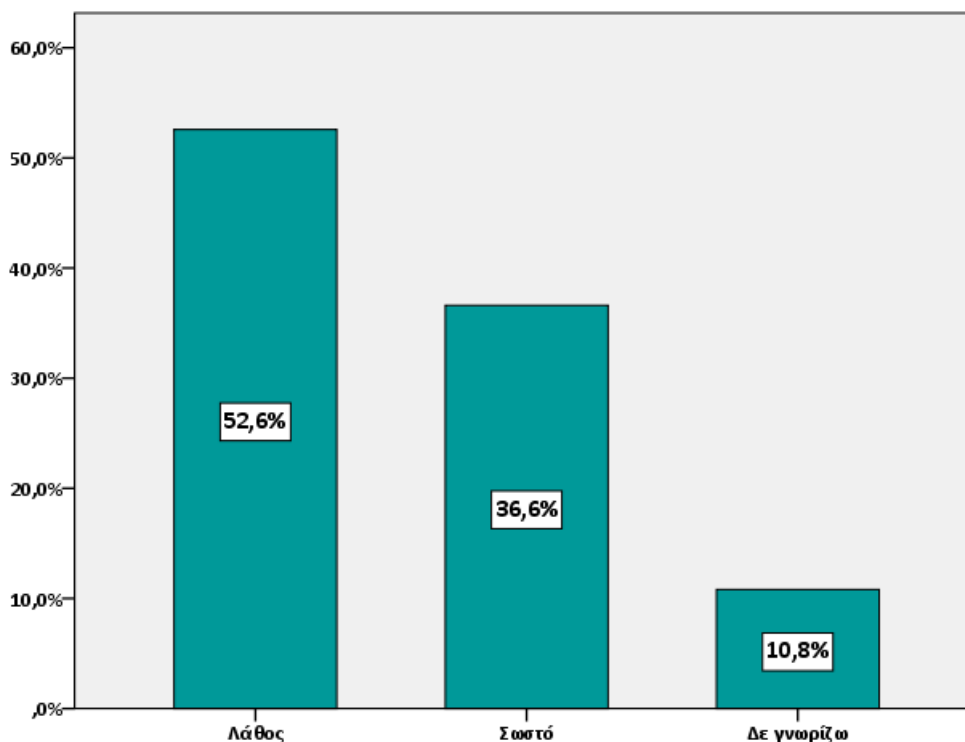
Πίνακας 66 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 8 ως προς την Κατεύθυνση

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	5,104 <sup>a</sup>	2	,078
Likelihood Ratio	5,319	2	,070
Linear-by-Linear Association	2,326	1	,127
N of Valid Cases	407		

Άρα απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 9 και η κατεύθυνση είναι μεταξύ τους εξαρτημένες.



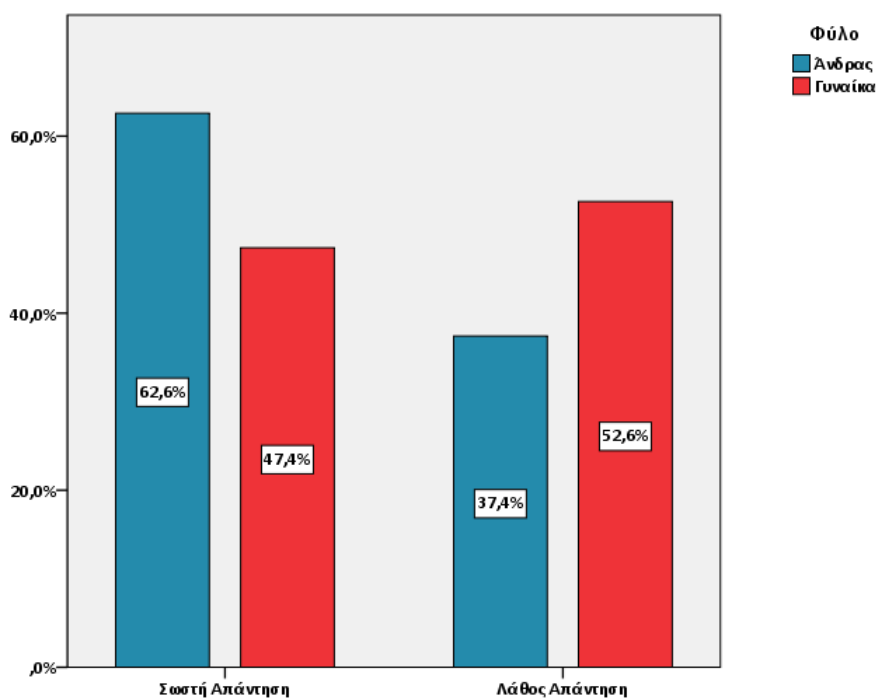
**Ερώτηση 9:** Η ηλιακή και η αιολική ενέργεια μετατρέπονται χωρίς απώλειες σε ηλεκτρική ενέργεια με τη χρήση ενός ηλιακού πάνελ και μιας ανεμογεννήτριας αντίστοιχα.



Σχήμα 85 : Ποσοστά απαντήσεων Ερώτησης 9 (Περιβάλλοντικής Φυσικής)

Η ερώτηση 9 παρουσιάζει έντονο ενδιαφέρον αφού το ένα τρίτο των σπουδαστών (ποσοστό 36,6%) θεωρεί ότι οι μετατροπές ενέργειας που συμβαίνουν στα συστήματα εκμετάλλευσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας συνδυάζονται με μηδενικές απώλειες ενέργειας με αποτέλεσμα να εκμεταλλευόμαστε εξ ολοκλήρου όλο το εισερχόμενο δυναμικό. Ενθαρρυντικό είναι το γεγονός ότι σχεδόν οι μισοί φοιτητές (ποσοστό 52,6%) κατανοούν ότι δεν μπορεί να υπάρξει μετατροπή ενέργειας χωρίς απώλειες (2<sup>ος</sup> θερμοδυναμικός νόμος).

α) Ανάλυση ως προς το Φύλο :



Σχήμα 86 : Ποσοστά Σωστών-Λάθους απαντήσεων Ερώτησης 9 ως προς το Φύλο

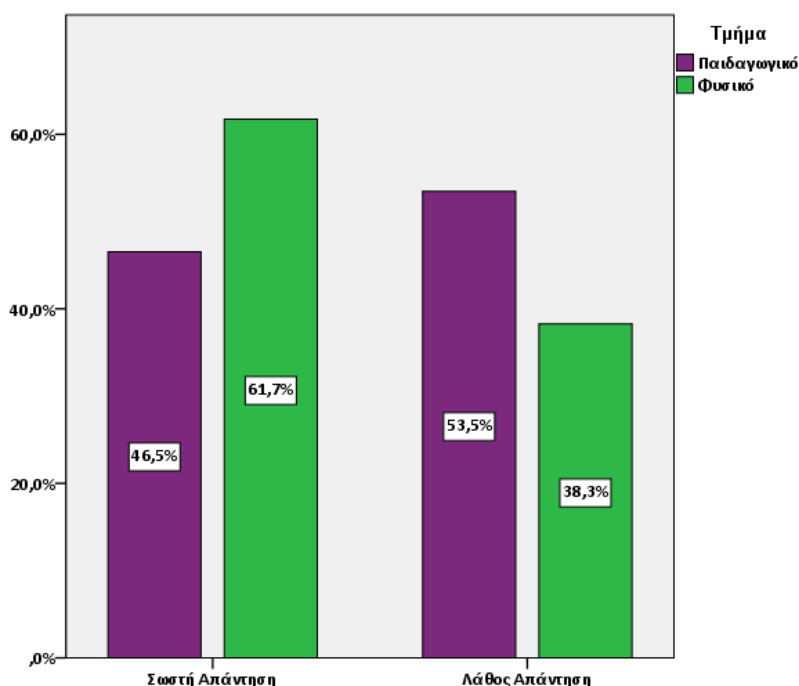
Στο παραπάνω ραβδόγραμμα Σωστής - Λάθος Απάντησης ως προς το φύλο παρατηρούμε ότι οι άνδρες αναγνωρίζουν πιο εύκολα (62,6% σωστή απάντηση) ότι η ηλιακή και η αιολική ενέργεια μετατρέπονται σε ηλεκτρική ενέργεια με απώλειες ενέργειας σε αντίθεση με τις γυναίκες οι οποίες δυσκολεύονται περισσότερο (47,4% σωστή απάντηση). Για να εξετάσουμε την εξάρτηση χρησιμοποιούμε το τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται παρακάτω και βλέπουμε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,004$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με το φύλο.

Πίνακας 67 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 9 ως προς το Φύλο

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	8,483 <sup>a</sup>	1	<b>,004</b>		
Continuity Correction <sup>b</sup>	7,885	1	,005		
Likelihood Ratio	8,556	1	,003		
Fisher's Exact Test				,005	,002
Linear-by-Linear Association	8,462	1	,004		
N of Valid Cases	407				

Άρα απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 9 και το φύλο είναι μεταξύ τους εξαρτημένα.

β) Ανάλυση ως προς το Τμήμα :



Σχήμα 87 : Ποσοστά Σωστών-Λάθος απαντήσεων Ερώτησης 9 ως προς το Τμήμα

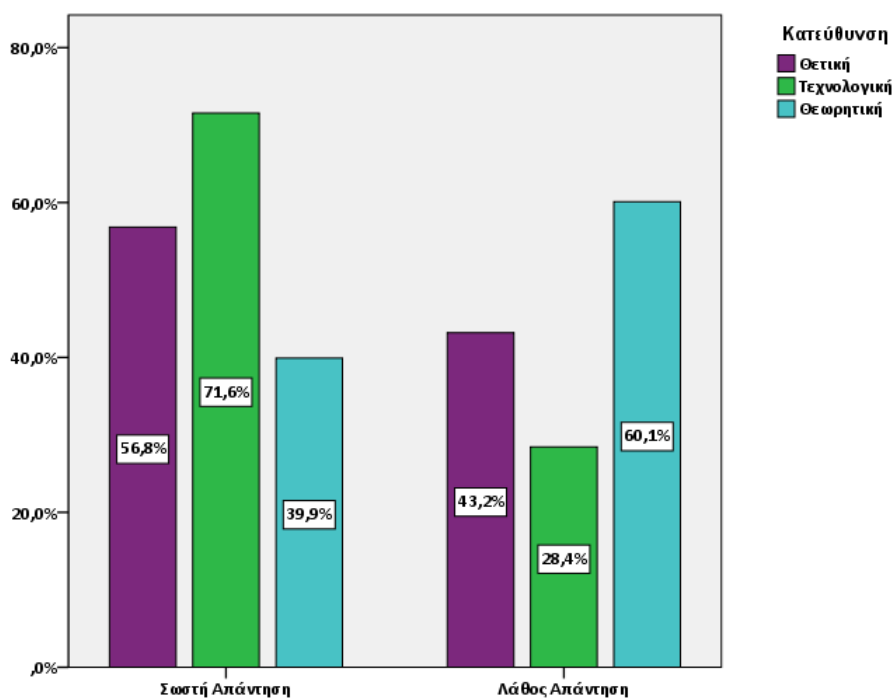
Το ραβδόγραμμα Σωστών - Λάθος Απαντήσεων της ερώτησης 9 ως προς το τμήμα μας δείχνει ότι οι φοιτητές του τμήματος Φυσικής αντιλαμβάνονται καλύτερα ότι δεν υπάρχει μετατροπή ενέργειας χωρίς απώλειες ενέργειας σε σχέση με τους φοιτητές του Παιδαγωγικού Τμήματος που σημειώνουν χαμηλότερα ποσοστά επιτυχίας. Για επιβεβαίωση της εξάρτησης χρησιμοποιούμε το τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται παρακάτω και βλέπουμε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,003$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με το τμήμα που βρίσκεται ο κάθε φοιτητής.

Πίνακας 68 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 9 ως προς το Τμήμα

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	9,034 <sup>a</sup>	1	<b>,003</b>		
Continuity Correction <sup>b</sup>	8,434	1	,004		
Likelihood Ratio	9,094	1	,003		
Fisher's Exact Test				,003	,002
Linear-by-Linear Association	9,011	1	,003		
N of Valid Cases	407				

Άρα απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 9 και το τμήμα είναι μεταξύ τους εξαρτημένα.

γ) Ανάλυση ως προς την Κατεύθυνση :



Σχήμα 88 : Ποσοστά Σωστών-Λάθος απαντήσεων Ερώτησης 9 ως προς την Κατεύθυνση

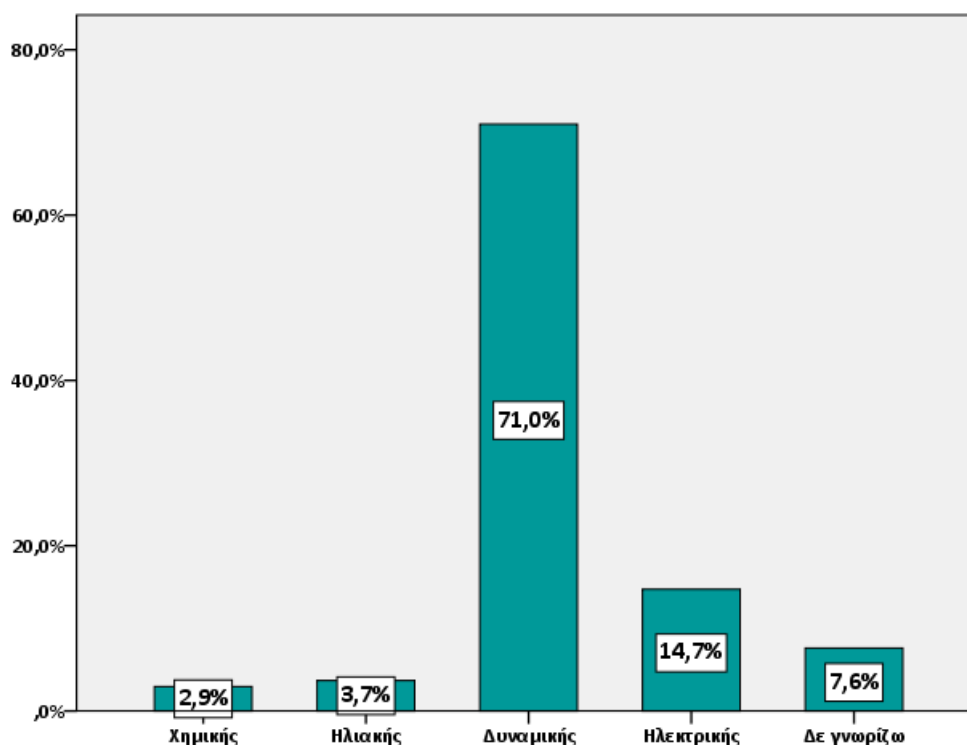
Από το ραβδόγραμμα Σωστής - Λάθος απάντησης της ερώτησης 9 σε σχέση με την κατεύθυνση παρατηρούμε ότι οι φοιτητές που ακολούθησαν την τεχνολογική ή τη θετική κατεύθυνση σημειώνουν μεγαλύτερο πλήθος σωστών επιλογών σε σύγκριση με αυτούς που ακολούθησαν τη θεωρητική κατεύθυνση. Η χρήση του τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται παρακάτω ελέγχει αν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά και αφού  $p=0,000$  η επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με την κατεύθυνση έχει εξάρτηση.

Πίνακας 69 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 9 ως προς την Κατεύθυνση

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	30,466 <sup>a</sup>	2	,000
Likelihood Ratio	31,170	2	,000
Linear-by-Linear Association	13,438	1	,000
N of Valid Cases	407		

Άρα απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 9 και η κατεύθυνση είναι μεταξύ τους εξαρτημένες.

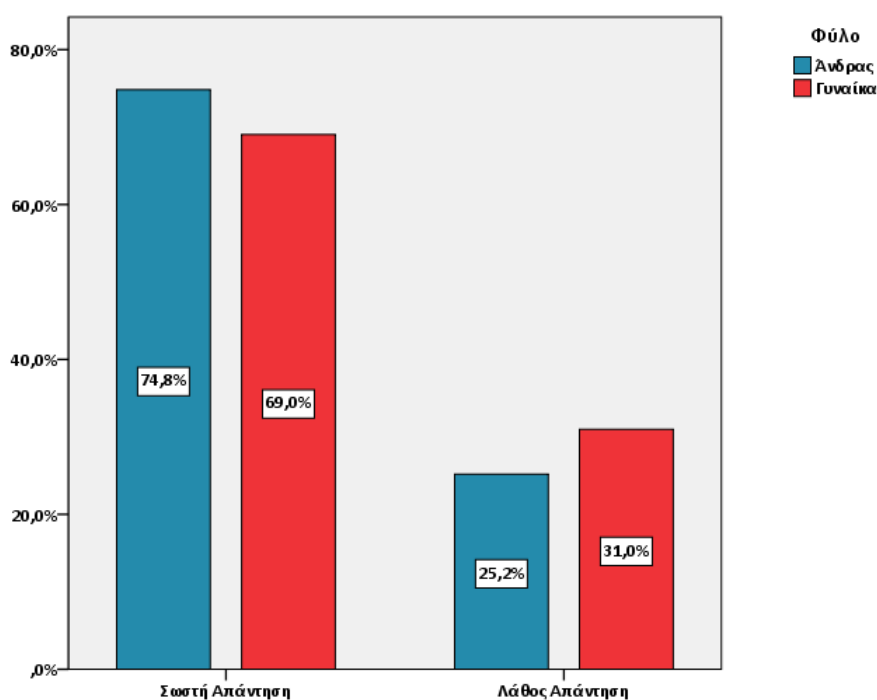
**Ερώτηση 10:** Στα υδροηλεκτρικά έργα κατασκευάζονται φράγματα με ανεβασμένη στάθμη υδάτων για την εκμετάλλευση της \_\_\_\_\_ ενέργειας του νερού.



Σχήμα 89 : Ποσοστά απαντήσεων Ερώτησης 10 (Περιβάλλοντικής Φυσικής)

Η ερώτηση 10 δεν δυσκόλεψε ιδιαίτερα τους σπουδαστές αφού 7 στους 10 αναγνωρίζει ότι στα υδροηλεκτρικά φράγματα εκμεταλλευόμαστε την δυναμική ενέργεια του νερού λόγω της υψηλής στάθμης. Εντύπωση προκαλεί ότι το 14,7% των ερωτώμενων που θεωρεί ότι εκμεταλλευόμαστε την ηλεκτρική ενέργεια των υδάτων. Μικρά ποσοστά καταλαμβάνουν οι υπόλοιπες επιλογές με αξιοσημείωτη την επιλογή «δε γνωρίζω» η οποία συγκεντρώνει ποσοστό 7,6%.

α) Ανάλυση ως προς το Φύλο :



Σχήμα 90 : Ποσοστά Σωστών-Λάθος απαντήσεων Ερώτησης 10 ως προς το Φύλο

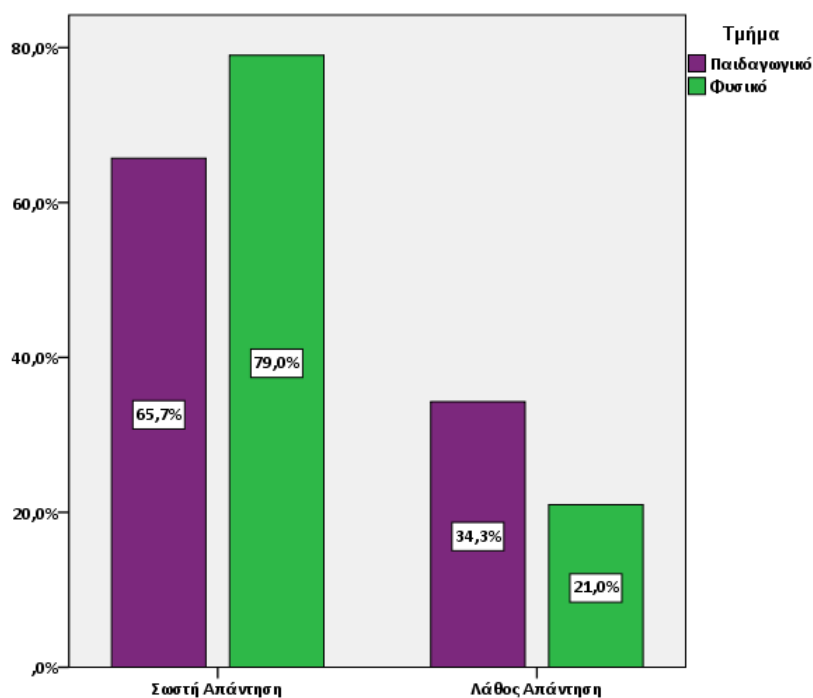
Από το ραβδόγραμμα Σωστή - Λάθος Απάντηση βλέπουμε ότι οι άνδρες και οι γυναίκες αναγνωρίζουν σε παρόμοια ποσοστά ποιο είδος ενέργειας εκμεταλλευόμαστε στα υδροηλεκτρικά έργα από την ανεβασμένη στάθμη του ύδατος. Για επιβεβαίωση χρησιμοποιούμε το τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται παρακάτω και παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,222$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με το φύλο.

Πίνακας 70 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 10 ως προς το Φύλο

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	1,491 <sup>a</sup>	1	,222		
Continuity Correction <sup>b</sup>	1,223	1	,269		
Likelihood Ratio	1,512	1	,219		
Fisher's Exact Test				,250	,134
Linear-by-Linear Association	1,487	1	,223		
N of Valid Cases	407				

Άρα δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 10 και το φύλο είναι μεταξύ τους ανεξάρτητα.

β) Ανάλυση ως προς το Τμήμα :



Σχήμα 91 : Ποσοστά Σωστών-Λάθος απαντήσεων Ερώτησης 10 ως προς το Τμήμα

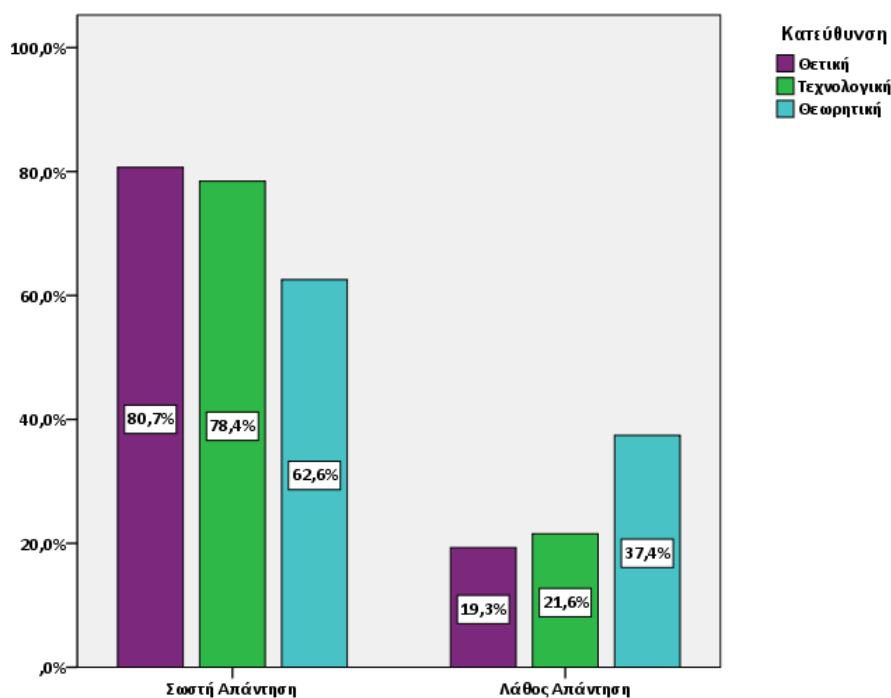
Στο παραπάνω ραβδόγραμμα Σωστών - Λάθος Απαντήσεων της ερώτησης 10 ως προς την κατεύθυνση φαίνεται ότι η πλειοψηφία των φοιτητών αναγνωρίζει τη σωστή απάντηση με τους φοιτητές του τμήματος Φυσικής να πετυχαίνουν ελαφρώς καλύτερα ποσοστά σωστών απαντήσεων. Για να ελέγξουμε την εξάρτηση χρησιμοποιούμε το τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται στον παρακάτω πίνακα και βλέπουμε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,004$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με το τμήμα που σπουδάζει ο κάθε φοιτητής.

Πίνακας 71 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 10 ως προς το Τμήμα

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	8,377 <sup>a</sup>	1	<b>,004</b>		
Continuity Correction <sup>b</sup>	7,743	1	,005		
Likelihood Ratio	8,602	1	,003		
Fisher's Exact Test				,004	,002
Linear-by-Linear Association	8,356	1	,004		
N of Valid Cases	407				

Άρα απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 10 και το τμήμα είναι μεταξύ τους εξαρτημένα.

γ) Ανάλυση ως προς την Κατεύθυνση :



Σχήμα 92 : Ποσοστά Σωστών-Λάθος απαντήσεων Ερώτησης 10 ως προς την Κατεύθυνση

Το ραβδόγραμμα Σωστής - Λάθος Απάντησης της ερώτησης 10 απεικονίζει ότι οι φοιτητές αναγνωρίζουν τη σωστή απάντηση της συγκεκριμένης ερώτησης και κυρίως όσοι έχουν ακολουθήσει τη θετική ή τεχνολογική κατεύθυνση ως μαθητές στο Λύκειο. Η χρήση του τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται παρακάτω μας δείχνει ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,001$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με την κατεύθυνση που ακολούθησε ο κάθε φοιτητής ως μαθητής στα σχολικά του χρόνια.

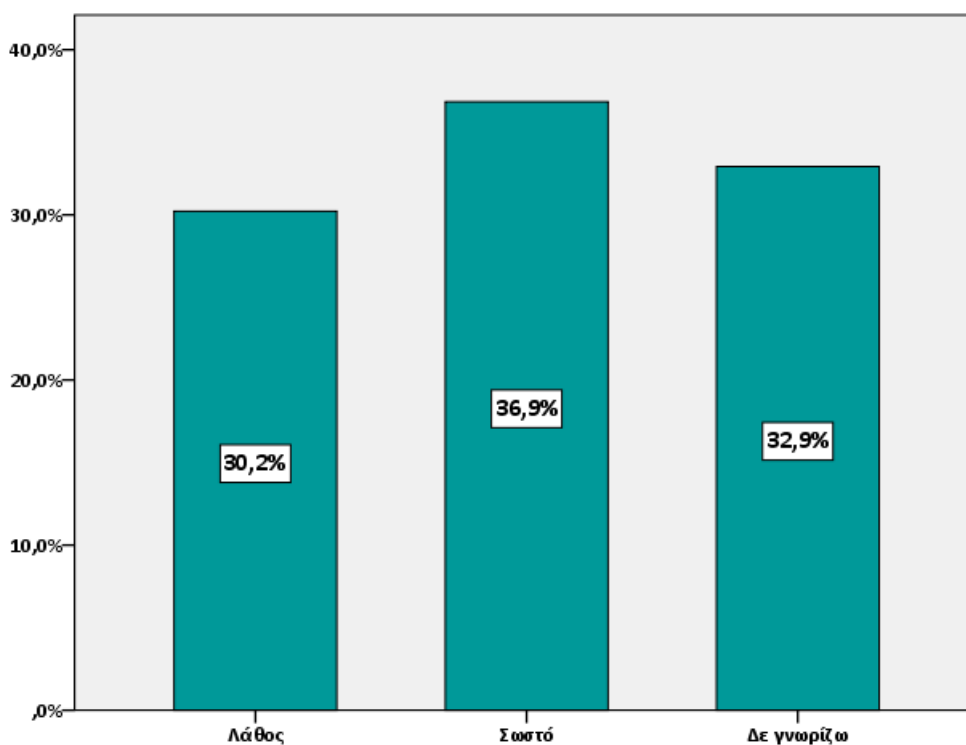
Πίνακας 72 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 10 ως προς την Κατεύθυνση

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	14,154 <sup>a</sup>	2	,001
Likelihood Ratio	14,337	2	,001
Linear-by-Linear Association	12,340	1	,000
N of Valid Cases	407		

Άρα απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 10 και η κατεύθυνση είναι μεταξύ τους εξαρτημένες.



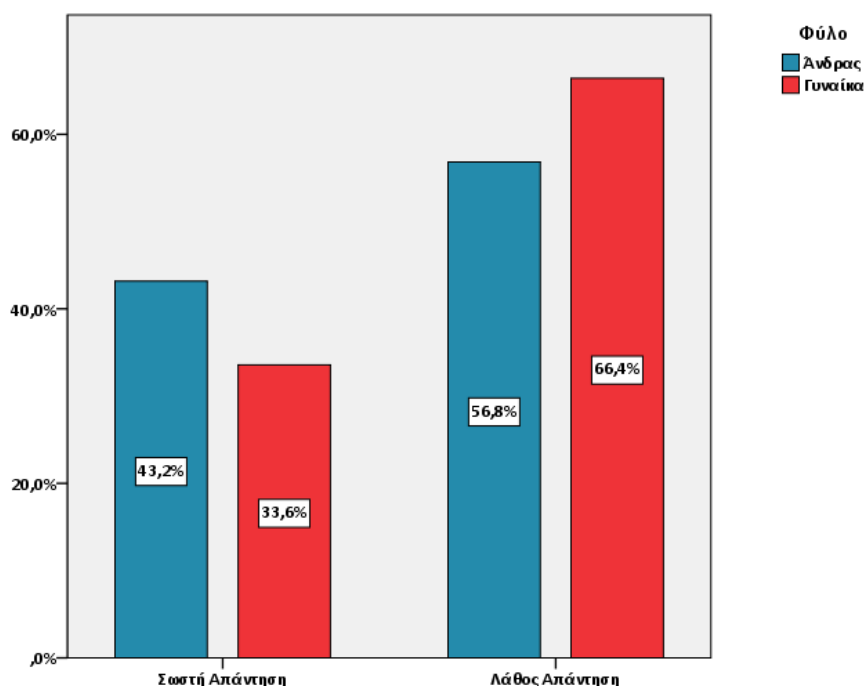
**Ερώτηση 11:** Η περιστροφή της Γης αποτελεί αρνητικό παράγοντα στην εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας κατά τη διάρκεια ενός 24ώρου.



Σχήμα 93 : Ποσοστά απαντήσεων Ερώτησης 11 (Περιβάλλοντικής Φυσικής)

Η ερώτηση 11 δυσκόλεψε σημαντικά τους φοιτητές αφού όλες οι απαντήσεις κατέλαβαν παραπλήσια ποσοστά. Το ένα τρίτο περίπου των φοιτητών (32,9%) δεν γνωρίζει αν η περιστροφή της Γης προκαλεί αρνητικές επιπτώσεις στην εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας καθώς και ένα αντίστοιχο ποσοστό (30,2%) που δεν αντιλαμβάνεται την μεταβολή της ηλιακής ακτινοβολίας κατά της διάρκεια μια πλήρους ημέρας. Το υψηλότερο ποσοστό το σημειώνει έστω και οριακά η σωστή επιλογή ότι δηλαδή η περιστροφή της Γης επηρεάζει την ένταση της ηλιακή ακτινοβολίας.

α) Ανάλυση ως προς το Φύλο :



Σχήμα 94 : Ποσοστά Σωστών-Λάθος απαντήσεων Ερώτησης 11 ως προς το Φύλο

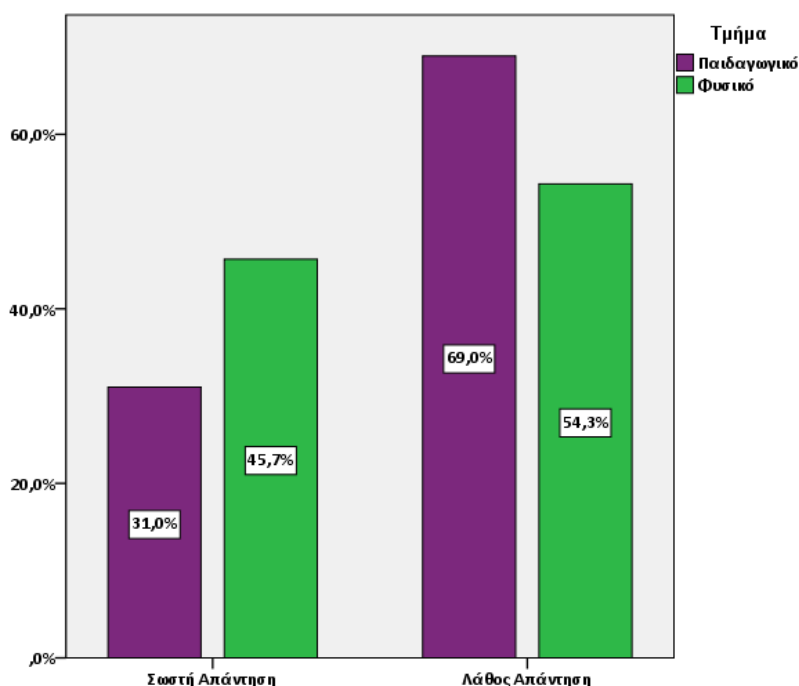
Από το ραβδόγραμμα Σωστής - Λάθος Απάντησης παρατηρούμε ότι οι άνδρες αναγνωρίζουν ελαφρώς περισσότερο τη σωστή απάντηση δηλαδή ότι η περιστροφή της Γης αποτελεί αρνητικό παράγοντα για την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας κατά τη διάρκεια μιας πλήρους ημέρας σε σχέση με τις γυναίκες. Για να ελέγξουμε την εξάρτηση χρησιμοποιούμε το τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται παρακάτω και παρατηρούμε ότι έστω και οριακά δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,057$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με το φύλο.

Πίνακας 73 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 11 ως προς το Φύλο

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	3,612 <sup>a</sup>	1	,057		
Continuity Correction <sup>b</sup>	3,212	1	,073		
Likelihood Ratio	3,580	1	,058		
Fisher's Exact Test				,066	,037
Linear-by-Linear Association	3,603	1	,058		
N of Valid Cases	407				

Άρα δεν απορρίπτουμε τη μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 11 και το φύλο είναι μεταξύ τους ανεξάρτητες.

β) Ανάλυση ως προς το Τμήμα :



Σχήμα 95 : Ποσοστά Σωστών-Λάθος απαντήσεων Ερώτησης 11 ως προς το Τμήμα

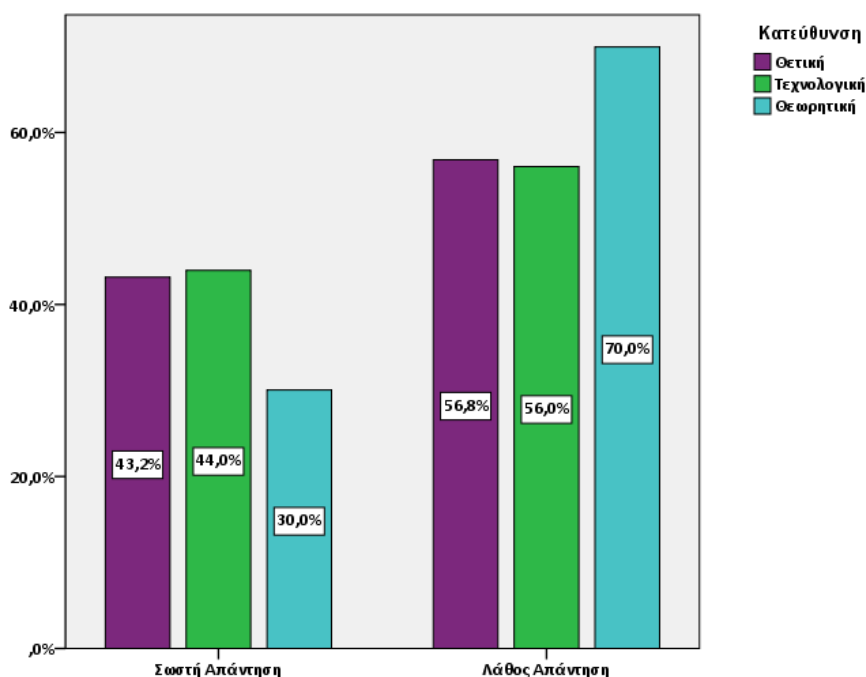
Στο παραπάνω ραβδόγραμμα Σωστών - Λάθος Απαντήσεων της ερώτησης 11 φαίνεται ότι οι φοιτητές των δύο τμημάτων αναγνωρίζουν διαφορετικά τη σωστή απάντηση, με τους φοιτητές του τμήματος Φυσικής να σημειώνουν υψηλότερα ποσοστά σωστών απαντήσεων. Για επιβεβαίωση χρησιμοποιούμε το τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται στη συνέχεια και παρατηρούμε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,003$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με το τμήμα που βρίσκεται ο κάθε φοιτητής.

Πίνακας 74 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 11 ως προς το Τμήμα

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	9,004 <sup>a</sup>	1	<b>,003</b>		
Continuity Correction <sup>b</sup>	8,385	1	,004		
Likelihood Ratio	8,951	1	,003		
Fisher's Exact Test				,003	,002
Linear-by-Linear Association	8,982	1	,003		
N of Valid Cases	407				

Άρα απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 11 και το τμήμα είναι μεταξύ τους εξαρτημένα.

γ) Ανάλυση ως προς την Κατεύθυνση :



Σχήμα 96 : Ποσοστά Σωστών-Λάθος απαντήσεων Ερώτησης 11 ως προς την Κατεύθυνση

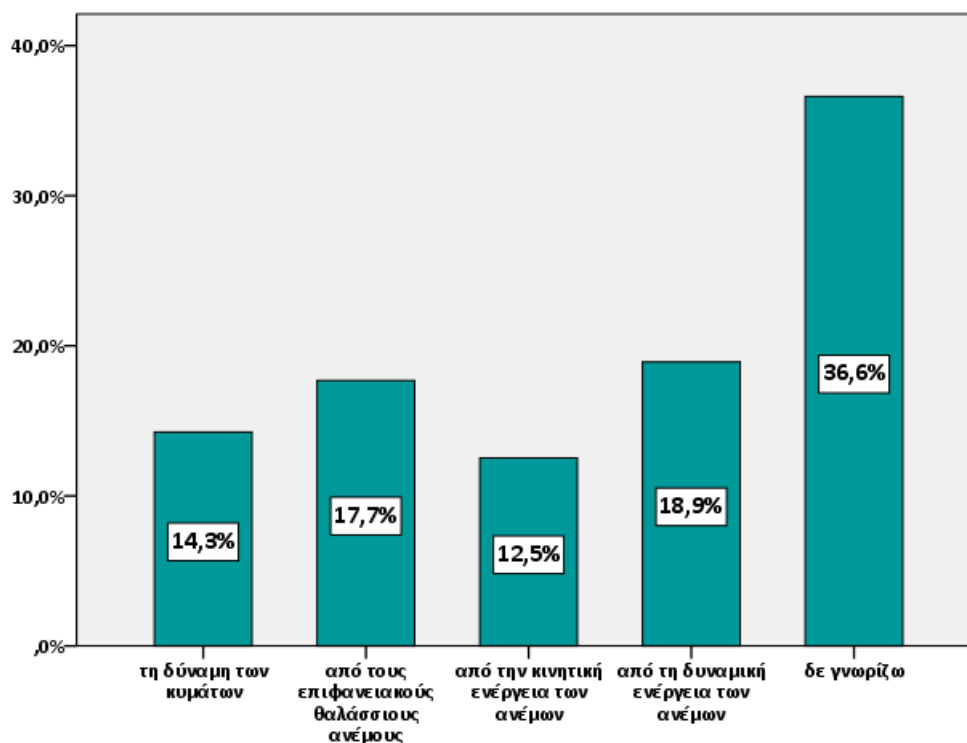
Από το ραβδόγραμμα Σωστής - Λάθος Απάντησης της ερώτησης 11 ως προς την κατεύθυνση βλέπουμε ότι οι φοιτητές δυσκολεύονται να αναγνωρίσουν τη Σωστή Απάντηση και κυρίως όσοι έχουν ακολουθήσει τη θεωρητική κατεύθυνση ως μαθητές στο Λύκειο σε αντίθεση με όσους είχαν ακολουθήσει τεχνολογική ή θετική κατεύθυνση. Η χρήση του τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται στον παρακάτω πίνακα μας δείχνει ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,018$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με την κατεύθυνση που ακολούθησε ο κάθε ερωτώμενος.

Πίνακας 75 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 11 ως προς την Κατεύθυνση

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	8,074 <sup>a</sup>	2	<b>,018</b>
Likelihood Ratio	8,109	2	,017
Linear-by-Linear Association	6,230	1	,013
N of Valid Cases	407		

Άρα απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 11 και η κατεύθυνση είναι μεταξύ τους εξαρτημένες.

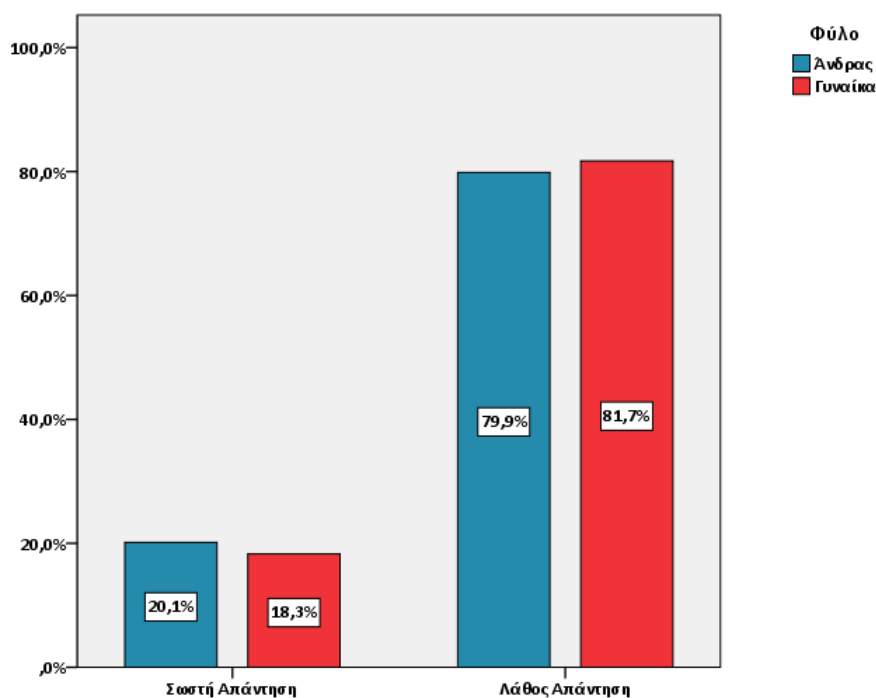
**Ερώτηση 12:** Η παραγωγή ενέργειας από θαλάσσια κύματα δεν εξαρτάται από :



Σχήμα 97 : Ποσοστά απαντήσεων Ερώτησης 12 (Περιβάλλοντικής Φυσικής)

Στην ερώτηση 12 οι σπουδαστές στην πλειονότητα τους (36,6%) δεν γνωρίζουν από ποιους παράγοντες εξαρτάται η παραγωγή ενέργειας από τα θαλάσσια κύματα. Μεγάλο ποσοστό των ερωτώμενων δεν αντιλαμβάνεται ότι η θαλάσσια ενέργεια εξαρτάται από τη δύναμη των κυμάτων (14,3%), τους επιφανειακούς θαλάσσιους ανέμους (17,7%) καθώς και από την κινητική ενέργεια των ανέμων (12,5%). Εντύπωση προκαλεί το γεγονός ότι μόνο το 18,9% των σπουδαστών αντιλαμβάνεται η ενέργεια από θαλάσσια κύματα δε σχετίζεται με τη δυναμική ενέργεια των κυμάτων.

α) Ανάλυση ως προς το Φύλο :



Σχήμα 98 : Ποσοστά Σωστών-Λάθος απαντήσεων Ερώτησης 12 ως προς το Φύλο

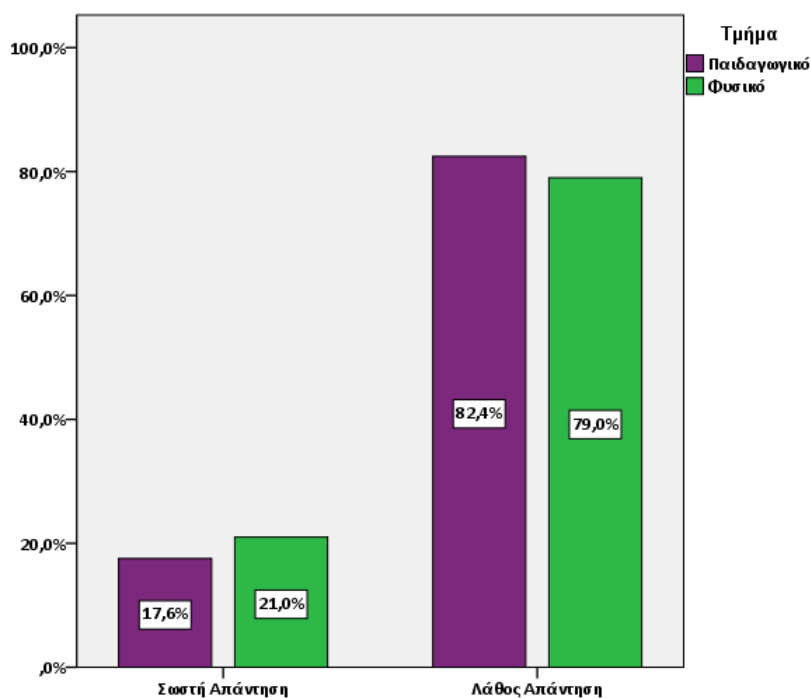
Στο ραβδόγραμμα Σωστών - Λάθος Απαντήσεων είναι εμφανές ότι και τα δύο φύλα δεν αναγνωρίζουν ότι η παραγωγή ενέργειας από θαλάσσια κύματα δεν εξαρτάται από τη δυναμική τους ενέργεια . Για επιβεβαιώσουμε τον ισχυρισμό περί ανεξαρτησίας χρησιμοποιούμε το τεστ  $\chi^2$  που φαίνεται παρακάτω και παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,650$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με το φύλο.

Πίνακας 76 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 12 ως προς το Φύλο

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	,206 <sup>a</sup>	1	,650		
Continuity Correction <sup>b</sup>	,103	1	,748		
Likelihood Ratio	,205	1	,651		
Fisher's Exact Test				,689	,371
Linear-by-Linear Association	,206	1	,650		
N of Valid Cases	407				

Άρα δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 12 και το φύλο είναι μεταξύ τους ανεξάρτητα.

β) Ανάλυση ως προς το Τμήμα :



Σχήμα 99 : Ποσοστά Σωστών-Λάθος απαντήσεων Ερώτησης 12 ως προς το Τμήμα

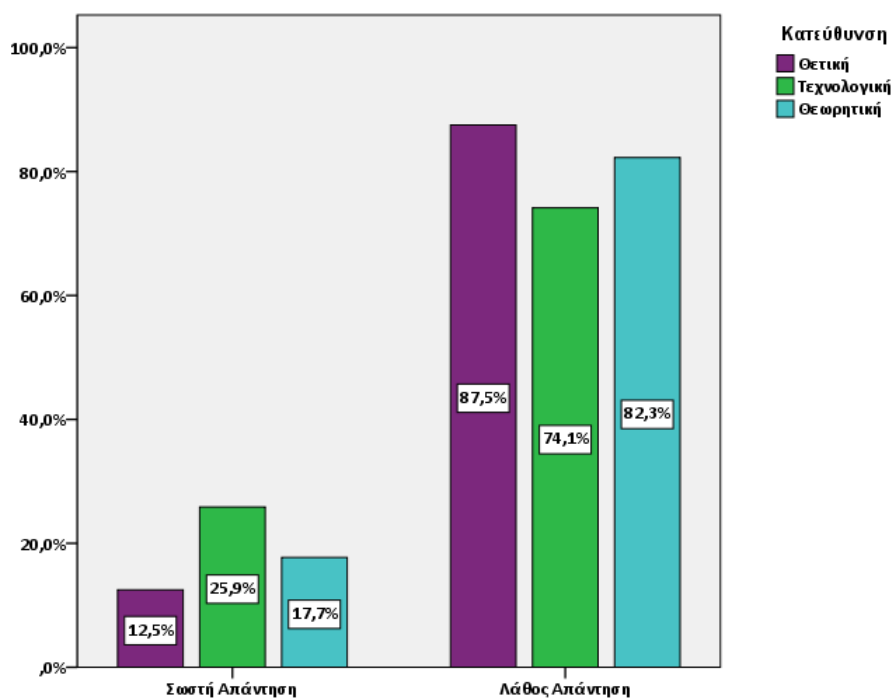
Στο παραπάνω ραβδόγραμμα Σωστών - Λάθος Απαντήσεων της ερώτησης 12 φαίνεται ότι οι φοιτητές και των δύο τμημάτων δε αναγνωρίζουν τη σωστή απάντηση, και μάλιστα σε σχεδόν παραπλήσια ποσοστά. Για να εξετάσουμε την εξάρτηση της ερώτησης ως προς το τμήμα χρησιμοποιούμε το τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται στον παρακάτω πίνακα και παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,386$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με το τμήμα που βρίσκεται ο κάθε φοιτητής.

Πίνακας 77 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 12 ως προς το Τμήμα

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	,751 <sup>a</sup>	1	<b>,386</b>		
Continuity Correction <sup>b</sup>	,543	1	,461		
Likelihood Ratio	,745	1	,388		
Fisher's Exact Test				,438	,230
Linear-by-Linear Association	,749	1	,387		
N of Valid Cases	407				

Άρα δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 12 και το τμήμα είναι μεταξύ τους ανεξάρτητα.

γ) Ανάλυση ως προς την Κατεύθυνση :



Σχήμα 100 : Ποσοστά Σωστών-Λάθος απαντήσεων Ερώτησης 12 ως προς την Κατεύθυνση

Το ραβδόγραμμα Σωστής - Λάθος Απάντησης της ερώτησης 12 δείχνει ότι οι φοιτητές δυσκολεύονται σε όλες τις κατευθύνσεις να αναγνωρίσουν τη σωστή απάντηση και περισσότερο όσοι έχουν ακολουθήσει την τεχνολογική κατεύθυνση ως μαθητές στο Λύκειο. Η χρήση του τεστ ανεξαρτησίας  $\chi^2$  που φαίνεται παρακάτω μας δείχνει ότι υπάρχει οριακή στατιστικά σημαντική διαφορά  $p=0,045$  στην επιλογή της σωστής απάντησης ανάλογα με την κατεύθυνση που ακολούθησε ο κάθε σπουδαστής.

Πίνακας 78 : Έλεγχος ανεξαρτησίας  $\chi^2$  Ερώτησης 12 ως προς την Κατεύθυνση

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	6,195 <sup>a</sup>	2	<b>,045</b>
Likelihood Ratio	6,164	2	,046
Linear-by-Linear Association	,265	1	,607
N of Valid Cases	407		

Άρα απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση  $H_0$  και δεχόμαστε ότι η ερώτηση 12 και η κατεύθυνση είναι μεταξύ τους εξαρτημένες.



### Δ.8.3 Έλεγχος ανεξαρτησίας μεταβλητών Φύλου - Τμήματος - Κατεύθυνσης και Επίδοσης (Score)

Στην παράγραφο αυτή θα εξετάσουμε την επίδοση του συνόλου των φοιτητών στο ερωτηματολόγιο καθώς και την πιθανή εξάρτηση των επιδόσεων (score) των φοιτητών στο ερωτηματολόγιο από το φύλο, το τμήμα στο οποίο φοιτεί ο κάθε σπουδαστής καθώς και από κατεύθυνση που ακολούθησε ο κάθε ερωτώμενος στο λύκειο. Από τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων προκύπτει ότι η μέση τιμή της επίδοσης των 407 φοιτητών είναι  $\text{mean} = 54,97\%$  με το 42,8% να σημειώνει ποσοστά κάτω από 50%. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι από το σύνολο των ερωτηματολογίων μόνο ένα συμπληρώθηκε σωστά σε όλες του τις ερωτήσεις.

α) Ανάλυση του Score ως προς το Φύλο :

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι μέσοι όροι των επιδόσεων των φοιτητών σε σχέση με το φύλο τους :

Πίνακας 79 : Μέσος όρος Επίδοσης (Score) ως προς το Φύλο

	Φύλο	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
SCORE	Άνδρας	139	<b>61,5707</b>	15,67107	1,32920
	Γυναίκα	268	<b>51,5547</b>	14,45781	,88315

Ερμηνεύοντας τα αποτελέσματα του παραπάνω πίνακα παρατηρούμε ότι οι άνδρες παρουσιάζουν καλύτερες επιδόσεις σε σχέση με τις γυναίκες. Αν συγκρίνουμε τους μέσους όρους των δύο φύλων, βλέπουμε ότι ο μέσος όρος του πλήθους των ερωτηματολογίων των ανδρών είναι 10 μονάδες περίπου υψηλότερος σε σχέση με αυτόν των γυναικών.

Στην περίπτωση μας, θέλουμε να εξετάσουμε την πιθανή εξάρτηση του Score από το Φύλο οπότε έχουμε :

$H_0$  : Η κύρια υπόθεσή μας, δηλαδή Score και Φύλο : ανεξάρτητα

$H_1$  : Είναι η εναλλακτική υπόθεση δηλαδή Score και Φύλο : εξαρτημένα

Για να ελεγχθεί αν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στις επιδόσεις των φοιτητών ως προς το φύλο θα πρέπει πρώτα να εξετάσουμε αν η μεταβλητή ακολουθεί κανονική κατανομή.

$H_3$  : Η μεταβλητή ακολουθεί την κανονική κατανομή.

$H_4$  : Η μεταβλητή δεν ακολουθεί την κανονική κατανομή.

Στον ακόλουθο πίνακα κοιτάζουμε την στήλη Kolmogorov-Smirnov Test αφού το πλήθος είναι μεγαλύτερο του 50 ( $N > 50$ ).

Πίνακας 80 : Τεστ κανονικότητας του Φύλου ως προς το Score

Tests of Normality							
	Φύλο	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
SCORE	Άνδρας	,087	139	<b>,011</b>	,976	139	,015
	Γυναίκα	,064	268	<b>,010</b>	,988	268	,031

a. Lilliefors Significance Correction

Από τον παραπάνω πίνακα του ελέγχου κανονικότητας της κατανομής βλέπουμε ότι το  $p < 0,05$ , οπότε σύμφωνα με τον έλεγχο υποθέσεων απορρίπτουμε την πρώτη υπόθεση  $H_3$  και δεχόμαστε την υπόθεση  $H_4$ , ότι δηλαδή η μεταβλητή δεν ακολουθεί κανονική κατανομή. Για να απαντήσουμε στο ερώτημα αν η *Επίδοση (Score)* είναι εξαρτημένη ή ανεξάρτητη από το Φύλο θα χρησιμοποιήσουμε τον Μη παραμετρικό Έλεγχο Υποθέσεων.

Πίνακας 81 : Μη Παραμετρικός Έλεγχος του Φύλου ως προς το Score

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of SCORE is the same across categories of Φύλο.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	,000	Reject the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

Εξετάζοντας τα δεδομένα του παραπάνω πίνακα παρατηρούμε ότι στην περίπτωση μας έχουμε  $p = 0,000$ , οπότε αφού το  $p < 0,005$  απορρίπτουμε την  $H_0$  και δεχόμαστε την  $H_1$  της αρχικής μας υπόθεσης. Το αποτέλεσμα αυτό, μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στην επίδοση των φοιτητών ως προς το φύλο, άρα η Επίδοση και το Φύλο είναι εξαρτημένες μεταβλητές.

β) Ανάλυση ως προς το Τμήμα :

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι μέσοι όροι των επιδόσεων των φοιτητών σε σχέση με τη σχολή στην οποία φοιτούν :

Πίνακας 82 : Μέσος όρος Επίδοσης (Score) ως προς το Τμήμα

	Τμήμα	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
SCORE	Παιδαγωγικό	245	<b>50,6293</b>	14,23374	,90936
	Φυσικό	162	<b>61,5484</b>	15,32708	1,20421

Παρατηρώντας τα αποτελέσματα του πίνακα βλέπουμε ότι οι φοιτητές του Τμήματος Φυσικής πετυχαίνουν καλύτερες επιδόσεις σε σχέση με τους φοιτητές του Παιδαγωγικού Τμήματος. Συγκρίνουμε τους μέσους όρους των δύο τμημάτων και βλέπουμε ότι ο μέσος όρος των επιδόσεων των φοιτητών του Τμήματος Φυσικής είναι υψηλότερος κατά περίπου 11 μονάδες σε σχέση με αυτόν του Παιδαγωγικού Τμήματος.

Στην περίπτωση μας θέλουμε να εξετάσουμε την πιθανή εξάρτηση του Score από το Τμήμα οπότε έχουμε :

$H_0$  : Η κύρια υπόθεσή μας, δηλαδή, Score και Τμήμα : ανεξάρτητα

$H_1$  : Είναι η εναλλακτική υπόθεση δηλαδή, Score και Τμήμα : εξαρτημένα

Για να ελεγχθεί αν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στις επιδόσεις των φοιτητών ως προς το Τμήμα θα πρέπει πρώτα να εξετάσουμε αν η μεταβλητή ακολουθεί κανονική κατανομή.

$H_3$  : Η μεταβλητή ακολουθεί την κανονική κατανομή.

$H_4$  : Η μεταβλητή δεν ακολουθεί την κανονική κατανομή.

Στον ακόλουθο πίνακα κοιτάζουμε την στήλη Kolmogorov-Smirnov Test αφού το πλήθος είναι μεγαλύτερο του 50 ( $N > 50$ ).

Πίνακας 83 : Τεστ κανονικότητας του Τμήματος ως προς το Score

Tests of Normality							
	Τμήμα	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
SCORE	Παιδαγωγικό	,066	245	<b>,011</b>	,985	245	,014
	Φυσικό	,100	162	<b>,000</b>	,976	162	,006

a. Lilliefors Significance Correction

Από τον παραπάνω πίνακα του ελέγχου κανονικότητας της κατανομής βλέπουμε ότι το  $p < 0,05$ , οπότε σύμφωνα με τον έλεγχο υποθέσεων απορρίπτουμε την πρώτη υπόθεση  $H_3$  και δεχόμαστε την υπόθεση  $H_4$ , ότι δηλαδή η μεταβλητή δεν ακολουθεί κανονική κατανομή. Για να απαντήσουμε στο αρχικό ερώτημα αν η *Επίδοση (Score)* είναι εξαρτημένη ή ανεξάρτητη από το Τμήμα θα χρησιμοποιήσουμε τον Μη παραμετρικό Έλεγχο Υποθέσεων.

Πίνακας 84 : Μη Παραμετρικός Έλεγχος του Τμήματος ως προς το Score

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of SCORE is the same across categories of Τμήμα.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	,000	Reject the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is .05.

Αναλύοντας τα δεδομένα του παραπάνω πίνακα βλέπουμε ότι το  $p = 0,000$  οπότε αφού το  $p < 0,005$  απορρίπτουμε την  $H_0$  και δεχόμαστε την  $H_1$ . Το αποτέλεσμα αυτό μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στην επίδοση των φοιτητών ως προς το Τμήμα, άρα η Επίδοση και το Τμήμα είναι εξαρτημένες μεταβλητές.

γ) Ανάλυση ως προς την Κατεύθυνση :

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι μέσοι όροι των επιδόσεων των φοιτητών σε σχέση με τη κατεύθυνση που ακολούθησαν ως μαθητές στο Λύκειο :

Πίνακας 85 : Μέσος όρος της Επίδοσης (Score) ως προς την Κατεύθυνση

SCORE	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Θετική	88	<b>59,5644</b>	17,19887	1,83341	55,9203	63,2085	8,33	95,83
Τεχνολογική	116	<b>61,3147</b>	14,75245	1,36973	58,6015	64,0278	20,83	87,50
Θεωρητική	203	<b>49,3637</b>	13,20309	,92668	47,5365	51,1909	12,50	100,00
Total	407	<b>54,9754</b>	15,60623	,77357	53,4547	56,4961	8,33	100,00

Παρατηρώντας τα αποτελέσματα του παραπάνω πίνακα βλέπουμε ότι οι φοιτητές που είχαν παρακολουθήσει τα μαθήματα της τεχνολογικής και θετικής κατεύθυνσης στο Λύκειο έχουν υψηλότερους μέσους όρους επιδόσεων σε σχέση με αυτούς που είχαν ακολουθήσει τη θεωρητική κατεύθυνση. Συγκρίνουμε τους μέσους όρους των κατευθύνσεων και βλέπουμε ότι ο μέσος όρος των επιδόσεων στην τεχνολογική είναι περίπου 12 μονάδες υψηλότερος και στην περίπτωση της θετικής 10 μονάδες υψηλότερος σε σχέση με αυτόν της θεωρητικής κατεύθυνσης.

Στην περίπτωση μας θέλουμε να εξετάσουμε την πιθανή εξάρτηση του Score από την Κατεύθυνση οπότε έχουμε :

$H_0$  : Η κύρια υπόθεσή μας, δηλαδή, Score και Κατεύθυνση : ανεξάρτητα

$H_1$  : Είναι η εναλλακτική υπόθεση δηλαδή, Score και Κατεύθυνση: εξαρτημένα

Για να ελεγχθεί αν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στις επιδόσεις των φοιτητών ως προς την κατεύθυνση θα πρέπει πρώτα να εξετάσουμε αν η μεταβλητή ακολουθεί κανονική κατανομή.

$H_3$  : Η μεταβλητή ακολουθεί την κανονική κατανομή.

$H_4$  : Η μεταβλητή δεν ακολουθεί την κανονική κατανομή.

Πίνακας 86 : Τεστ κανονικότητας της Κατεύθυνσης ως προς το Score

	Κατεύθυνση	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
SCORE	Θετική	,115	88	<b>,006</b>	,972	88	,051
	Τεχνολογική	,084	116	<b>,044</b>	,975	116	,029
	Θεωρητική	,080	203	<b>,003</b>	,984	203	,020

a. Lilliefors Significance Correction

Από τον παραπάνω πίνακα του ελέγχου κανονικότητας της κατανομής βλέπουμε ότι το  $p < 0,05$ , οπότε σύμφωνα με τον έλεγχο υποθέσεων απορρίπτουμε την πρώτη υπόθεση  $H_3$  και δεχόμαστε την υπόθεση  $H_4$ , ότι δηλαδή η μεταβλητή δεν ακολουθεί κανονική κατανομή. Για να απαντήσουμε στο ερώτημα αν η *Επίδοση* (*Score*) είναι εξαρτημένη ή ανεξάρτητη από την Κατεύθυνση θα χρησιμοποιήσουμε τον Μη παραμετρικό Έλεγχο Υποθέσεων.

Πίνακας 87 : Μη Παραμετρικός Έλεγχος της Κατεύθυνσης ως προς το Score

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of SCORE is the same across categories of Κατεύθυνση.	Independent-Samples Kruskal-Wallis Test	,000	Reject the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

Παρατηρώντας τα δεδομένα του παραπάνω πίνακα βλέπουμε ότι το  $p = 0,000$  οπότε απορρίπτουμε την  $H_0$  και δεχόμαστε την  $H_1$ . Τελικά οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στην επίδοση των φοιτητών ως προς την κατεύθυνση, οπότε η Επίδοση των φοιτητών και η Κατεύθυνση που ακολούθησαν είναι εξαρτημένες μεταβλητές.

## Ε. Συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα της ποσοτικής έρευνας της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας αναδεικνύουν σημαντικά ζητήματα αναφορικά με τις γνώσεις των φοιτητών σχετικά με θέματα Περιβαλλοντικής Φυσικής που εμπλέκουν τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας καθώς και ένα σύνολο αντιλήψεων που αφορούν περιβαλλοντικά θέματα, τα οποία απαιτούν γνώση απλών εννοιών Φυσικής. Το ερωτηματολόγιο της έρευνας είναι δομημένο σε δύο βασικές κατηγορίες ώστε να καλυφθεί το σκέλος του περιβαλλοντικού περιεχομένου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας καθώς και η πλευρά της περιβαλλοντικής Φυσικής που εμπλέκεται στο συγκεκριμένο ζήτημα.

Το γενικό συμπέρασμα που προκύπτει από την ανάλυση των ποσοτικών δεδομένων φανερώνει ότι και οι τρεις μεταβλητές δηλαδή το φύλο, το τμήμα και η κατεύθυνση παίζουν σημαντικό ρόλο στην ορθή συμπλήρωση του ερωτηματολογίου. Αυτό παρουσιάζεται και ποσοτικά από τους μέσους όρους των ορθών απαντήσεων των φοιτητών όπου βλέπουμε ότι οι άνδρες (61% σωστών απαντήσεων) πετυχαίνουν υψηλότερα ποσοστά σε σχέση με τις γυναίκες (51% σωστών απαντήσεων). Στη συνέχεια οι φοιτητές του τμήματος Φυσικής (61% σωστών απαντήσεων) υπερτερούν σε σύγκριση με τους φοιτητές του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης (50% σωστών απαντήσεων) και τέλος οι φοιτητές που ακολούθησαν τεχνολογική (61% σωστών απαντήσεων) και θετική (59% σωστών απαντήσεων) κατεύθυνση ως μαθητές στο Λύκειο είναι σε θέση να απαντήσουν σωστότερα στο σύνολο των ερωτήσεων σε σχέση με αυτούς που ακολούθησαν τη θεωρητική (49% σωστών απαντήσεων) κατεύθυνση.

Η πρώτη κατηγορία του ερωτηματολογίου που αφορά το περιβαλλοντικό περιεχόμενο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας χωρίζεται σε επιμέρους υποκατηγορίες, όπως είναι οι ερωτήσεις σχετικά με την αναγνώριση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας από τους ερωτώμενους, την προέλευση και τη χρήση τους, τα συστήματα εκμετάλλευσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας καθώς και τα περιβαλλοντικά οφέλη ή τις πιθανές επιπτώσεις αυτών.

Στο τμήμα των ερωτήσεων που σχετίζονται με την αναγνώριση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας οι φοιτητές σημείωσαν ικανοποιητικές επιδόσεις με ποσοστά σωστών απαντήσεων που αγγίζουν το 60% (ερωτήσεις 1,4,6,8 περιβαλλοντικού περιεχομένου). Στην ερώτηση 1 του ερωτηματολογίου φαίνεται μια από τις

εναλλακτικές ιδέες των φοιτητών, η οποία σχετίζεται με την αντίληψή τους ότι η ενέργεια από βιομάζα είναι μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας (ποσοστό 24,6%). Επιπλέον, σχεδόν ένας στους πέντε φοιτητές (ποσοστό 20,6%) θεωρεί την ενέργεια φυσικού αερίου ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Ενδιαφέρον παρουσιάζει η ερώτηση 6 στην οποία οι φοιτητές απαντούν ότι η αιολική ενέργεια προέρχεται από τις ανεμογεννήτριες (ποσοστό 28,7%). Τέλος, στη συγκεκριμένη κατηγορία φαίνεται ότι το φύλο είναι σημαντικός παράγοντας στην επιλογή της σωστής απάντησης με τους άνδρες να παρουσιάζουν υψηλότερα ποσοστά από τις γυναίκες, ενώ το τμήμα και η κατεύθυνση από τα οποία προέρχονται οι φοιτητές δεν τους επηρεάζει για την συμπλήρωση του ερωτηματολογίου.

Τα ποσοτικά δεδομένα των σχετικών ερωτήσεων (περιβαλλοντικού περιεχομένου 3,5,9,10) που αφορούν την προέλευση και χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, δείχνουν ότι υπάρχουν εναλλακτικές ιδέες στις αντιλήψεις των φοιτητών. Πιο συγκεκριμένα, τα δύο τρίτα των φοιτητών δε γνωρίζει ότι τα αστικά απορρίμματα αποτελούν πηγή προέλευσης βιομάζας καθώς επίσης αντίστοιχο ποσοστό δε γνωρίζει ότι η γεωθερμική ενέργεια χρησιμοποιείται για θέρμανση και ψύξη κτιρίων. Επίσης, ένας στους τρεις φοιτητές αντιλαμβάνεται ότι τα χημικά απόβλητα και τα βιοκαύσιμα αποτελούν πηγές προέλευσης βιομάζας. Στη σχετική υποκατηγορία η στατιστική ανάλυση δεδομένων δείχνει ότι το φύλο και η κατεύθυνση δεν κατέχει κυρίαρχο ρόλο στην επιλογή της σωστής απάντησης σε αντίθεση με το τμήμα, όπου φαίνεται ότι οι σπουδαστές του τμήματος Φυσικής πετυχαίνουν υψηλότερες επιδόσεις.

Στην κατηγορία των ερωτήσεων που σχετίζονται με τα συστήματα εκμετάλλευσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ερωτήσεις 2, 7 περιβαλλοντικού περιεχομένου) οι ερωτώμενοι δεν παρουσιάζουν δυσκολίες, ενώ το στοιχείο που προκαλεί εντύπωση είναι ότι ένα σημαντικό ποσοστό (22,6%) θεωρεί ότι οι ανεμογεννήτριες, τα φωτοβολταϊκά και τα υδροηλεκτρικά συστήματα είναι διατάξεις που κατασκευάζονται για την εκμετάλλευση της ηλεκτρικής ενέργειας και όχι για την παραγωγή της. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι άνδρες της θετικής και τεχνολογικής κατεύθυνσης του τμήματος Φυσικής έχουν ορθότερες αντιλήψεις στο συγκεκριμένο περιεχόμενο ερωτήσεων.

Στην τελευταία κατηγορία των ερωτήσεων (ερωτήσεις 11, 12 περιβαλλοντικού περιεχομένου), η οποία σχετίζεται με τις επιπτώσεις των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας βλέπουμε ότι πάνω από το 50% των ερωτώμενων δίνει λάθος απαντήσεις καθώς δεν αντιλαμβάνεται τις αρνητικές επιπτώσεις που προκύπτουν από την



κατασκευή υδροηλεκτρικών έργων καθώς και την εκπομπή ρύπων που προέρχονται από τα εργοστάσια αυτά. Σε αυτή την ενότητα των ερωτήσεων οι φοιτητές του Παιδαγωγικού Τμήματος και όσοι έχουν ακολουθήσει τη θεωρητική κατεύθυνση ως μαθητές έχουν σωστότερες απαντήσεις σε σχέση με τους υπόλοιπους, ενώ φαίνεται ότι το φύλο δεν αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την επιλογή της απάντησης.

Η δεύτερη κατηγορία του ερωτηματολογίου που αφορά στο περιεχόμενο της Περιβαλλοντικής Φυσικής των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας χωρίζεται σε δύο επιμέρους υποκατηγορίες που σχετίζονται με φυσικά ή ατμοσφαιρικά φαινόμενα καθώς και με θέματα ενέργειας ή μετατροπών ενέργειας που συμβαίνουν στα συστήματα εκμετάλλευσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Η συνολική εικόνα από την ποσοτική ανάλυση δεδομένων της υποκατηγορίας που αφορά θέματα σχετικά με τη φύση και την ατμόσφαιρα (ερωτήσεις 1,2,3,4,5,7,11 περιεχομένου περιβαλλοντικής Φυσικής), μας δείχνει ότι οι φοιτητές αντιλαμβάνονται σε ικανοποιητικό βαθμό την επίδραση των μετεωρολογικών φαινομένων στην εκμετάλλευση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Υπάρχει όμως ένα ποσοστό κοντά στο 60% το οποίο δυσκολεύεται να κατανοήσει ότι φαινόμενα της φύσης όπως η περιστροφή της Γης αποτελούν αρνητικό παράγοντα για την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας. Επίσης, τα στοιχεία δείχνουν ότι μόνο το 43% των ερωτώμενων αντιλαμβάνεται ότι όσο κινούμαστε κατακόρυφα από τη στάθμη της θάλασσας προς τον Ήλιο η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας αυξάνεται. Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων μας δείχνει ότι το φύλο αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την επιλογή της σωστής απάντησης με τους άνδρες να πετυχαίνουν υψηλότερη επίδοση στην πλειοψηφία των ερωτήσεων. Στη συνέχεια παρατηρούμε ότι το τμήμα και η κατεύθυνση αποτελούν παράγοντες που επιδρούν στην ορθή συμπλήρωση του ερωτηματολογίου με τους φοιτητές του τμήματος Φυσικής που ακολούθησαν τεχνολογική ή θετική κατεύθυνση να παρουσιάζουν καλύτερα αποτελέσματα σε σχέση με αυτούς που ανήκουν στο Παιδαγωγικό Τμήμα και ακολούθησαν τη θεωρητική κατεύθυνση αντίστοιχα. Αξίζει να σχολιαστεί ότι σχεδόν τα δύο τρίτα των ερωτώμενων δε γνωρίζει ότι η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που εκπέμπει ο Ήλιος περιέχει το ορατό φως (ερώτηση 7 περιεχομένου περιβαλλοντικής Φυσικής) ενώ ως εναλλακτική ιδέα μπορούμε θεωρήσουμε την αντίληψη των φοιτητών ότι η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία του Ήλιου περιέχει ραδιενέργεια.

Στη δεύτερη υποκατηγορία ερωτήσεων που σχετίζονται με θέματα ενέργειας και μετατροπών ενέργειας, οι φοιτητές αναγνωρίζουν σε υψηλά μάλιστα ποσοστά σε

ορισμένες περιπτώσεις τις σωστές απαντήσεις. Παρατηρούμε ότι σχεδόν το 80% κατανοεί ποιες μετατροπές ενέργειας λαμβάνουν χώρα σε ένα ηλιακό πάνελ (φωτοβολταϊκό) και σε μια ανεμογεννήτρια αντίστοιχα. Αξιοσημείωτο θεωρείται το γεγονός ότι σχεδόν το ένα τρίτο των ερωτώμενων θεωρεί ότι πραγματοποιείται μετατροπή ενέργειας από ηλιακή και αιολική σε ηλεκτρική χωρίς να υπάρχουν απώλειες ενέργειας, με αρκετούς εξ αυτών να προέρχονται από θετική και τεχνολογική κατεύθυνση. Επίσης τα δεδομένα δείχνουν ότι το ένα τρίτο των συμμετεχόντων δεν αντιλαμβάνεται ότι στα υδροηλεκτρικά εργοστάσια εκμεταλλεόμαστε τη δυναμική ενέργεια των υδάτων. Πλήρης σύγχυση επικρατεί στις αντιλήψεις των φοιτητών σχετικά με την παραγωγή ενέργειας από θαλάσσια κύματα αφού μόνο το 19% κατανοεί ότι δεν εκμεταλλεόμαστε τη δυναμική ενέργεια των υδάτων. Η ανάλυση έδειξε ότι το φύλο και το τμήμα δεν αποτελούν σημαντικούς παράγοντες για την επιλογή της σωστής απάντησης στην πλειονότητα των ερωτήσεων. Τέλος, τα δεδομένα δείχνουν ότι η κατεύθυνση αποτελεί σημαντικό παράγοντα για τη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου με τους φοιτητές που ακολούθησαν την τεχνολογική κατεύθυνση να πετυχαίνουν τις μεγαλύτερες επιδόσεις σε αντίθεση με εκείνους που ως μαθητές ακολούθησαν τη θετική και θεωρητική κατεύθυνση.

## Βιβλιογραφία

**Alam, Ahmed και Munna. 2010.** Journal of Soil Science and Environmental Management. *Enviromental impact assessment of oil and gas sector. A case study of Magurchara gas field.* 2010, σσ. 86-91.

**Arnold M., Millar R. 1996.** *Learning the scientific “story”: A case study in the teaching and learning of elementary thermodynamics.* s.l. : Science Education, p. 249-281., 1996.

**Arons, A. B. 1999.** *Development of energy concepts in introductory physics courses.* s.l. : American Journal of Physics, p.1063-1066, 1999.

**Coal, Wikipedia και Wikipedia, Coal.** <<http://en.wikipedia.org/wiki/Coal>>. [Ηλεκτρονικό]

**Council, World Energy. 2010.** *Survey of Energy Resources (SER).* s.l. : 22nd Edition. Available at: <[http://www.worldenergy.org/documents/ser\\_2010\\_report\\_1.pdf](http://www.worldenergy.org/documents/ser_2010_report_1.pdf)>, 2010.

**Cronbach L. J. 1951.** *Coefficient Alpha and the Internal Structure of Tests.* s.l. : Psychometrica, p. 297 – 334., 1951.

**Doherty. 2012.** *Fossil Fuels: Examination and Prediction of Future Trends.* USA : Senior Thesis at Ohio State University, 2012.

**Domenech, J., Gil-Perez, D., Gras-Marti, A., Martinez-Torregrosa, J., Guisasola, G., Salinas, J., Trumper, R., Valdes, P. & Vilches A. 2007.** *Teaching of Energy Issues: A Debate Proposal for a Global Reorientation.* s.l. : Science& Education p.43-64, 2007.

**Driver A., Squires P., Rushworth V. & Wood-Robinson. 1998.** *Οικοδομώντας τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών.* Αθήνα : Τυπωθήτω (επιμέλεια Π. Κόκκοτας), 1998.

**Duit R. 1984.** “ *Learning the energy concept in school- empirical results from The Philippines and West Germany* ” ,. s.l. : Physics Education, p. 59-66., 1984.

**Ecole Des Mines De Paris. ΚΑΠΕ . 2001.** *Οδηγός τεχνολογιών Ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ. Πρόγραμμα Leonardo Da Vinci.* s.l. : Ελληνική Έκδοση, 2001.

**Gampo J.S. & Switzky H.N. 1996.** *A national Survey of High Schoo lStudents, Enviromental Knowledge.* s.l. : The journal of EnvironmentalEducation, 1996.

- Governor's Office of Energy Policy. 2011.** Agua Caliente Solar Project. 2011.
- Greenpeace, Greece. 2006.** *Οι Επιπτώσεις της Ρύπανσης από Πετρελαιοειδή.* s.l. : Διαθέσιμο στο: <<http://www.greenpeace.org/greece/Global/greece/report/2006/8/591349.pdf>> [Πρόσβαση 22 Απριλίου 2016], 2006.
- Gujarat Power, Corporation. 2012.** *Gujarat Solar Park.* s.l. : World's first Multi developer, Multi facility, Multi Technology and Multi Benefviary solar park At Charanka Village, 2012.
- Halloun I. 1998.** *Schematic concept for schematic models of the real world: the Newtonian concepts of force, Science Education* 82 (2), 239-263. 1998.
- Hewitt, Paul G. 2010.** *Οι έννοιες της Φυσικής.* Αθήνα, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης : s.n., 2010.
- <http://kpe-kastor.kas.sch.gr/energy1/alternative/pathitika>.**  
[http://www.cres.gr/kape/energeia\\_politis/energeia\\_politis\\_bioclimatic\\_passive](http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_bioclimatic_passive).  
 [Ηλεκτρονικό]
- <http://www.ypeka.gr>.** s.l. : /4/42/00/Meleth\_APE/Meros\_A.pdf.
- Kavadias, Konnimglou και Kaldellis. 2001.** “Wind Energy Surplus Management for Remote Consumers Using a Water Pumping Storage System”. *European Wind Energy Conference.* 2001, σσ. 972-975.
- Lehrman, R. 1973.** *Energy is not the ability to do work.* s.l. : The Physics Teacher, p. 15-18, 1973.
- Munna, Alam & Ahmed.**
- Nunnally, J. C. Cites in: Churchill, G. A. Jr. 1979.** *A paradigm for developing better measures of marketing constructs.* s.l. : Journal of Marketing Research, p. 64 – 73., 1979.
- Riva, G. Foppapedretti, E. De Carolis, C. Giakoumelos, E. Malamatenios, H. Signanini, P. Crema, G. Di Fazio, M. Gajdos, J. Rucinsky, R. 2009.** *Εγχειρίδιο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.* 2009.
- Schoon, K., & Boon, W. 1998.** *Self-efficacy and alternative conceptions of science of preservice elementary teachers, Science Education, Volume* 82, (5), 553-568. 1998.

**Serway, Raymond A. 1990.** *Physics for Scientists & Engineers, Third Edition Τόμος I Μηχανική.* 1990.

**Stylianidou, F Ogborn, J. 1999.** *Teaching about energy in secondary schools: teachers' transformations of a curriculum innovation .* Kiel, Germany : s.n., 1999.

**Trumper R. 1998.** *A longitudinal Study of Physics Students ' Conceptions on Energy in Pre-Service training for High School Teachers.* s.l. : Journal of science Education and Technology, p. 311-318., 1998.

**Wikipedia, Marine Energy.** <[http://en.wikipedia.org/wiki/Marine energy](http://en.wikipedia.org/wiki/Marine_energy)>[Πρόσβαση 14 Απριλίου 2016]. [Ηλεκτρονικό]

**Wikipedia, Ocean Thermal Energy.** <[http://en.wikipedia.org/wiki/Ocean thermal energy](http://en.wikipedia.org/wiki/Ocean_thermal_energy)>[Πρόσβαση 14 Απριλίου 2016]. [Ηλεκτρονικό]

**Ανδρίτσος. 2008.** *Ενέργεια και Περιβάλλον. Διδακτικές Σημειώσεις στο Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών.* Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος. : s.n., 2008.

**Βούτσινος, Γεώργιος, και συν. 2002.** *Διαχείριση Φυσικών Πόρων.* s.l. : Για Μαθητές Β' Τάξης Γενικού Λυκείου Τεχνολογικής Κατεύθυνσης, 2002.

**Βραχόπουλος, Κούκου και Καρύτσας. 2015.** *Κανονική Γεωθερμία- Αρχές Σχεδιασμού Γεωθερμικών Συστημάτων και Εφαρμογές.* s.l. : Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών, 2015.

**Γιαννακούρας, Ζαραβέλα και Μανδρίκας. 2009.** *Ανανεώσιμες-Ηπιες Πηγές Ενέργειας.* s.l. : Προγράμματα Ανοικτών Περιβαλλοντικών Τάξεων «ΚΑΛΛΙΣΤΩ»Η Διαδικτυακή Εκπαιδευτική Πύλη Υπουργείου Παιδείας & Θρησκευμάτων, Πολιτισμού & Αθλητισμού, 2009.

**Δερμιζάκης. 1986.** *Εισαγωγή στην γεωλογία των πετρελαίων.* Αθήνα, Εκδόσεις Επτάλοφος : s.n., 1986.

**Δέστε και Αποκρεμιώτη. 2009.** *Το Φυσικό Αέριο στην Ελλάδα.* ΤΕΙ Κρήτης, Χανιά : Βασικός Σχεδιασμός και Ανάλυση Παραμέτρων Λειτουργίας Μετρητικών και Ρυθμιστικών Σταθμών του Συστήματος Μεταφοράς Φυσικού Αερίου, 2009.

**Εγχειρίδιο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για Δυνητικούς Χρήστες. 2006.** s.l. : Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, 2006.

**Επιστήμη & Ζωή, Εγκυκλοπαίδεια. 2009.** s.l. : Επιστήμη & Ζωή Multimedia, 2009.

- Καλδέλλης, 2007.** Διαχείριση της Αιολικής Ενέργειας. s.l. : Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, 2007.
- ΚΑΠΕ, Ecole Des Mines De Paris. 2001.** *Οδηγός τεχνολογιών Ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ.* s.l. : Πρόγραμμα Leonardo Da Vinci, Ελληνική Έκδοση, 2001.
- Κατσαπρακάκης, 2009.** *Ηλιακή Ενέργεια: Ηλιακοί Συλλέκτες.* ΤΕΙ Κρήτης, Ηράκλειο : Διδακτικό υλικό, Εργαστήριο Αιολική Ενέργειας, 2009.
- Κολιόπουλος Δ. Ραβάνης Κ. 1998.** *"Η έννοια της ενέργειας στη σκέψη των μαθητών. Ερευνητικά ευρήματα κα διδακτικές επιπτώσεις",.* s.l. : Σύγχρονη Εκπαίδευση, σ.69-77, 1998.
- Κολιόπουλος, 1997.** *Η περίπτωση του διδακτικού μετασχηματισμού της έννοιας Ενέργεια.* Πάτρα, Διδακτορική διατριβή : s.n., 1997.
- Κολιόπουλος, Δ. 2006.** *Θέματα διδακτικής φυσικών επιστημών.* Αθήνα, Μεταίχμιο : s.n., 2006.
- Κορωναίος, 2012.** *Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.* Αθήνα : Διδακτικές Σημειώσεις στο Δ.Π.Μ.Σ Περιβάλλον και Ανάπτυξη, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 2012.
- Κώτσης Κ. , Κοτσίνας Γ. 2011.** *Αντιλήψεις Εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης για το ορατό φως. Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση.* Αλεξανδρούπολη : s.n., 2011.
- Κώτσης Κ. 2013.** *Εμπειρική Έρευνα στη Διαχρονική Φύση των Εναλλακτικών Ιδεών σε Έννοιες της Φυσικής. Πρακτικά 8ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση.* Βόλος : s.n., 2013.
- , **2011.** *Ερευνητική προσέγγιση του διαχρονικού χαρακτήρα των εναλλακτικών ιδεών στη διδακτική της φυσικής.* Ιωάννινα : s.n., 2011.
- Κώτσης, Κ. Θ , Στύλος, Γ., 2007.** *Συγκριτική Μελέτη των Αντιλήψεων Ιετών και 2ετών φοιτητών του τμήματος Φυσικής σχετικά με τις έννοιες της Νευτώνειας Μηχανικής, .* s.l. : Πρακτικά 6ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση« Οι πολλαπλές Προσεγγίσεις της Διδασκαλίας και της Μάθησης των Φυσικών Επιστημών» 487-494, 2007.
- Μπουραντάς, 2010.** *Η συμβολή της Εκπαίδευσης στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.* s.l. : ΔΠΜΣ Περιβάλλον και Ανάπτυξη, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 2010.

**Π. Κόκκοτα . 1999.** *Σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.* Αθήνα : s.n., 1999.

**Πακούρας, Π. Σ. Νταγκουμάς, Α. Παυλίδης, Π. 2006.** Οι Προοπτικές των ΑΠΕ στην Ελλάδα με Βάση το Νέο Θεσμικό Πλαίσιο. Θεσσαλονίκη. : Ομάδα Εργασίας, Μόνιμη Επιτροπή Ενέργειας, 2006.

**Πατρώνης. 2012.** *Πυρηνική Ενέργεια από αντιδράσεις σχάσης. Πυρηνική σύντηξη. Διδακτικές Σημειώσεις στο Τμήμα Φυσικών.* Ιωάννινα, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων : s.n., 2012.

**Πετροχείλου, Ε., Μάνεσης, Ε., Ρίζος, Ι., Κώτσης, Κ. 2007.** *Εξέλιξη των αντιλήψεων των φοιτητών του τμήματος φυσικής σε Έννοιες της Νευτώνειας Μηχανικής κατά τα δύο πρώτα έτη των σπουδών τους.* Ιωάννινα : Πρακτικά 5 ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην εκπαίδευση Επιμέλεια: Κατσίκης Α.,Κώτσης Κ., Μικρόπουλος Α., Τσαπαρλής Γ, Τεύχος Β, 520-527, 2007.

**Σπύρτου. 2002.** *Μελέτη εποικοδομητικής στρατηγικής για την εκπαίδευση των δασκάλων στις Φυσικές Επιστήμες.* Θεσσαλονίκη, Διδακτορική διατριβή : s.n., 2002.

**Σύνδεσμος Εταιριών Φωτολταϊκών. 2011.** Φωτοβολταϊκά και Περιβάλλον: Μύθοι, Θεωρίες Συνωμοσίας και Επιστημονική Πραγματικότητα. 2011.

**Τσακαλάκης. 2009.** *Παραγωγή Ενέργειας από Συμβατικά Ορυκτά Καύσιμα και από Εναλλακτικές Πηγές Ενέργειας.* Αθήνα : Διδακτικές Σημειώσεις στο Τμήμα Μηχανικών Μεταλλείων-Μεταλλουργών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 2009.

**2002. ΥΠΕΠΘ.** Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών (ΔΕΠΠΣ) και Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών ΑΠΣ, Αθήνα, ΟΕΔΒ : s.n., 2002.

**Υπηρεσία Ενέργειας Υπουργείο Εμπορίου, Βιομηχανίας & Τουρισμού. 2010.** *Εκπαιδευτικό Πρόγραμμα για την Ενέργεια.* 2010.

**Φραγκιαδάκης. 2007.** *Φωτοβολταϊκά Συστήματα.* Τ.Ε.Ι Κρήτης, Εκδόσεις Ζήτη : s.n., 2007.

**Φυτίκας και Ανδρίτσος. 2004.** Γεωθερμία- Γεωθερμικοί πόροι, Γεωθερμικά Ρευστά, Εφαρμογές, Περιβάλλον. Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις Τζιόλα : s.n., 2004.

**Χαλκιά, Κ. 1999.** *Στάσεις των ελλήνων εκπαιδευτικών της Α/θμιας και Β/θμιας εκπαίδευσης ως προς τη διδασκαλία του μαθήματος της φυσικής.* s.l. : Σύγχρονη Εκπαίδευση 106, 47-56, 1999.





# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

### Γενικές Ερωτήσεις :

#### Ερώτηση 1

Φύλο:

Πίνακας Συχνοτήτων ως προς το Φύλο

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Ανδρας	139	34,2	34,2	34,2
Valid Γυναίκα	268	65,8	65,8	100,0
Total	407	100,0	100,0	

#### Ερώτηση 2

Σε ποιο Τμήμα του Πανεπιστημίου σπουδάζετε;

Πίνακας Συχνοτήτων ως προς το Τμήμα

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Παιδαγωγικό	245	60,2	60,2	60,2
Valid Φυσικό	162	39,8	39,8	100,0
Total	407	100,0	100,0	

#### Ερώτηση 3

Κατά την διάρκεια των σπουδών σας στο λύκειο ακολουθήσατε κατεύθυνση ;

Πίνακας Συχνοτήτων ως προς την Κατεύθυνση

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Θετική	88	21,6	21,6	21,6
Valid Τεχνολογική	116	28,5	28,5	50,1
Valid Θεωρητική	203	49,9	49,9	100,0
Total	407	100,0	100,0	

## Ερώτηση 4

Κατά τη διάρκεια των βασικών σπουδών σας στο Πανεπιστήμιο, διδαχθήκατε μαθήματα σχετικά με :

Πίνακας Συχνοτήτων ως προς το Μάθημα της Φυσικής

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid 0	14	3,4	3,4	3,4
Valid 1	393	96,6	96,6	100,0
Total	407	100,0	100,0	

Πίνακας Συχνοτήτων ως προς το Μάθημα του Περιβάλλοντος

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid 0	151	37,1	37,1	37,1
Valid 1	256	62,9	62,9	100,0
Total	407	100,0	100,0	

Πίνακας Συχνοτήτων ως προς το Μάθημα των Α.Π.Ε.

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid 0	370	90,9	90,9	90,9
Valid 1	37	9,1	9,1	100,0
Total	407	100,0	100,0	

## Ερωτήσεις Περιεχομένου Περιβάλλοντος

### Ερώτηση 1

Ποια από τις παρακάτω κατηγορίες δεν συγκαταλέγεται στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας;

Πίνακας συχνοτήτων απαντήσεων Περιβαλλοντικής ερώτησης 1

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Γεωθερμική Ενέργεια	27	6,6	6,6	6,6
Ηλιακή ενέργεια	15	3,7	3,7	10,3
Ενέργεια Φυσικού αερίου	217	53,3	53,3	63,6
Valid Ενέργεια Βιομάζας	100	24,6	24,6	88,2
Αιολική Ενέργεια	2	,5	,5	88,7
Δε γνωρίζω	46	11,3	11,3	100,0
Total	407	100,0	100,0	

Πίνακας συχνοτήτων Σωστών – Λάθος απαντήσεων Περιβαλλοντικής ερώτησης 1

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Λάθος Απάντηση	190	46,7	46,7	46,7
Valid Σωστή Απάντηση	217	53,3	53,3	100,0
Total	407	100,0	100,0	

## Ερώτηση 2

Οι ανεμογεννήτριες και τα φωτοβολταϊκά τοποθετούνται σε συγκεκριμένες τοποθεσίες για:

Πίνακας συχνοτήτων απαντήσεων Περιβαλλοντικής ερώτησης 2

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	λόγους αισθητικούς	1	,2	,2
	ανάγκες τηλεπικοινωνίας	4	1,0	1,2
	μεγαλύτερη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας	382	93,9	95,1
	ανάλυση μετεωρολογικών δεδομένων	7	1,7	96,8
	Δε γνωρίζω	13	3,2	100,0
	Total	407	100,0	100,0

Πίνακας συχνοτήτων Σωστών – Λάθος απαντήσεων Περιβαλλοντικής ερώτησης 2

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Λάθος Απάντηση	25	6,1	6,1
	Σωστή Απάντηση	382	93,9	100,0
	Total	407	100,0	100,0

## Ερώτηση 3

Ποια από τις παρακάτω κατηγορίες προϊόντων αποτελεί πηγή προέλευσης βιομάζας;

Πίνακας συχνοτήτων απαντήσεων Περιβαλλοντικής ερώτησης 3

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Χημικά απόβλητα	50	12,3	12,3
	Βιοκαύσιμα	82	20,1	32,4
	Ανακυκλώσιμα υλικά (αλουμίνιο/πλαστικό)	52	12,8	45,2
	Αστικά απορρίμματα	123	30,2	75,4
	Δε γνωρίζω	100	24,6	100,0
	Total	407	100,0	100,0

Πίνακας συχνοτήτων Σωστών – Λάθος απαντήσεων Περιβαλλοντικής ερώτησης 3

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Λάθος Απάντηση	284	69,8	69,8
	Σωστή Απάντηση	123	30,2	100,0
	Total	407	100,0	100,0

#### Ερώτηση 4

Ποια από τις παρακάτω κατηγορίες είναι ανανεώσιμη πηγή ενέργειας;

Πίνακας συχνοτήτων απαντήσεων Περιβαλλοντικής ερώτησης 4

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Ενέργεια Βιομάζας	235	57,7	57,7
	Ενέργεια από γαιάνθρακα	39	9,6	67,3
	Ενέργεια Φυσικού Αερίου	84	20,6	88,0
	Ενέργεια από πετρέλαιο	16	3,9	91,9
	Δε γνωρίζω	33	8,1	100,0
	Total	407	100,0	100,0

Πίνακας συχνοτήτων Σωστών – Λάθος απαντήσεων Περιβαλλοντικής ερώτησης 4

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Λάθος Απάντηση	172	42,3	42,3
	Σωστή Απάντηση	235	57,7	100,0
	Total	407	100,0	100,0

#### Ερώτηση 5

Η γεωθερμική ενέργεια προκύπτει από την εκμετάλλευση :

Πίνακας συχνοτήτων απαντήσεων Περιβαλλοντικής ερώτησης 5

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent	
Valid	των ηφαιστειών	37	9,1	9,1	
	της θερμότητας κάτω από την επιφάνεια της Γης	315	77,4	86,5	
	των ιαματικών πηγών	7	1,7	88,2	
	του θερμού αέρα τους	5	1,2	89,4	
	θερινούς μήνες				
	Δε γνωρίζω	43	10,6	100,0	
Total	407	100,0	100,0		

Πίνακας συχνοτήτων Σωστών – Λάθος απαντήσεων Περιβαλλοντικής ερώτησης 5

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Λάθος Απάντηση	92	22,6	22,6
	Σωστή Απάντηση	315	77,4	100,0
	Total	407	100,0	100,0

## Ερώτηση 6

Ποιο από τα παρακάτω ισχύει σχετικά με την αιολική ενέργεια;

Πίνακας συχνοτήτων απαντήσεων Περιβαλλοντικής ερώτησης 6

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Δημιουργείται από τις ανεμογεννήτριες	117	28,7	28,7	28,7
Εξαρτάται από το μέγεθος του αιολικού πάρκου	17	4,2	4,2	32,9
Valid Προέρχεται από την κίνηση των ανέμων	239	58,7	58,7	91,6
Είναι μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας	10	2,5	2,5	94,1
Δε γνωρίζω	24	5,9	5,9	100,0
Total	407	100,0	100,0	

Πίνακας συχνοτήτων Σωστών – Λάθος απαντήσεων Περιβαλλοντικής ερώτησης 6

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Λάθος Απάντηση	168	41,3	41,3	41,3
Valid Σωστή Απάντηση	239	58,7	58,7	100,0
Total	407	100,0	100,0	

## Ερώτηση 7

Οι ανεμογεννήτριες, τα φωτοβολταϊκά και τα υδροηλεκτρικά συστήματα είναι διατάξεις που σκοπό έχουν :

Πίνακας συχνοτήτων απαντήσεων Περιβαλλοντικής ερώτησης 7

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Τη μείωση χρήσης των ορυκτών καυσίμων	212	52,1	52,1	52,1
Την εκμετάλλευση της ηλεκτρικής ενέργειας	92	22,6	22,6	74,7
Valid Τη μείωση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας	44	10,8	10,8	85,5
Τη μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας σε θερμική	29	7,1	7,1	92,6
Δεν γνωρίζω	30	7,4	7,4	100,0
Total	407	100,0	100,0	

Πίνακας συχνοτήτων Σωστών – Λάθος απαντήσεων Περιβαλλοντικής ερώτησης 7

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Λάθος Απάντηση	195	47,9	47,9	47,9
Valid Σωστή Απάντηση	212	52,1	52,1	100,0
Total	407	100,0	100,0	

### Ερώτηση 8

Το δυναμικό της ενέργειας από το θαλάσσιο κυματισμό (κυματική ενέργεια) αποτελεί μια μορφή ανανεώσιμης πηγής ενέργειας.

Πίνακας συχνοτήτων απαντήσεων Περιβαλλοντικής ερώτησης 8

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Λάθος	56	13,8	13,8
	Σωστό	242	59,5	73,2
	Δε γνωρίζω	109	26,8	100,0
	Total	407	100,0	100,0

Πίνακας συχνοτήτων Σωστών – Λάθος απαντήσεων Περιβαλλοντικής ερώτησης 8

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Λάθος Απάντηση	165	40,5	40,5
	Σωστή Απάντηση	242	59,5	100,0
	Total	407	100,0	100,0

### Ερώτηση 9

Η γεωθερμική ενέργεια χρησιμοποιείται κυρίως για :

Πίνακας συχνοτήτων απαντήσεων Περιβαλλοντικής ερώτησης 9

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Θέρμανση/ψύξη κτιρίων	131	32,2	32,2
	Την άντληση βιοκαυσίμων	63	15,5	47,7
	Την μόνωση των κτιρίων	15	3,7	51,4
	Για την άντληση πετρελαίου	44	10,8	62,2
	Δε γνωρίζω	154	37,8	100,0
	Total	407	100,0	100,0

Πίνακας συχνοτήτων Σωστών – Λάθος απαντήσεων Περιβαλλοντικής ερώτησης 9

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Λάθος Απάντηση	276	67,8	67,8
	Σωστή Απάντηση	131	32,2	100,0
	Total	407	100,0	100,0

### Ερώτηση 10

Ποια είναι η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη – εκμεταλλεύσιμη Ανανεώσιμη Πηγή Ενέργειας;

Πίνακας συχνοτήτων απαντήσεων Περιβαλλοντικής ερώτησης 10

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Αιολική	56	13,8	13,8
	Υδροηλεκτρική	54	13,3	27,0
	Γεωθερμία	12	2,9	30,0
	Ηλιακή	257	63,1	93,1
	Βιομάζα	13	3,2	96,3
	Ενέργεια Θάλασσας	2	,5	96,8
	Δε γνωρίζω	13	3,2	100,0
	Total	407	100,0	100,0

Πίνακας συχνοτήτων Σωστών – Λάθος απαντήσεων Περιβαλλοντικής ερώτησης 10

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Λάθος Απάντηση	150	36,9	36,9
	Σωστή Απάντηση	257	63,1	100,0
	Total	407	100,0	100,0

### Ερώτηση 11

Η κατασκευή υδροηλεκτρικών έργων προκαλεί αλλοίωση της γεωμορφολογίας της πανίδας, της χλωρίδας και μεταβολές στο μικροκλίμα της περιοχής.

Πίνακας συχνοτήτων απαντήσεων Περιβαλλοντικής ερώτησης 11

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Λάθος	120	29,5	29,5
	Σωστό	191	46,9	76,4
	Δε γνωρίζω	96	23,6	100,0
	Total	407	100,0	100,0

Πίνακας συχνοτήτων Σωστών – Λάθος απαντήσεων Περιβαλλοντικής ερώτησης 11

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Λάθος Απάντηση	216	53,1	53,1
	Σωστή Απάντηση	191	46,9	100,0
	Total	407	100,0	100,0

### Ερώτηση 12

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας εκλύουν ελάχιστα καυσαέρια και δεν απαιτείται καμία καύσιμη ύλη για την εκμετάλλευσή τους.

Πίνακας συχνοτήτων απαντήσεων Περιβαλλοντικής ερώτησης 12

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Λάθος	119	29,2	29,2
	Σωστό	219	53,8	83,0
	Δε γνωρίζω	69	17,0	100,0
	Total	407	100,0	100,0

Πίνακας συχνοτήτων Σωστών – Λάθος απαντήσεων Περιβαλλοντικής ερώτησης 12

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Λάθος Απάντηση	288	70,8	70,8
	Σωστή Απάντηση	119	29,2	100,0
	Total	407	100,0	100,0

## Ερωτήσεις Περιεχομένου Περιβαλλοντικής Φυσικής

### Ερώτηση 1

Η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας  $I$  αυξάνεται όσο απομακρυνόμαστε κατακόρυφα από τη στάθμη της θάλασσας.

Πίνακας συχνότητων απαντήσεων Περιβαλλοντικής Φυσικής ερώτησης 1

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Λάθος	100	24,6	24,6
	Σωστό	176	43,2	67,8
	Δε γνωρίζω	131	32,2	100,0
	Total	407	100,0	100,0

Πίνακας συχνότητων Σωστών – Λάθος απαντήσεων Περιβαλλοντικής Φυσικής ερώτησης 1

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Λάθος Απάντηση	231	56,8	56,8
	Σωστή Απάντηση	176	43,2	100,0
	Total	407	100,0	100,0

### Ερώτηση 2

Η θερμοκρασία της Γης (T) μειώνεται όσο κινούμαστε προς το εσωτερικό της με αποτέλεσμα την εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας.

Πίνακας συχνότητων απαντήσεων Περιβαλλοντικής Φυσικής ερώτησης 2

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Λάθος	257	63,1	63,1
	Σωστό	80	19,7	82,8
	Δε γνωρίζω	70	17,2	100,0
	Total	407	100,0	100,0

Πίνακας συχνότητων Σωστών – Λάθος απαντήσεων Περιβαλλοντικής Φυσικής ερώτησης 2

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Λάθος Απάντηση	150	36,9	36,9
	Σωστή Απάντηση	257	63,1	100,0
	Total	407	100,0	100,0

### Ερώτηση 3

Οι μετεωρολογικές συνθήκες (νεφοκάλυψη, υγρασία) δεν επηρεάζουν την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας που φτάνει στην επιφάνεια της Γης.

Πίνακας συχνότητων απαντήσεων Περιβαλλοντικής Φυσικής ερώτησης 3

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Λάθος	290	71,3	71,3
	Σωστό	67	16,5	87,7
	Δε γνωρίζω	50	12,3	100,0
	Total	407	100,0	100,0



Πίνακας συχνότητων Σωστών – Λάθος απαντήσεων Περιβαλλοντικής Φυσικής ερώτησης 3

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Λάθος Απάντηση	117	28,7	28,7
	Σωστή Απάντηση	290	71,3	100,0
	Total	407	100,0	100,0

#### Ερώτηση 4

Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που εκπέμπεται από τον Ήλιο είναι αποτέλεσμα θερμοπυρηνικών αντιδράσεων που συμβαίνουν στην ηλιακή σφαίρα.

Πίνακας συχνότητων απαντήσεων Περιβαλλοντικής Φυσικής ερώτησης 4

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Λάθος	65	16,0	16,0
	Σωστό	219	53,8	69,8
	Δε γνωρίζω	123	30,2	100,0
	Total	407	100,0	100,0

Πίνακας συχνότητων Σωστών – Λάθος απαντήσεων Περιβαλλοντικής Φυσικής ερώτησης 4

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Λάθος Απάντηση	188	46,2	46,2
	Σωστή Απάντηση	219	53,8	100,0
	Total	407	100,0	100,0

#### Ερώτηση 5

Η περιστροφή της Γης προκαλεί μεγάλη διακύμανση στην ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει σε συγκεκριμένη τοποθεσία κατά τη διάρκεια μιας ημέρας.

Πίνακας συχνότητων απαντήσεων Περιβαλλοντικής Φυσικής ερώτησης 5

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Λάθος	63	15,5	15,5
	Σωστό	214	52,6	68,1
	Δε γνωρίζω	130	31,9	100,0
	Total	407	100,0	100,0

Πίνακας συχνότητων Σωστών – Λάθος απαντήσεων Περιβαλλοντικής Φυσικής ερώτησης 5

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Λάθος Απάντηση	193	47,4	47,4
	Σωστή Απάντηση	214	52,6	100,0
	Total	407	100,0	100,0

## Ερώτηση 6

Σε ένα ηλιακό πάνελ (φωτοβολταϊκό) γίνεται μετατροπή της \_\_\_\_\_ ενέργειας σε \_\_\_\_\_ ενέργεια.

Πίνακας συχνότητων απαντήσεων Περιβαλλοντικής Φυσικής ερώτησης 6

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	χημικής , ηλεκτρική	42	10,3	10,3
	ηλεκτρικής, ακτινοβολούσα	17	4,2	14,5
	κινητικής, χημική	8	2,0	16,5
	ακτινοβολούσας , ηλεκτρική	323	79,4	95,8
	Δε γνωρίζω	17	4,2	100,0
Total	407	100,0	100,0	

Πίνακας συχνότητων Σωστών – Λάθος απαντήσεων Περιβαλλοντικής Φυσικής ερώτησης 6

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Λάθος Απάντηση	84	20,6	20,6
	Σωστή Απάντηση	323	79,4	100,0
	Total	407	100,0	100,0

## Ερώτηση 7

Η ποσότητα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που φθάνει στην επιφάνεια της Γη από τον Ήλιο περιέχει :

Πίνακας συχνότητων απαντήσεων Περιβαλλοντικής Φυσικής ερώτησης 7

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Ραδιενέργεια	89	21,9	21,9
	Ραδιοκύματα	101	24,8	46,7
	Ορατό φως	152	37,3	84,0
	Ηλεκτρικό ρεύμα	6	1,5	85,5
	Δε γνωρίζω	59	14,5	100,0
	Total	407	100,0	100,0

Πίνακας συχνότητων Σωστών – Λάθος απαντήσεων Περιβαλλοντικής Φυσικής ερώτησης 7

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Λάθος Απάντηση	255	62,7	62,7
	Σωστή Απάντηση	152	37,3	100,0
	Total	407	100,0	100,0

### Ερώτηση 8

Η ανεμογεννήτρια είναι μια διάταξη η οποία μετατρέπει (εκμεταλλεύεται) την \_\_\_\_\_ ενέργεια του ανέμου σε \_\_\_\_\_ ενέργεια.

Πίνακας συχνοτήτων απαντήσεων Περιβαλλοντικής Φυσικής ερώτησης 8

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	μηχανική, χημική	12	2,9	2,9
	κινητική, ηλεκτρική	346	85,0	88,0
	δυναμική, χημική	28	6,9	94,8
	κινητική, πυρηνική	5	1,2	96,1
	Δε γνωρίζω	16	3,9	100,0
Total	407	100,0	100,0	

Πίνακας συχνοτήτων Σωστών – Λάθος απαντήσεων Περιβαλλοντικής Φυσικής ερώτησης 8

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Λάθος Απάντηση	61	15,0	15,0
	Σωστή Απάντηση	346	85,0	100,0
Total	407	100,0	100,0	

### Ερώτηση 9

Η ηλιακή και η αιολική ενέργεια μετατρέπονται χωρίς απώλειες σε ηλεκτρική ενέργεια με τη χρήση ενός ηλιακού πάνελ και μιας ανεμογεννήτριας αντίστοιχα.

Πίνακας συχνοτήτων απαντήσεων Περιβαλλοντικής Φυσικής ερώτησης 9

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Λάθος	214	52,6	52,6
	Σωστό	149	36,6	89,2
	Δε γνωρίζω	44	10,8	100,0
	Total	407	100,0	100,0

Πίνακας συχνοτήτων Σωστών – Λάθος απαντήσεων Περιβαλλοντικής Φυσικής ερώτησης 9

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Λάθος Απάντηση	193	47,4	47,4
	Σωστή Απάντηση	214	52,6	100,0
Total	407	100,0	100,0	

### Ερώτηση 10

Στα υδροηλεκτρικά έργα κατασκευάζονται φράγματα με ανεβασμένη στάθμη υδάτων για την εκμετάλλευση της \_\_\_\_\_ ενέργειας του νερού.

Πίνακας συχνοτήτων απαντήσεων Περιβαλλοντικής Φυσικής ερώτησης 10

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Χημικής	12	2,9	2,9
	Ηλιακής	15	3,7	6,6
	Δυναμικής	289	71,0	77,6
	Ηλεκτρικής	60	14,7	92,4
	Δε γνωρίζω	31	7,6	100,0
	Total	407	100,0	100,0

Πίνακας συχνοτήτων Σωστών – Λάθος απαντήσεων Περιβαλλοντικής Φυσικής ερώτησης 10

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Λάθος Απάντηση	118	29,0	29,0	29,0
Valid Σωστή Απάντηση	289	71,0	71,0	100,0
Total	407	100,0	100,0	

### Ερώτηση 11

Η περιστροφή της Γης αποτελεί αρνητικό παράγοντα στην εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας κατά τη διάρκεια ενός 24ώρου.

Πίνακας συχνοτήτων απαντήσεων Περιβαλλοντικής Φυσικής ερώτησης 11

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Λάθος	123	30,2	30,2	30,2
Valid Σωστό	150	36,9	36,9	67,1
Valid Δε γνωρίζω	134	32,9	32,9	100,0
Total	407	100,0	100,0	

Πίνακας συχνοτήτων Σωστών – Λάθος απαντήσεων Περιβαλλοντικής Φυσικής ερώτησης 11

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Λάθος Απάντηση	257	63,1	63,1	63,1
Valid Σωστή Απάντηση	150	36,9	36,9	100,0
Total	407	100,0	100,0	

### Ερώτηση 12

Η παραγωγή ενέργειας από θαλάσσια κύματα δεν εξαρτάται από :

Πίνακας συχνοτήτων απαντήσεων Περιβαλλοντικής Φυσικής ερώτησης 12

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid τη δύναμη των κυμάτων	58	14,3	14,3	14,3
Valid από τους επιφανειακούς θαλάσσιους ανέμους	72	17,7	17,7	31,9
Valid από την κινητική ενέργεια των ανέμων	51	12,5	12,5	44,5
Valid από τη δυναμική ενέργεια των ανέμων	77	18,9	18,9	63,4
Valid δε γνωρίζω	149	36,6	36,6	100,0
Total	407	100,0	100,0	

Πίνακας συχνοτήτων Σωστών – Λάθος απαντήσεων Περιβαλλοντικής Φυσικής ερώτησης 12

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Λάθος Απάντηση	330	81,1	81,1	81,1
Valid Σωστή Απάντηση	77	18,9	18,9	100,0
Total	407	100,0	100,0	

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

### Ερωτήσεις Περιεχομένου Περιβάλλοντος

#### Ερώτηση 2

Ως προς το Φύλο :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 2 ως προς το Φύλο

			Φύλο		Total
			Άνδρας	Γυναίκα	
ΕΡΩΤΗΣΗ2	Λάθος Απάντηση	Count	11	14	25
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ2	44,0%	56,0%	100,0%
		% within Φύλο	7,9%	5,2%	6,1%
		% of Total	2,7%	3,4%	6,1%
	Σωστή Απάντηση	Count	128	254	382
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ2	33,5%	66,5%	100,0%
		% within Φύλο	92,1%	94,8%	93,9%
		% of Total	31,4%	62,4%	93,9%
Total	Count	139	268	407	
	% within ΕΡΩΤΗΣΗ2	34,2%	65,8%	100,0%	
	% within Φύλο	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	34,2%	65,8%	100,0%	

Ως προς το Τμήμα :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 2 ως προς το Τμήμα

			Τμήμα		Total
			Παιδαγωγικό	Φυσικό	
ΕΡΩΤΗΣΗ2	Λάθος Απάντηση	Count	13	12	25
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ2	52,0%	48,0%	100,0%
		% within Τμήμα	5,3%	7,4%	6,1%
		% of Total	3,2%	2,9%	6,1%
	Σωστή Απάντηση	Count	232	150	382
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ2	60,7%	39,3%	100,0%
		% within Τμήμα	94,7%	92,6%	93,9%
		% of Total	57,0%	36,9%	93,9%
Total	Count	245	162	407	
	% within ΕΡΩΤΗΣΗ2	60,2%	39,8%	100,0%	
	% within Τμήμα	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	60,2%	39,8%	100,0%	

Ως προς την Κατεύθυνση :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 2 ως προς την Κατεύθυνση

			Κατεύθυνση			Total
			Θετική	Τεχνολογική	Θεωρητική	
ΕΡΩΤΗΣΗ2	Λάθος Απάντηση	Count	9	6	10	25
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ2	36,0%	24,0%	40,0%	100,0%
		% within Κατεύθυνση	10,2%	5,2%	4,9%	6,1%
		% of Total	2,2%	1,5%	2,5%	6,1%
	Σωστή Απάντηση	Count	79	110	193	382
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ2	20,7%	28,8%	50,5%	100,0%
		% within Κατεύθυνση	89,8%	94,8%	95,1%	93,9%
		% of Total	19,4%	27,0%	47,4%	93,9%
Total	Count	88	116	203	407	
	% within ΕΡΩΤΗΣΗ2	21,6%	28,5%	49,9%	100,0%	
	% within Κατεύθυνση	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	21,6%	28,5%	49,9%	100,0%	

### Ερώτηση 3

Ως προς το Φύλο :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 3 ως προς το Φύλο

			Φύλο		Total
			Ανδρας	Γυναίκα	
ΕΡΩΤΗΣΗ3	Λάθος Απάντηση	Count	87	197	284
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ3	30,6%	69,4%	100,0%
		% within Φύλο	62,6%	73,5%	69,8%
		% of Total	21,4%	48,4%	69,8%
	Σωστή Απάντηση	Count	52	71	123
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ3	42,3%	57,7%	100,0%
		% within Φύλο	37,4%	26,5%	30,2%
		% of Total	12,8%	17,4%	30,2%
Total	Count	139	268	407	
	% within ΕΡΩΤΗΣΗ3	34,2%	65,8%	100,0%	
	% within Φύλο	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	34,2%	65,8%	100,0%	

Ως προς το Τμήμα :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 3 ως προς το Τμήμα

			Τμήμα		Total
			Παιδαγωγικό	Φυσικό	
ΕΡΩΤΗΣΗ3	Λάθος Απάντηση	Count	187	97	284
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ3	65,8%	34,2%	100,0%
		% within Τμήμα	76,3%	59,9%	69,8%
		% of Total	45,9%	23,8%	69,8%
	Σωστή Απάντηση	Count	58	65	123
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ3	47,2%	52,8%	100,0%
		% within Τμήμα	23,7%	40,1%	30,2%
		% of Total	14,3%	16,0%	30,2%
Total	Count	245	162	407	
	% within ΕΡΩΤΗΣΗ3	60,2%	39,8%	100,0%	
	% within Τμήμα	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	60,2%	39,8%	100,0%	

Ως προς την Κατεύθυνση :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 3 ως προς την Κατεύθυνση

			Κατεύθυνση			Total
			Θετική	Τεχνολογική	Θεωρητική	
ΕΡΩΤΗΣΗ3	Λάθος Απάντηση	Count	56	71	157	284
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ3	19,7%	25,0%	55,3%	100,0%
		% within Κατεύθυνση	63,6%	61,2%	77,3%	69,8%
		% of Total	13,8%	17,4%	38,6%	69,8%
	Σωστή Απάντηση	Count	32	45	46	123
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ3	26,0%	36,6%	37,4%	100,0%
		% within Κατεύθυνση	36,4%	38,8%	22,7%	30,2%
		% of Total	7,9%	11,1%	11,3%	30,2%
Total	Count	88	116	203	407	
	% within ΕΡΩΤΗΣΗ3	21,6%	28,5%	49,9%	100,0%	
	% within Κατεύθυνση	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	21,6%	28,5%	49,9%	100,0%	

## Ερώτηση 4

Ως προς το Φύλο :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 4 ως προς το Φύλο

			Φύλο		Total
			Ανδρας	Γυναίκα	
ΕΡΩΤΗΣΗ4	Λάθος Απάντηση	Count	37	135	172
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ4	21,5%	78,5%	100,0%
		% within Φύλο	26,6%	50,4%	42,3%
		% of Total	9,1%	33,2%	42,3%
	Σωστή Απάντηση	Count	102	133	235
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ4	43,4%	56,6%	100,0%
		% within Φύλο	73,4%	49,6%	57,7%
		% of Total	25,1%	32,7%	57,7%
Total	Count	139	268	407	
	% within ΕΡΩΤΗΣΗ4	34,2%	65,8%	100,0%	
	% within Φύλο	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	34,2%	65,8%	100,0%	

Ως προς το Τμήμα :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 4 ως προς το Τμήμα

			Τμήμα		Total
			Παιδαγωγικό	Φυσικό	
ΕΡΩΤΗΣΗ4	Λάθος Απάντηση	Count	124	48	172
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ4	72,1%	27,9%	100,0%
		% within Τμήμα	50,6%	29,6%	42,3%
		% of Total	30,5%	11,8%	42,3%
	Σωστή Απάντηση	Count	121	114	235
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ4	51,5%	48,5%	100,0%
		% within Τμήμα	49,4%	70,4%	57,7%
		% of Total	29,7%	28,0%	57,7%
Total	Count	245	162	407	
	% within ΕΡΩΤΗΣΗ4	60,2%	39,8%	100,0%	
	% within Τμήμα	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	60,2%	39,8%	100,0%	

Ως προς την Κατεύθυνση :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 4 ως προς την Κατεύθυνση

			Κατεύθυνση			Total
			Θετική	Τεχνολογική	Θεωρητική	
ΕΡΩΤΗΣΗ4	Λάθος Απάντηση	Count	31	37	104	172
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ4	18,0%	21,5%	60,5%	100,0%
		% within Κατεύθυνση	35,2%	31,9%	51,2%	42,3%
		% of Total	7,6%	9,1%	25,6%	42,3%
	Σωστή Απάντηση	Count	57	79	99	235
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ4	24,3%	33,6%	42,1%	100,0%
		% within Κατεύθυνση	64,8%	68,1%	48,8%	57,7%
		% of Total	14,0%	19,4%	24,3%	57,7%
Total	Count	88	116	203	407	
	% within ΕΡΩΤΗΣΗ4	21,6%	28,5%	49,9%	100,0%	
	% within Κατεύθυνση	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	21,6%	28,5%	49,9%	100,0%	

## Ερώτηση 5

Ως προς το Φύλο :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 5 ως προς το Φύλο

			Φύλο		Total
			Άνδρας	Γυναίκα	
ΕΡΩΤΗΣΗΣ	Λάθος Απάντηση	Count	30	62	92
		% within ΕΡΩΤΗΣΗΣ	32,6%	67,4%	100,0%
		% within Φύλο	21,6%	23,1%	22,6%
		% of Total	7,4%	15,2%	22,6%
	Σωστή Απάντηση	Count	109	206	315
		% within ΕΡΩΤΗΣΗΣ	34,6%	65,4%	100,0%
		% within Φύλο	78,4%	76,9%	77,4%
		% of Total	26,8%	50,6%	77,4%
Total		Count	139	268	407
		% within ΕΡΩΤΗΣΗΣ	34,2%	65,8%	100,0%
		% within Φύλο	100,0%	100,0%	100,0%
		% of Total	34,2%	65,8%	100,0%

Ως προς το Τμήμα :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 5 ως προς το Τμήμα

			Τμήμα		Total
			Παιδαγωγικό	Φυσικό	
ΕΡΩΤΗΣΗΣ	Λάθος Απάντηση	Count	46	46	92
		% within ΕΡΩΤΗΣΗΣ	50,0%	50,0%	100,0%
		% within Τμήμα	18,8%	28,4%	22,6%
		% of Total	11,3%	11,3%	22,6%
	Σωστή Απάντηση	Count	199	116	315
		% within ΕΡΩΤΗΣΗΣ	63,2%	36,8%	100,0%
		% within Τμήμα	81,2%	71,6%	77,4%
		% of Total	48,9%	28,5%	77,4%
Total		Count	245	162	407
		% within ΕΡΩΤΗΣΗΣ	60,2%	39,8%	100,0%
		% within Τμήμα	100,0%	100,0%	100,0%
		% of Total	60,2%	39,8%	100,0%

Ως προς την Κατεύθυνση :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 5 ως προς την Κατεύθυνση

			Κατεύθυνση			Total
			Θετική	Τεχνολογική	Θεωρητική	
ΕΡΩΤΗΣΗΣ	Λάθος Απάντηση	Count	25	27	40	92
		% within ΕΡΩΤΗΣΗΣ	27,2%	29,3%	43,5%	100,0%
		% within Κατεύθυνση	28,4%	23,3%	19,7%	22,6%
		% of Total	6,1%	6,6%	9,8%	22,6%
	Σωστή Απάντηση	Count	63	89	163	315
		% within ΕΡΩΤΗΣΗΣ	20,0%	28,3%	51,7%	100,0%
		% within Κατεύθυνση	71,6%	76,7%	80,3%	77,4%
		% of Total	15,5%	21,9%	40,0%	77,4%
Total		Count	88	116	203	407
		% within ΕΡΩΤΗΣΗΣ	21,6%	28,5%	49,9%	100,0%
		% within Κατεύθυνση	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
		% of Total	21,6%	28,5%	49,9%	100,0%



## Ερώτηση 6

Ως προς το Φύλο :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 6 ως προς το Φύλο

			Φύλο		Total
			Άνδρας	Γυναίκα	
ΕΡΩΤΗΣΗ6	Λάθος Απάντηση	Count	43	125	168
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ6	25,6%	74,4%	100,0%
		% within Φύλο	30,9%	46,6%	41,3%
		% of Total	10,6%	30,7%	41,3%
	Σωστή Απάντηση	Count	96	143	239
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ6	40,2%	59,8%	100,0%
		% within Φύλο	69,1%	53,4%	58,7%
		% of Total	23,6%	35,1%	58,7%
Total	Count	139	268	407	
	% within ΕΡΩΤΗΣΗ6	34,2%	65,8%	100,0%	
	% within Φύλο	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	34,2%	65,8%	100,0%	

Ως προς το Τμήμα :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 6 ως προς το Τμήμα

			Τμήμα		Total
			Παιδαγωγικό	Φυσικό	
ΕΡΩΤΗΣΗ6	Λάθος Απάντηση	Count	103	65	168
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ6	61,3%	38,7%	100,0%
		% within Τμήμα	42,0%	40,1%	41,3%
		% of Total	25,3%	16,0%	41,3%
	Σωστή Απάντηση	Count	142	97	239
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ6	59,4%	40,6%	100,0%
		% within Τμήμα	58,0%	59,9%	58,7%
		% of Total	34,9%	23,8%	58,7%
Total	Count	245	162	407	
	% within ΕΡΩΤΗΣΗ6	60,2%	39,8%	100,0%	
	% within Τμήμα	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	60,2%	39,8%	100,0%	

Ως προς την Κατεύθυνση :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 6 ως προς την Κατεύθυνση

			Κατεύθυνση			Total
			Θετική	Τεχνολογική	Θεωρητική	
ΕΡΩΤΗΣΗ6	Λάθος Απάντηση	Count	34	49	85	168
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ6	20,2%	29,2%	50,6%	100,0%
		% within Κατεύθυνση	38,6%	42,2%	41,9%	41,3%
		% of Total	8,4%	12,0%	20,9%	41,3%
	Σωστή Απάντηση	Count	54	67	118	239
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ6	22,6%	28,0%	49,4%	100,0%
		% within Κατεύθυνση	61,4%	57,8%	58,1%	58,7%
		% of Total	13,3%	16,5%	29,0%	58,7%
Total	Count	88	116	203	407	
	% within ΕΡΩΤΗΣΗ6	21,6%	28,5%	49,9%	100,0%	
	% within Κατεύθυνση	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	21,6%	28,5%	49,9%	100,0%	

## Ερώτηση 7

Ως προς το Φύλο :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 7 ως προς το Φύλο

			Φύλο		Total
			Άνδρας	Γυναίκα	
ΕΡΩΤΗΣΗ7	Λάθος Απάντηση	Count	53	142	195
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ7	27,2%	72,8%	100,0%
		% within Φύλο	38,1%	53,0%	47,9%
		% of Total	13,0%	34,9%	47,9%
	Σωστή Απάντηση	Count	86	126	212
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ7	40,6%	59,4%	100,0%
		% within Φύλο	61,9%	47,0%	52,1%
		% of Total	21,1%	31,0%	52,1%
Total	Count	139	268	407	
	% within ΕΡΩΤΗΣΗ7	34,2%	65,8%	100,0%	
	% within Φύλο	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	34,2%	65,8%	100,0%	

Ως προς το Τμήμα :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 7 ως προς το Τμήμα

			Τμήμα		Total
			Παιδαγωγικό	Φυσικό	
ΕΡΩΤΗΣΗ7	Λάθος Απάντηση	Count	137	58	195
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ7	70,3%	29,7%	100,0%
		% within Τμήμα	55,9%	35,8%	47,9%
		% of Total	33,7%	14,3%	47,9%
	Σωστή Απάντηση	Count	108	104	212
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ7	50,9%	49,1%	100,0%
		% within Τμήμα	44,1%	64,2%	52,1%
		% of Total	26,5%	25,6%	52,1%
Total	Count	245	162	407	
	% within ΕΡΩΤΗΣΗ7	60,2%	39,8%	100,0%	
	% within Τμήμα	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	60,2%	39,8%	100,0%	

Ως προς την Κατεύθυνση :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 7 ως προς την Κατεύθυνση

			Κατεύθυνση			Total
			Θετική	Τεχνολογική	Θεωρητική	
ΕΡΩΤΗΣΗ7	Λάθος Απάντηση	Count	36	44	115	195
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ7	18,5%	22,6%	59,0%	100,0%
		% within Κατεύθυνση	40,9%	37,9%	56,7%	47,9%
		% of Total	8,8%	10,8%	28,3%	47,9%
	Σωστή Απάντηση	Count	52	72	88	212
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ7	24,5%	34,0%	41,5%	100,0%
		% within Κατεύθυνση	59,1%	62,1%	43,3%	52,1%
		% of Total	12,8%	17,7%	21,6%	52,1%
Total	Count	88	116	203	407	
	% within ΕΡΩΤΗΣΗ7	21,6%	28,5%	49,9%	100,0%	
	% within Κατεύθυνση	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	21,6%	28,5%	49,9%	100,0%	

## Ερώτηση 8

Ως προς το Φύλο :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 8 ως προς το Φύλο

			Φύλο		Total
			Άνδρας	Γυναίκα	
ΕΡΩΤΗΣΗ8	Λάθος Απάντηση	Count	51	114	165
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ8	30,9%	69,1%	100,0%
		% within Φύλο	36,7%	42,5%	40,5%
		% of Total	12,5%	28,0%	40,5%
	Σωστή Απάντηση	Count	88	154	242
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ8	36,4%	63,6%	100,0%
		% within Φύλο	63,3%	57,5%	59,5%
		% of Total	21,6%	37,8%	59,5%
Total	Count	139	268	407	
	% within ΕΡΩΤΗΣΗ8	34,2%	65,8%	100,0%	
	% within Φύλο	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	34,2%	65,8%	100,0%	

Ως προς το Τμήμα :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 8 ως προς το Τμήμα

			Τμήμα		Total
			Παιδαγωγικό	Φυσικό	
ΕΡΩΤΗΣΗ8	Λάθος Απάντηση	Count	110	55	165
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ8	66,7%	33,3%	100,0%
		% within Τμήμα	44,9%	34,0%	40,5%
		% of Total	27,0%	13,5%	40,5%
	Σωστή Απάντηση	Count	135	107	242
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ8	55,8%	44,2%	100,0%
		% within Τμήμα	55,1%	66,0%	59,5%
		% of Total	33,2%	26,3%	59,5%
Total	Count	245	162	407	
	% within ΕΡΩΤΗΣΗ8	60,2%	39,8%	100,0%	
	% within Τμήμα	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	60,2%	39,8%	100,0%	

Ως προς την Κατεύθυνση :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 8 ως προς την Κατεύθυνση

			Κατεύθυνση			Total
			Θετική	Τεχνολογική	Θεωρητική	
ΕΡΩΤΗΣΗ8	Λάθος Απάντηση	Count	27	47	91	165
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ8	16,4%	28,5%	55,2%	100,0%
		% within Κατεύθυνση	30,7%	40,5%	44,8%	40,5%
		% of Total	6,6%	11,5%	22,4%	40,5%
	Σωστή Απάντηση	Count	61	69	112	242
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ8	25,2%	28,5%	46,3%	100,0%
		% within Κατεύθυνση	69,3%	59,5%	55,2%	59,5%
		% of Total	15,0%	17,0%	27,5%	59,5%
Total	Count	88	116	203	407	
	% within ΕΡΩΤΗΣΗ8	21,6%	28,5%	49,9%	100,0%	
	% within Κατεύθυνση	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	21,6%	28,5%	49,9%	100,0%	

## Ερώτηση 9

Ως προς το Φύλο :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 9 ως προς το Φύλο

			Φύλο		Total
			Άνδρας	Γυναίκα	
ΕΡΩΤΗΣΗ9	Λάθος Απάντηση	Count	70	206	276
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ9	25,4%	74,6%	100,0%
		% within Φύλο	50,4%	76,9%	67,8%
		% of Total	17,2%	50,6%	67,8%
	Σωστή Απάντηση	Count	69	62	131
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ9	52,7%	47,3%	100,0%
		% within Φύλο	49,6%	23,1%	32,2%
		% of Total	17,0%	15,2%	32,2%
Total	Count	139	268	407	
	% within ΕΡΩΤΗΣΗ9	34,2%	65,8%	100,0%	
	% within Φύλο	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	34,2%	65,8%	100,0%	

Ως προς το Τμήμα :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 9 ως προς το Τμήμα

			Τμήμα		Total
			Παιδαγωγικό	Φυσικό	
ΕΡΩΤΗΣΗ9	Λάθος Απάντηση	Count	189	87	276
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ9	68,5%	31,5%	100,0%
		% within Τμήμα	77,1%	53,7%	67,8%
		% of Total	46,4%	21,4%	67,8%
	Σωστή Απάντηση	Count	56	75	131
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ9	42,7%	57,3%	100,0%
		% within Τμήμα	22,9%	46,3%	32,2%
		% of Total	13,8%	18,4%	32,2%
Total	Count	245	162	407	
	% within ΕΡΩΤΗΣΗ9	60,2%	39,8%	100,0%	
	% within Τμήμα	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	60,2%	39,8%	100,0%	

Ως προς την Κατεύθυνση :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 9 ως προς την Κατεύθυνση

			Κατεύθυνση			Total
			Θετική	Τεχνολογική	Θεωρητική	
ΕΡΩΤΗΣΗ9	Λάθος Απάντηση	Count	51	62	163	276
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ9	18,5%	22,5%	59,1%	100,0%
		% within Κατεύθυνση	58,0%	53,4%	80,3%	67,8%
		% of Total	12,5%	15,2%	40,0%	67,8%
	Σωστή Απάντηση	Count	37	54	40	131
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ9	28,2%	41,2%	30,5%	100,0%
		% within Κατεύθυνση	42,0%	46,6%	19,7%	32,2%
		% of Total	9,1%	13,3%	9,8%	32,2%
Total	Count	88	116	203	407	
	% within ΕΡΩΤΗΣΗ9	21,6%	28,5%	49,9%	100,0%	
	% within Κατεύθυνση	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	21,6%	28,5%	49,9%	100,0%	

## Ερώτηση 10

Ως προς το Φύλο :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 10 ως προς το Φύλο

			Φύλο		Total
			Ανδρας	Γυναίκα	
ΕΡΩΤΗΣΗ10	Λάθος Απάντηση	Count	55	95	150
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ10	36,7%	63,3%	100,0%
		% within Φύλο	39,6%	35,4%	36,9%
		% of Total	13,5%	23,3%	36,9%
	Σωστή Απάντηση	Count	84	173	257
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ10	32,7%	67,3%	100,0%
		% within Φύλο	60,4%	64,6%	63,1%
		% of Total	20,6%	42,5%	63,1%
Total	Count	139	268	407	
	% within ΕΡΩΤΗΣΗ10	34,2%	65,8%	100,0%	
	% within Φύλο	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	34,2%	65,8%	100,0%	

Ως προς το Τμήμα :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 10 ως προς το Τμήμα

			Τμήμα		Total
			Παιδαγωγικό	Φυσικό	
ΕΡΩΤΗΣΗ10	Λάθος Απάντηση	Count	92	58	150
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ10	61,3%	38,7%	100,0%
		% within Τμήμα	37,6%	35,8%	36,9%
		% of Total	22,6%	14,3%	36,9%
	Σωστή Απάντηση	Count	153	104	257
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ10	59,5%	40,5%	100,0%
		% within Τμήμα	62,4%	64,2%	63,1%
		% of Total	37,6%	25,6%	63,1%
Total	Count	245	162	407	
	% within ΕΡΩΤΗΣΗ10	60,2%	39,8%	100,0%	
	% within Τμήμα	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	60,2%	39,8%	100,0%	

Ως προς την Κατεύθυνση :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 10 ως προς την Κατεύθυνση

			Κατεύθυνση			Total
			Θετική	Τεχνολογική	Θεωρητική	
ΕΡΩΤΗΣΗ10	Λάθος Απάντηση	Count	32	40	78	150
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ10	21,3%	26,7%	52,0%	100,0%
		% within Κατεύθυνση	36,4%	34,5%	38,4%	36,9%
		% of Total	7,9%	9,8%	19,2%	36,9%
	Σωστή Απάντηση	Count	56	76	125	257
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ10	21,8%	29,6%	48,6%	100,0%
		% within Κατεύθυνση	63,6%	65,5%	61,6%	63,1%
		% of Total	13,8%	18,7%	30,7%	63,1%
Total	Count	88	116	203	407	
	% within ΕΡΩΤΗΣΗ10	21,6%	28,5%	49,9%	100,0%	
	% within Κατεύθυνση	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	21,6%	28,5%	49,9%	100,0%	

## Ερώτηση 11

Ως προς το Φύλο :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 11 ως προς το Φύλο

			Φύλο		Total
			Ανδρας	Γυναίκα	
ΕΡΩΤΗΣΗ11	Λάθος Απάντηση	Count	72	144	216
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ11	33,3%	66,7%	100,0%
		% within Φύλο	51,8%	53,7%	53,1%
		% of Total	17,7%	35,4%	53,1%
	Σωστή Απάντηση	Count	67	124	191
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ11	35,1%	64,9%	100,0%
		% within Φύλο	48,2%	46,3%	46,9%
		% of Total	16,5%	30,5%	46,9%
Total	Count	139	268	407	
	% within ΕΡΩΤΗΣΗ11	34,2%	65,8%	100,0%	
	% within Φύλο	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	34,2%	65,8%	100,0%	

Ως προς το Τμήμα :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 11 ως προς το Τμήμα

			Τμήμα		Total
			Παιδαγωγικό	Φυσικό	
ΕΡΩΤΗΣΗ11	Λάθος Απάντηση	Count	120	96	216
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ11	55,6%	44,4%	100,0%
		% within Τμήμα	49,0%	59,3%	53,1%
		% of Total	29,5%	23,6%	53,1%
	Σωστή Απάντηση	Count	125	66	191
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ11	65,4%	34,6%	100,0%
		% within Τμήμα	51,0%	40,7%	46,9%
		% of Total	30,7%	16,2%	46,9%
Total	Count	245	162	407	
	% within ΕΡΩΤΗΣΗ11	60,2%	39,8%	100,0%	
	% within Τμήμα	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	60,2%	39,8%	100,0%	

Ως προς την Κατεύθυνση :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 11 ως προς την Κατεύθυνση

			Κατεύθυνση			Total
			Θετική	Τεχνολογική	Θεωρητική	
ΕΡΩΤΗΣΗ11	Λάθος Απάντηση	Count	52	69	95	216
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ11	24,1%	31,9%	44,0%	100,0%
		% within Κατεύθυνση	59,1%	59,5%	46,8%	53,1%
		% of Total	12,8%	17,0%	23,3%	53,1%
	Σωστή Απάντηση	Count	36	47	108	191
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ11	18,8%	24,6%	56,5%	100,0%
		% within Κατεύθυνση	40,9%	40,5%	53,2%	46,9%
		% of Total	8,8%	11,5%	26,5%	46,9%
Total	Count	88	116	203	407	
	% within ΕΡΩΤΗΣΗ11	21,6%	28,5%	49,9%	100,0%	
	% within Κατεύθυνση	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	21,6%	28,5%	49,9%	100,0%	

## Ερώτηση 12

Ως προς το Φύλο :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 12 ως προς το Φύλο

			Φύλο		Total
			Ανδρας	Γυναίκα	
ΕΡΩΤΗΣΗ12	Λάθος Απάντηση	Count	101	187	288
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ12	35,1%	64,9%	100,0%
		% within Φύλο	72,7%	69,8%	70,8%
		% of Total	24,8%	45,9%	70,8%
	Σωστή Απάντηση	Count	38	81	119
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ12	31,9%	68,1%	100,0%
		% within Φύλο	27,3%	30,2%	29,2%
		% of Total	9,3%	19,9%	29,2%
Total	Count	139	268	407	
	% within ΕΡΩΤΗΣΗ12	34,2%	65,8%	100,0%	
	% within Φύλο	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	34,2%	65,8%	100,0%	

Ως προς το Τμήμα :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 12 ως προς το Τμήμα

			Τμήμα		Total
			Παιδαγωγικό	Φυσικό	
ΕΡΩΤΗΣΗ12	Λάθος Απάντηση	Count	167	121	288
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ12	58,0%	42,0%	100,0%
		% within Τμήμα	68,2%	74,7%	70,8%
		% of Total	41,0%	29,7%	70,8%
	Σωστή Απάντηση	Count	78	41	119
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ12	65,5%	34,5%	100,0%
		% within Τμήμα	31,8%	25,3%	29,2%
		% of Total	19,2%	10,1%	29,2%
Total	Count	245	162	407	
	% within ΕΡΩΤΗΣΗ12	60,2%	39,8%	100,0%	
	% within Τμήμα	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	60,2%	39,8%	100,0%	

Ως προς την Κατεύθυνση :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 12 ως προς την Κατεύθυνση

			Κατεύθυνση			Total
			Θετική	Τεχνολογική	Θεωρητική	
ΕΡΩΤΗΣΗ12	Λάθος Απάντηση	Count	65	84	139	288
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ12	22,6%	29,2%	48,3%	100,0%
		% within Κατεύθυνση	73,9%	72,4%	68,5%	70,8%
		% of Total	16,0%	20,6%	34,2%	70,8%
	Σωστή Απάντηση	Count	23	32	64	119
		% within ΕΡΩΤΗΣΗ12	19,3%	26,9%	53,8%	100,0%
		% within Κατεύθυνση	26,1%	27,6%	31,5%	29,2%
		% of Total	5,7%	7,9%	15,7%	29,2%
Total	Count	88	116	203	407	
	% within ΕΡΩΤΗΣΗ12	21,6%	28,5%	49,9%	100,0%	
	% within Κατεύθυνση	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	21,6%	28,5%	49,9%	100,0%	

## Ερωτήσεις Περιεχομένου Περιβαλλοντικής Φυσικής

### Ερώτηση 1

Ως προς το Φύλο :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 1 ως προς το Φύλο

			Φύλο		Total
			Ανδρας	Γυναίκα	
ερώτηση1	Λάθος Απάντηση	Count	63	168	231
		% within ερώτηση1	27,3%	72,7%	100,0%
		% within Φύλο	45,3%	62,7%	56,8%
		% of Total	15,5%	41,3%	56,8%
	Σωστή Απάντηση	Count	76	100	176
		% within ερώτηση1	43,2%	56,8%	100,0%
		% within Φύλο	54,7%	37,3%	43,2%
		% of Total	18,7%	24,6%	43,2%
Total	Count	139	268	407	
	% within ερώτηση1	34,2%	65,8%	100,0%	
	% within Φύλο	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	34,2%	65,8%	100,0%	

Ως προς το Τμήμα :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 1 ως προς το Τμήμα

			Τμήμα		Total
			Παιδαγωγικό	Φυσικό	
ερώτηση1	Λάθος Απάντηση	Count	168	63	231
		% within ερώτηση1	72,7%	27,3%	100,0%
		% within Τμήμα	68,6%	38,9%	56,8%
		% of Total	41,3%	15,5%	56,8%
	Σωστή Απάντηση	Count	77	99	176
		% within ερώτηση1	43,8%	56,3%	100,0%
		% within Τμήμα	31,4%	61,1%	43,2%
		% of Total	18,9%	24,3%	43,2%
Total	Count	245	162	407	
	% within ερώτηση1	60,2%	39,8%	100,0%	
	% within Τμήμα	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	60,2%	39,8%	100,0%	

Ως προς την Κατεύθυνση :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 1 ως προς την Κατεύθυνση

			Κατεύθυνση			Total
			Θετική	Τεχνολογική	Θεωρητική	
ερώτηση1	Λάθος Απάντηση	Count	35	57	139	231
		% within ερώτηση1	15,2%	24,7%	60,2%	100,0%
		% within Κατεύθυνση	39,8%	49,1%	68,5%	56,8%
		% of Total	8,6%	14,0%	34,2%	56,8%
	Σωστή Απάντηση	Count	53	59	64	176
		% within ερώτηση1	30,1%	33,5%	36,4%	100,0%
		% within Κατεύθυνση	60,2%	50,9%	31,5%	43,2%
		% of Total	13,0%	14,5%	15,7%	43,2%
Total	Count	88	116	203	407	
	% within ερώτηση1	21,6%	28,5%	49,9%	100,0%	
	% within Κατεύθυνση	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	21,6%	28,5%	49,9%	100,0%	



## Ερώτηση 2

Ως προς το Φύλο :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 2 ως προς το Φύλο

			Φύλο		Total
			Ανδρας	Γυναίκα	
ερώτηση2	Λάθος Απάντηση	Count	34	116	150
		% within ερώτηση2	22,7%	77,3%	100,0%
		% within Φύλο	24,5%	43,3%	36,9%
		% of Total	8,4%	28,5%	36,9%
	Σωστή Απάντηση	Count	105	152	257
		% within ερώτηση2	40,9%	59,1%	100,0%
		% within Φύλο	75,5%	56,7%	63,1%
		% of Total	25,8%	37,3%	63,1%
Total	Count	139	268	407	
	% within ερώτηση2	34,2%	65,8%	100,0%	
	% within Φύλο	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	34,2%	65,8%	100,0%	

Ως προς το Τμήμα :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 2 ως προς το Τμήμα

			Τμήμα		Total
			Παιδαγωγικό	Φυσικό	
ερώτηση2	Λάθος Απάντηση	Count	114	36	150
		% within ερώτηση2	76,0%	24,0%	100,0%
		% within Τμήμα	46,5%	22,2%	36,9%
		% of Total	28,0%	8,8%	36,9%
	Σωστή Απάντηση	Count	131	126	257
		% within ερώτηση2	51,0%	49,0%	100,0%
		% within Τμήμα	53,5%	77,8%	63,1%
		% of Total	32,2%	31,0%	63,1%
Total	Count	245	162	407	
	% within ερώτηση2	60,2%	39,8%	100,0%	
	% within Τμήμα	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	60,2%	39,8%	100,0%	

Ως προς την Κατεύθυνση :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 2 ως προς την Κατεύθυνση

			Κατεύθυνση			Total
			Θετική	Τεχνολογική	Θεωρητική	
ερώτηση2	Λάθος Απάντηση	Count	22	31	97	150
		% within ερώτηση2	14,7%	20,7%	64,7%	100,0%
		% within Κατεύθυνση	25,0%	26,7%	47,8%	36,9%
		% of Total	5,4%	7,6%	23,8%	36,9%
	Σωστή Απάντηση	Count	66	85	106	257
		% within ερώτηση2	25,7%	33,1%	41,2%	100,0%
		% within Κατεύθυνση	75,0%	73,3%	52,2%	63,1%
		% of Total	16,2%	20,9%	26,0%	63,1%
Total	Count	88	116	203	407	
	% within ερώτηση2	21,6%	28,5%	49,9%	100,0%	
	% within Κατεύθυνση	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	21,6%	28,5%	49,9%	100,0%	

### Ερώτηση 3

Ως προς το Φύλο :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 3 ως προς το Φύλο

			Φύλο		Total
			Ανδρας	Γυναίκα	
ερώτηση3	Λάθος Απάντηση	Count	37	80	117
		% within ερώτηση3	31,6%	68,4%	100,0%
		% within Φύλο	26,6%	29,9%	28,7%
		% of Total	9,1%	19,7%	28,7%
	Σωστή Απάντηση	Count	102	188	290
		% within ερώτηση3	35,2%	64,8%	100,0%
		% within Φύλο	73,4%	70,1%	71,3%
		% of Total	25,1%	46,2%	71,3%
		Total	Count	139	268
	% within ερώτηση3	34,2%	65,8%	100,0%	
	% within Φύλο	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	34,2%	65,8%	100,0%	

Ως προς το Τμήμα :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 3 ως προς το Τμήμα

			Τμήμα		Total
			Παιδαγωγικό	Φυσικό	
ερώτηση3	Λάθος Απάντηση	Count	80	37	117
		% within ερώτηση3	68,4%	31,6%	100,0%
		% within Τμήμα	32,7%	22,8%	28,7%
		% of Total	19,7%	9,1%	28,7%
	Σωστή Απάντηση	Count	165	125	290
		% within ερώτηση3	56,9%	43,1%	100,0%
		% within Τμήμα	67,3%	77,2%	71,3%
		% of Total	40,5%	30,7%	71,3%
		Total	Count	245	162
	% within ερώτηση3	60,2%	39,8%	100,0%	
	% within Τμήμα	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	60,2%	39,8%	100,0%	

Ως προς την Κατεύθυνση :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 3 ως προς την Κατεύθυνση

			Κατεύθυνση			Total
			Θετική	Τεχνολογική	Θεωρητική	
ερώτηση3	Λάθος Απάντηση	Count	20	29	68	117
		% within ερώτηση3	17,1%	24,8%	58,1%	100,0%
		% within Κατεύθυνση	22,7%	25,0%	33,5%	28,7%
		% of Total	4,9%	7,1%	16,7%	28,7%
	Σωστή Απάντηση	Count	68	87	135	290
		% within ερώτηση3	23,4%	30,0%	46,6%	100,0%
		% within Κατεύθυνση	77,3%	75,0%	66,5%	71,3%
		% of Total	16,7%	21,4%	33,2%	71,3%
		Total	Count	88	116	203
	% within ερώτηση3	21,6%	28,5%	49,9%	100,0%	
	% within Κατεύθυνση	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	21,6%	28,5%	49,9%	100,0%	

## Ερώτηση 4

Ως προς το Φύλο :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 4 ως προς το Φύλο

			Φύλο		Total
			Ανδρας	Γυναίκα	
ερώτηση4	Λάθος Απάντηση	Count	48	140	188
		% within ερώτηση4	25,5%	74,5%	100,0%
		% within Φύλο	34,5%	52,2%	46,2%
		% of Total	11,8%	34,4%	46,2%
	Σωστή Απάντηση	Count	91	128	219
		% within ερώτηση4	41,6%	58,4%	100,0%
		% within Φύλο	65,5%	47,8%	53,8%
		% of Total	22,4%	31,4%	53,8%
		Total	Count	139	268
	% within ερώτηση4	34,2%	65,8%	100,0%	
	% within Φύλο	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	34,2%	65,8%	100,0%	

Ως προς το Τμήμα :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 4 ως προς το Τμήμα

			Τμήμα		Total
			Παιδαγωγικό	Φυσικό	
ερώτηση4	Λάθος Απάντηση	Count	131	57	188
		% within ερώτηση4	69,7%	30,3%	100,0%
		% within Τμήμα	53,5%	35,2%	46,2%
		% of Total	32,2%	14,0%	46,2%
	Σωστή Απάντηση	Count	114	105	219
		% within ερώτηση4	52,1%	47,9%	100,0%
		% within Τμήμα	46,5%	64,8%	53,8%
		% of Total	28,0%	25,8%	53,8%
		Total	Count	245	162
	% within ερώτηση4	60,2%	39,8%	100,0%	
	% within Τμήμα	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	60,2%	39,8%	100,0%	

Ως προς την Κατεύθυνση :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 4 ως προς την Κατεύθυνση

			Κατεύθυνση			Total
			Θετική	Τεχνολογική	Θεωρητική	
ερώτηση4	Λάθος Απάντηση	Count	29	44	115	188
		% within ερώτηση4	15,4%	23,4%	61,2%	100,0%
		% within Κατεύθυνση	33,0%	37,9%	56,7%	46,2%
		% of Total	7,1%	10,8%	28,3%	46,2%
	Σωστή Απάντηση	Count	59	72	88	219
		% within ερώτηση4	26,9%	32,9%	40,2%	100,0%
		% within Κατεύθυνση	67,0%	62,1%	43,3%	53,8%
		% of Total	14,5%	17,7%	21,6%	53,8%
		Total	Count	88	116	203
	% within ερώτηση4	21,6%	28,5%	49,9%	100,0%	
	% within Κατεύθυνση	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	21,6%	28,5%	49,9%	100,0%	

## Ερώτηση 5

Ως προς το Φύλο :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 5 ως προς το Φύλο

			Φύλο		Total
			Ανδρας	Γυναίκα	
ερώτησι5	Λάθος Απάντηση	Count	55	138	193
		% within ερώτησι5	28,5%	71,5%	100,0%
		% within Φύλο	39,6%	51,5%	47,4%
		% of Total	13,5%	33,9%	47,4%
	Σωστή Απάντηση	Count	84	130	214
		% within ερώτησι5	39,3%	60,7%	100,0%
		% within Φύλο	60,4%	48,5%	52,6%
		% of Total	20,6%	31,9%	52,6%
		Total	Count	139	268
	% within ερώτησι5	34,2%	65,8%	100,0%	
	% within Φύλο	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	34,2%	65,8%	100,0%	

Ως προς το Τμήμα :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 5 ως προς το Τμήμα

			Τμήμα		Total
			Παιδαγωγικό	Φυσικό	
ερώτησι5	Λάθος Απάντηση	Count	125	68	193
		% within ερώτησι5	64,8%	35,2%	100,0%
		% within Τμήμα	51,0%	42,0%	47,4%
		% of Total	30,7%	16,7%	47,4%
	Σωστή Απάντηση	Count	120	94	214
		% within ερώτησι5	56,1%	43,9%	100,0%
		% within Τμήμα	49,0%	58,0%	52,6%
		% of Total	29,5%	23,1%	52,6%
		Total	Count	245	162
	% within ερώτησι5	60,2%	39,8%	100,0%	
	% within Τμήμα	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	60,2%	39,8%	100,0%	

Ως προς την Κατεύθυνση :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 5 ως προς την Κατεύθυνση

			Κατεύθυνση			Total
			Θετική	Τεχνολογική	Θεωρητική	
ερώτησι5	Λάθος Απάντηση	Count	34	53	106	193
		% within ερώτησι5	17,6%	27,5%	54,9%	100,0%
		% within Κατεύθυνση	38,6%	45,7%	52,2%	47,4%
		% of Total	8,4%	13,0%	26,0%	47,4%
	Σωστή Απάντηση	Count	54	63	97	214
		% within ερώτησι5	25,2%	29,4%	45,3%	100,0%
		% within Κατεύθυνση	61,4%	54,3%	47,8%	52,6%
		% of Total	13,3%	15,5%	23,8%	52,6%
		Total	Count	88	116	203
	% within ερώτησι5	21,6%	28,5%	49,9%	100,0%	
	% within Κατεύθυνση	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	21,6%	28,5%	49,9%	100,0%	

## Ερώτηση 6

Ως προς το Φύλο :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 6 ως προς το Φύλο

			Φύλο		Total
			Ανδρας	Γυναίκα	
ερώτηση6	Λάθος Απάντηση	Count	27	57	84
		% within ερώτηση6	32,1%	67,9%	100,0%
		% within Φύλο	19,4%	21,3%	20,6%
		% of Total	6,6%	14,0%	20,6%
	Σωστή Απάντηση	Count	112	211	323
		% within ερώτηση6	34,7%	65,3%	100,0%
		% within Φύλο	80,6%	78,7%	79,4%
		% of Total	27,5%	51,8%	79,4%
		Total	Count	139	268
% within ερώτηση6	34,2%	65,8%	100,0%		
% within Φύλο	100,0%	100,0%	100,0%		
% of Total	34,2%	65,8%	100,0%		

Ως προς το Τμήμα :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 6 ως προς το Τμήμα

			Τμήμα		Total
			Παιδαγωγικό	Φυσικό	
ερώτηση6	Λάθος Απάντηση	Count	53	31	84
		% within ερώτηση6	63,1%	36,9%	100,0%
		% within Τμήμα	21,6%	19,1%	20,6%
		% of Total	13,0%	7,6%	20,6%
	Σωστή Απάντηση	Count	192	131	323
		% within ερώτηση6	59,4%	40,6%	100,0%
		% within Τμήμα	78,4%	80,9%	79,4%
		% of Total	47,2%	32,2%	79,4%
		Total	Count	245	162
% within ερώτηση6	60,2%	39,8%	100,0%		
% within Τμήμα	100,0%	100,0%	100,0%		
% of Total	60,2%	39,8%	100,0%		

Ως προς την Κατεύθυνση :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 6 ως προς την Κατεύθυνση

			Κατεύθυνση			Total
			Θετική	Τεχνολογική	Θεωρητική	
ερώτηση6	Λάθος Απάντηση	Count	17	18	49	84
		% within ερώτηση6	20,2%	21,4%	58,3%	100,0%
		% within Κατεύθυνση	19,3%	15,5%	24,1%	20,6%
		% of Total	4,2%	4,4%	12,0%	20,6%
	Σωστή Απάντηση	Count	71	98	154	323
		% within ερώτηση6	22,0%	30,3%	47,7%	100,0%
		% within Κατεύθυνση	80,7%	84,5%	75,9%	79,4%
		% of Total	17,4%	24,1%	37,8%	79,4%
		Total	Count	88	116	203
% within ερώτηση6	21,6%	28,5%	49,9%	100,0%		
% within Κατεύθυνση	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%		
% of Total	21,6%	28,5%	49,9%	100,0%		

## Ερώτηση 7

Ως προς το Φύλο :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 7 ως προς το Φύλο

			Φύλο		Total
			Ανδρας	Γυναίκα	
ερώτηση7	Λάθος Απάντηση	Count	64	191	255
		% within ερώτηση7	25,1%	74,9%	100,0%
		% within Φύλο	46,0%	71,3%	62,7%
		% of Total	15,7%	46,9%	62,7%
	Σωστή Απάντηση	Count	75	77	152
		% within ερώτηση7	49,3%	50,7%	100,0%
		% within Φύλο	54,0%	28,7%	37,3%
		% of Total	18,4%	18,9%	37,3%
		Total	Count	139	268
	% within ερώτηση7	34,2%	65,8%	100,0%	
	% within Φύλο	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	34,2%	65,8%	100,0%	

Ως προς το Τμήμα :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 7 ως προς το Τμήμα

			Τμήμα		Total
			Παιδαγωγικό	Φυσικό	
ερώτηση7	Λάθος Απάντηση	Count	193	62	255
		% within ερώτηση7	75,7%	24,3%	100,0%
		% within Τμήμα	78,8%	38,3%	62,7%
		% of Total	47,4%	15,2%	62,7%
	Σωστή Απάντηση	Count	52	100	152
		% within ερώτηση7	34,2%	65,8%	100,0%
		% within Τμήμα	21,2%	61,7%	37,3%
		% of Total	12,8%	24,6%	37,3%
		Total	Count	245	162
	% within ερώτηση7	60,2%	39,8%	100,0%	
	% within Τμήμα	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	60,2%	39,8%	100,0%	

Ως προς την Κατεύθυνση :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 7 ως προς την Κατεύθυνση

			Κατεύθυνση			Total
			Θετική	Τεχνολογική	Θεωρητική	
ερώτηση7	Λάθος Απάντηση	Count	46	41	168	255
		% within ερώτηση7	18,0%	16,1%	65,9%	100,0%
		% within Κατεύθυνση	52,3%	35,3%	82,8%	62,7%
		% of Total	11,3%	10,1%	41,3%	62,7%
	Σωστή Απάντηση	Count	42	75	35	152
		% within ερώτηση7	27,6%	49,3%	23,0%	100,0%
		% within Κατεύθυνση	47,7%	64,7%	17,2%	37,3%
		% of Total	10,3%	18,4%	8,6%	37,3%
		Total	Count	88	116	203
	% within ερώτηση7	21,6%	28,5%	49,9%	100,0%	
	% within Κατεύθυνση	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	21,6%	28,5%	49,9%	100,0%	

## Ερώτηση 8

Ως προς το Φύλο :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 8 ως προς το Φύλο

			Φύλο		Total
			Ανδρας	Γυναίκα	
ερώτηση8	Λάθος Απάντηση	Count	17	44	61
		% within ερώτηση8	27,9%	72,1%	100,0%
		% within Φύλο	12,2%	16,4%	15,0%
		% of Total	4,2%	10,8%	15,0%
	Σωστή Απάντηση	Count	122	224	346
		% within ερώτηση8	35,3%	64,7%	100,0%
		% within Φύλο	87,8%	83,6%	85,0%
		% of Total	30,0%	55,0%	85,0%
		Total	Count	139	268
	% within ερώτηση8	34,2%	65,8%	100,0%	
	% within Φύλο	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	34,2%	65,8%	100,0%	

Ως προς το Τμήμα :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 8 ως προς το Τμήμα

			Τμήμα		Total
			Παιδαγωγικό	Φυσικό	
ερώτηση8	Λάθος Απάντηση	Count	41	20	61
		% within ερώτηση8	67,2%	32,8%	100,0%
		% within Τμήμα	16,7%	12,3%	15,0%
		% of Total	10,1%	4,9%	15,0%
	Σωστή Απάντηση	Count	204	142	346
		% within ερώτηση8	59,0%	41,0%	100,0%
		% within Τμήμα	83,3%	87,7%	85,0%
		% of Total	50,1%	34,9%	85,0%
		Total	Count	245	162
	% within ερώτηση8	60,2%	39,8%	100,0%	
	% within Τμήμα	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	60,2%	39,8%	100,0%	

Ως προς την Κατεύθυνση :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 8 ως προς την Κατεύθυνση

			Κατεύθυνση			Total
			Θετική	Τεχνολογική	Θεωρητική	
ερώτηση8	Λάθος Απάντηση	Count	12	11	38	61
		% within ερώτηση8	19,7%	18,0%	62,3%	100,0%
		% within Κατεύθυνση	13,6%	9,5%	18,7%	15,0%
		% of Total	2,9%	2,7%	9,3%	15,0%
	Σωστή Απάντηση	Count	76	105	165	346
		% within ερώτηση8	22,0%	30,3%	47,7%	100,0%
		% within Κατεύθυνση	86,4%	90,5%	81,3%	85,0%
		% of Total	18,7%	25,8%	40,5%	85,0%
		Total	Count	88	116	203
	% within ερώτηση8	21,6%	28,5%	49,9%	100,0%	
	% within Κατεύθυνση	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	21,6%	28,5%	49,9%	100,0%	

## Ερώτηση 9

Ως προς το Φύλο :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 9 ως προς το Φύλο

			Φύλο		Total
			Ανδρας	Γυναίκα	
ερώτηση9	Λάθος Απάντηση	Count	52	141	193
		% within ερώτηση9	26,9%	73,1%	100,0%
		% within Φύλο	37,4%	52,6%	47,4%
		% of Total	12,8%	34,6%	47,4%
	Σωστή Απάντηση	Count	87	127	214
		% within ερώτηση9	40,7%	59,3%	100,0%
		% within Φύλο	62,6%	47,4%	52,6%
		% of Total	21,4%	31,2%	52,6%
	Total	Count	139	268	407
% within ερώτηση9		34,2%	65,8%	100,0%	
% within Φύλο		100,0%	100,0%	100,0%	
% of Total		34,2%	65,8%	100,0%	

Ως προς το Τμήμα :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 9 ως προς το Τμήμα

			Τμήμα		Total
			Παιδαγωγικό	Φυσικό	
ερώτηση9	Λάθος Απάντηση	Count	131	62	193
		% within ερώτηση9	67,9%	32,1%	100,0%
		% within Τμήμα	53,5%	38,3%	47,4%
		% of Total	32,2%	15,2%	47,4%
	Σωστή Απάντηση	Count	114	100	214
		% within ερώτηση9	53,3%	46,7%	100,0%
		% within Τμήμα	46,5%	61,7%	52,6%
		% of Total	28,0%	24,6%	52,6%
	Total	Count	245	162	407
% within ερώτηση9		60,2%	39,8%	100,0%	
% within Τμήμα		100,0%	100,0%	100,0%	
% of Total		60,2%	39,8%	100,0%	

Ως προς την Κατεύθυνση :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 9 ως προς την Κατεύθυνση

			Κατεύθυνση			Total
			Θετική	Τεχνολογική	Θεωρητική	
ερώτηση9	Λάθος Απάντηση	Count	38	33	122	193
		% within ερώτηση9	19,7%	17,1%	63,2%	100,0%
		% within Κατεύθυνση	43,2%	28,4%	60,1%	47,4%
		% of Total	9,3%	8,1%	30,0%	47,4%
	Σωστή Απάντηση	Count	50	83	81	214
		% within ερώτηση9	23,4%	38,8%	37,9%	100,0%
		% within Κατεύθυνση	56,8%	71,6%	39,9%	52,6%
		% of Total	12,3%	20,4%	19,9%	52,6%
	Total	Count	88	116	203	407
% within ερώτηση9		21,6%	28,5%	49,9%	100,0%	
% within Κατεύθυνση		100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	
% of Total		21,6%	28,5%	49,9%	100,0%	



## Ερώτηση 10

Ως προς το Φύλο :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 10 ως προς το Φύλο

			Φύλο		Total
			Ανδρας	Γυναίκα	
ερώτηση10	Λάθος Απάντηση	Count	35	83	118
		% within ερώτηση10	29,7%	70,3%	100,0%
		% within Φύλο	25,2%	31,0%	29,0%
		% of Total	8,6%	20,4%	29,0%
	Σωστή Απάντηση	Count	104	185	289
		% within ερώτηση10	36,0%	64,0%	100,0%
		% within Φύλο	74,8%	69,0%	71,0%
		% of Total	25,6%	45,5%	71,0%
		Total	Count	139	268
	% within ερώτηση10	34,2%	65,8%	100,0%	
	% within Φύλο	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	34,2%	65,8%	100,0%	

Ως προς το Τμήμα :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 10 ως προς το Τμήμα

			Τμήμα		Total
			Παιδαγωγικό	Φυσικό	
ερώτηση10	Λάθος Απάντηση	Count	84	34	118
		% within ερώτηση10	71,2%	28,8%	100,0%
		% within Τμήμα	34,3%	21,0%	29,0%
		% of Total	20,6%	8,4%	29,0%
	Σωστή Απάντηση	Count	161	128	289
		% within ερώτηση10	55,7%	44,3%	100,0%
		% within Τμήμα	65,7%	79,0%	71,0%
		% of Total	39,6%	31,4%	71,0%
		Total	Count	245	162
	% within ερώτηση10	60,2%	39,8%	100,0%	
	% within Τμήμα	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	60,2%	39,8%	100,0%	

Ως προς την Κατεύθυνση :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 10 ως προς την Κατεύθυνση

			Κατεύθυνση			Total
			Θετική	Τεχνολογική	Θεωρητική	
ερώτηση10	Λάθος Απάντηση	Count	17	25	76	118
		% within ερώτηση10	14,4%	21,2%	64,4%	100,0%
		% within Κατεύθυνση	19,3%	21,6%	37,4%	29,0%
		% of Total	4,2%	6,1%	18,7%	29,0%
	Σωστή Απάντηση	Count	71	91	127	289
		% within ερώτηση10	24,6%	31,5%	43,9%	100,0%
		% within Κατεύθυνση	80,7%	78,4%	62,6%	71,0%
		% of Total	17,4%	22,4%	31,2%	71,0%
		Total	Count	88	116	203
	% within ερώτηση10	21,6%	28,5%	49,9%	100,0%	
	% within Κατεύθυνση	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	21,6%	28,5%	49,9%	100,0%	

## Ερώτηση 11

Ως προς το Φύλο :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 11 ως προς το Φύλο

			Φύλο		Total
			Ανδρας	Γυναίκα	
ερώτηση11	Λάθος Απάντηση	Count	79	178	257
		% within ερώτηση11	30,7%	69,3%	100,0%
		% within Φύλο	56,8%	66,4%	63,1%
		% of Total	19,4%	43,7%	63,1%
	Σωστή Απάντηση	Count	60	90	150
		% within ερώτηση11	40,0%	60,0%	100,0%
		% within Φύλο	43,2%	33,6%	36,9%
		% of Total	14,7%	22,1%	36,9%
		Total	Count	139	268
	% within ερώτηση11	34,2%	65,8%	100,0%	
	% within Φύλο	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	34,2%	65,8%	100,0%	

Ως προς το Τμήμα :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 11 ως προς το Τμήμα

			Τμήμα		Total
			Παιδαγωγικό	Φυσικό	
ερώτηση11	Λάθος Απάντηση	Count	169	88	257
		% within ερώτηση11	65,8%	34,2%	100,0%
		% within Τμήμα	69,0%	54,3%	63,1%
		% of Total	41,5%	21,6%	63,1%
	Σωστή Απάντηση	Count	76	74	150
		% within ερώτηση11	50,7%	49,3%	100,0%
		% within Τμήμα	31,0%	45,7%	36,9%
		% of Total	18,7%	18,2%	36,9%
		Total	Count	245	162
	% within ερώτηση11	60,2%	39,8%	100,0%	
	% within Τμήμα	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	60,2%	39,8%	100,0%	

Ως προς την Κατεύθυνση :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 11 ως προς την Κατεύθυνση

			Κατεύθυνση			Total
			Θετική	Τεχνολογική	Θεωρητική	
ερώτηση11	Λάθος Απάντηση	Count	50	65	142	257
		% within ερώτηση11	19,5%	25,3%	55,3%	100,0%
		% within Κατεύθυνση	56,8%	56,0%	70,0%	63,1%
		% of Total	12,3%	16,0%	34,9%	63,1%
	Σωστή Απάντηση	Count	38	51	61	150
		% within ερώτηση11	25,3%	34,0%	40,7%	100,0%
		% within Κατεύθυνση	43,2%	44,0%	30,0%	36,9%
		% of Total	9,3%	12,5%	15,0%	36,9%
		Total	Count	88	116	203
	% within ερώτηση11	21,6%	28,5%	49,9%	100,0%	
	% within Κατεύθυνση	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	21,6%	28,5%	49,9%	100,0%	

## Ερώτηση 12

Ως προς το Φύλο :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 12 ως προς το Φύλο

			Φύλο		Total
			Ανδρας	Γυναίκα	
ερώτηση12	Λάθος Απάντηση	Count	111	219	330
		% within ερώτηση12	33,6%	66,4%	100,0%
		% within Φύλο	79,9%	81,7%	81,1%
		% of Total	27,3%	53,8%	81,1%
	Σωστή Απάντηση	Count	28	49	77
		% within ερώτηση12	36,4%	63,6%	100,0%
		% within Φύλο	20,1%	18,3%	18,9%
		% of Total	6,9%	12,0%	18,9%
		Total		Count	139
		% within ερώτηση12	34,2%	65,8%	100,0%
		% within Φύλο	100,0%	100,0%	100,0%
		% of Total	34,2%	65,8%	100,0%

Ως προς το Τμήμα :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 12 ως προς το Τμήμα

			Τμήμα		Total
			Παιδαγωγικό	Φυσικό	
ερώτηση12	Λάθος Απάντηση	Count	202	128	330
		% within ερώτηση12	61,2%	38,8%	100,0%
		% within Τμήμα	82,4%	79,0%	81,1%
		% of Total	49,6%	31,4%	81,1%
	Σωστή Απάντηση	Count	43	34	77
		% within ερώτηση12	55,8%	44,2%	100,0%
		% within Τμήμα	17,6%	21,0%	18,9%
		% of Total	10,6%	8,4%	18,9%
		Total		Count	245
		% within ερώτηση12	60,2%	39,8%	100,0%
		% within Τμήμα	100,0%	100,0%	100,0%
		% of Total	60,2%	39,8%	100,0%

Ως προς την Κατεύθυνση :

Πίνακας συνάφειας Ερώτησης 12 ως προς την Κατεύθυνση

			Κατεύθυνση			Total
			Θετική	Τεχνολογική	Θεωρητική	
ερώτηση12	Λάθος Απάντηση	Count	77	86	167	330
		% within ερώτηση12	23,3%	26,1%	50,6%	100,0%
		% within Κατεύθυνση	87,5%	74,1%	82,3%	81,1%
		% of Total	18,9%	21,1%	41,0%	81,1%
	Σωστή Απάντηση	Count	11	30	36	77
		% within ερώτηση12	14,3%	39,0%	46,8%	100,0%
		% within Κατεύθυνση	12,5%	25,9%	17,7%	18,9%
		% of Total	2,7%	7,4%	8,8%	18,9%
		Total		Count	88	116
		% within ερώτηση12	21,6%	28,5%	49,9%	100,0%
		% within Κατεύθυνση	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
		% of Total	21,6%	28,5%	49,9%	100,0%



## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

### ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

«Η Φυσική σε σχέση με την κατανόηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας»

Γενικές ερωτήσεις

1. Φύλο: Ανδρας   
Γυναίκα
2. Σε ποιο Τμήμα του Πανεπιστημίου σπουδάζετε;  
.....
3. Κατά την διάρκεια των σπουδών σας στο λύκειο ακολουθήσατε κατεύθυνση:  
Θετική   
Τεχνολογική   
Θεωρητική
4. Κατά τη διάρκεια των βασικών σπουδών σας στο Πανεπιστήμιο, διδαχθήκατε μαθήματα σχετικά με (επιλέξτε μια ή και περισσότερες επιλογές) :
- Περιβαλλοντική Φυσική   
Περιβαλλοντική Εκπαίδευση   
Φυσικές Πηγές Ενέργειας   
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας   
Περιβαλλοντικά Ζητήματα   
Βασικές Έννοιες Φυσικής

Ερωτήσεις περιεχομένου Περιβάλλοντος (να σημειώσετε ΜΙΑ σωστή επιλογή)

1. Ποια από τις παρακάτω κατηγορίες δεν συγκαταλέγεται στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας;
- Γεωθερμική Ενέργεια   
Ηλιακή ενέργεια   
Ενέργεια Φυσικού αερίου   
Ενέργεια Βιομάζας   
Αιολική Ενέργεια   
Δε γνωρίζω
2. Οι ανεμογεννήτριες και τα φωτοβολταϊκά τοποθετούνται σε συγκεκριμένες τοποθεσίες για:
- λόγους αισθητικούς   
ανάγκες τηλεπικοινωνίας   
μεγαλύτερη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας   
ανάλυση μετεωρολογικών δεδομένων   
Δε γνωρίζω

3. Ποια από τις παρακάτω κατηγορίες προϊόντων αποτελεί πηγή προέλευσης βιομάζας;

- Χημικά απόβλητα
- Βιοκαύσιμα
- Ανακυκλώσιμα υλικά (αλουμίνιο/πλαστικό)
- Αστικά απορρίμματα
- Δε γνωρίζω

4. Ποια από τις παρακάτω κατηγορίες είναι ανανεώσιμη πηγή ενέργειας;

- Ενέργεια Βιομάζας
- Ενέργεια από γαιάνθρακα
- Ενέργεια Φυσικού Αερίου
- Ενέργεια από πετρέλαιο
- Δε γνωρίζω

5. Η γεωθερμική ενέργεια προκύπτει από την εκμετάλλευση :

- των ηφαιστειών
- της θερμότητας κάτω από την επιφάνεια της Γης
- των ιαματικών πηγών
- του θερμού αέρα τους θερινούς μήνες
- Δε γνωρίζω

6. Ποιο από τα παρακάτω ισχύει σχετικά με την αιολική ενέργεια;

- Δημιουργείται από τις ανεμογεννήτριες
- Εξαρτάται από το μέγεθος του αιολικού πάρκου
- Προέρχεται από την κίνηση των ανέμων
- Είναι μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας
- Δε γνωρίζω

7. Οι ανεμογεννήτριες, τα φωτοβολταϊκά και τα υδροηλεκτρικά συστήματα είναι διατάξεις που σκοπό έχουν :

- Τη μείωση χρήσης των ορυκτών καυσίμων
- Την εκμετάλλευση της ηλεκτρικής ενέργειας
- Τη μείωση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας
- Τη μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας σε θερμική
- Δε γνωρίζω

8. Το δυναμικό της ενέργειας από το θαλάσσιο κυματισμό (κυματική ενέργεια) αποτελεί μια μορφή ανανεώσιμης πηγής ενέργειας.

- Σωστό
- Λάθος
- Δε γνωρίζω

9. Η γεωθερμική ενέργεια χρησιμοποιείται κυρίως για :

- Θέρμανση/ψύξη κτιρίων
- Την άντληση βιοκαυσίμων
- Την μόνωση των κτιρίων
- Για την άντληση πετρελαίου
- Δε γνωρίζω

10. Ποια είναι η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη – εκμεταλλεύσιμη Ανανεώσιμη Πηγή Ενέργειας στην Ελλάδα;

- Αιολική
- Υδροηλεκτρική
- Γεωθερμία
- Ηλιακή
- Βιομάζα
- Ενέργεια Θάλασσας
- Δε γνωρίζω

11. Η κατασκευή υδροηλεκτρικών έργων προκαλεί αλλοίωση της γεωμορφολογίας της πανίδας, της χλωρίδας και μεταβολές στο μικροκλίμα της περιοχής.

- Σωστό
- Λάθος
- Δε γνωρίζω

12. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας εκλύουν ελάχιστα καυσαέρια και δεν απαιτείται καμία καύσιμη ύλη για την εκμετάλλευσή τους.

- Σωστό
- Λάθος
- Δε γνωρίζω

*Ερωτήσεις περιεχομένου Περιβαλλοντικής Φυσικής* (να σημειώσετε ΜΙΑ σωστή επιλογή)

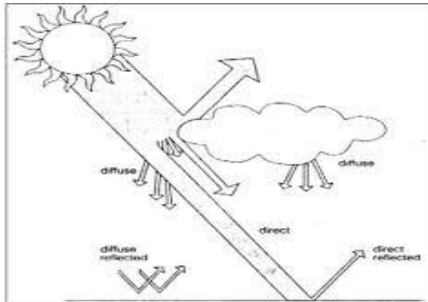
1. Η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας  $I$  αυξάνεται όσο απομακρυνόμαστε κατακόρυφα από τη στάθμη της θάλασσας.

- Σωστό
- Λάθος
- Δε γνωρίζω

2. Η θερμοκρασία της Γης (T) μειώνεται όσο κινούμαστε προς το εσωτερικό της με αποτέλεσμα την εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας.

- Σωστό
- Λάθος
- Δε γνωρίζω

3. Οι μετεωρολογικές συνθήκες (νεφοκάλυψη, υγρασία) δεν επηρεάζουν την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας που φτάνει στην επιφάνεια της Γης.



- Σωστό
- Λάθος
- Δε γνωρίζω

4. Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που εκπέμπεται από τον Ήλιο είναι αποτέλεσμα θερμοπυρηνικών αντιδράσεων που συμβαίνουν στην ηλιακή σφαίρα.

- Σωστό
- Λάθος
- Δε γνωρίζω

5. Η περιστροφή της Γης προκαλεί μεγάλη διακύμανση στην ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει σε συγκεκριμένη τοποθεσία κατά τη διάρκεια μιας ημέρας.

- Σωστό
- Λάθος
- Δε γνωρίζω

6. Σε ένα ηλιακό πάνελ (φωτοβολταϊκό) γίνεται μετατροπή της \_\_\_\_\_ ενέργειας σε \_\_\_\_\_ ενέργεια.

- χημικής , ηλεκτρική
- ηλεκτρικής, ακτινοβολούσα
- κινητικής, χημική
- ακτινοβολούσας , ηλεκτρική
- Δε γνωρίζω



7. Η μεγαλύτερη ποσότητα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που φθάνει στην επιφάνεια της Γης από τον Ήλιο περιέχει :

- Ραδιενέργεια
- Ραδιοκύματα
- Ορατό φως
- Ηλεκτρικό ρεύμα
- Δε γνωρίζω

8. Η ανεμογεννήτρια είναι μια διάταξη η οποία μετατρέπει (εκμεταλλεύεται) την \_\_\_\_\_ ενέργεια του ανέμου σε \_\_\_\_\_ ενέργεια.

- μηχανική, χημική
- κινητική, ηλεκτρική
- δυναμική, χημική
- κινητική, πυρηνική
- Δε γνωρίζω

9. Η ηλιακή και η αιολική ενέργεια μετατρέπονται χωρίς απώλειες σε ηλεκτρική ενέργεια με τη χρήση ενός ηλιακού πάνελ και μιας ανεμογεννήτριας αντίστοιχα.

- Σωστό
- Λάθος
- Δε γνωρίζω

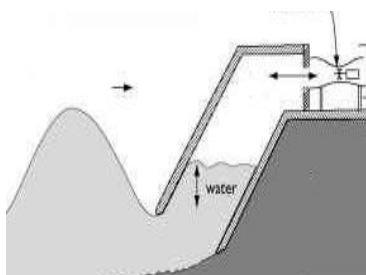
10. Στα υδροηλεκτρικά έργα κατασκευάζονται φράγματα με ανεβασμένη στάθμη υδάτων για την εκμετάλλευση της \_\_\_\_\_ ενέργειας του νερού.

- Χημικής
- Ηλιακής
- Δυναμικής
- Ηλεκτρικής
- Δε γνωρίζω

11. Η περιστροφή της Γης αποτελεί αρνητικό παράγοντα στην εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας κατά τη διάρκεια ενός 24ώρου.

- Σωστό
- Λάθος
- Δε γνωρίζω

12. Η παραγωγή ενέργειας από θαλάσσια κύματα δεν εξαρτάται από :



- τη δύναμη των κυμάτων
- από επιφανειακούς θαλάσσιους ανέμους
- από την κινητική ενέργεια των ανέμων
- από τη δυναμική ενέργεια των ανέμων
- δε γνωρίζω