



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ

«ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ ΚΑΙ ΝΕΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ»

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΟΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

**Σύγκριση μεταξύ εν δυνάμει εκπαιδευτικών
διαφορετικών ειδικοτήτων αναφορικά με τις
εναλλακτικές τους ιδέες για το φαινόμενο του
θερμοκηπίου και αναζήτηση των αιτίων τυχόν
διαφορών.**

**ΚΑΤΣΑΡΟΥ ΕΙΡΗΝΗ
ΧΗΜΙΚΟΣ**

**ΑΘΗΝΑ
ΜΑΡΤΙΟΣ 2015**

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΟΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

Σύγκριση μεταξύ εν δυνάμει εκπαιδευτικών διαφορετικών ειδικοτήτων αναφορικά με τις εναλλακτικές τους ιδέες για το φαινόμενο του θερμοκηπίου και αναζήτηση των αιτίων τυχόν διαφορών.

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ

ΚΑΤΣΑΡΟΥ ΕΙΡΗΝΗ

Α.Μ.: 111105

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ:

Ευαγγελία Μαυρικάκη, Επίκ. Καθηγ. ΠΤΔΕ, ΕΚΠΑ

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Ευαγγελία Μαυρικάκη, Επίκ. Καθηγ. ΠΤΔΕ, ΕΚΠΑ

Σκούλλος Μιχαήλ, Καθηγ. Διευθ. Εργ. Χημείας Περιβάλλοντος, ΕΚΠΑ

Σταύρου Δημήτριος Αναπλ. Καθηγ. ΠΤΔΕ, Πανεπιστήμιο Κρήτης

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΕΞΕΤΑΣΗΣ 02/03/2015

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα έρευνα μελέτησε τις εναλλακτικές ιδέες/παρανοήσεις των εν δυνάμει εκπαιδευτικών, για την κλιματική αλλαγή και ειδικότερα για το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Πραγματοποιήθηκε σε 140 τριτοετείς και τελειόφοιτους φοιτητές των σχολών του Παιδαγωγικού τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης, του Χημικού και του Βιολογικού τμήματος του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών κατά τα έτη 2013-2014. Για τους σκοπούς της έρευνας χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο με ερωτήσεις ανοιχτού τύπου. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια της ανάλυσης περιεχομένου και η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων/δεδομένων έγινε με το στατικό πακέτο SPSS. Στη συνέχεια έγινε μια σύγκριση μεταξύ των απαντήσεων των φοιτητών των τριών αυτών τμημάτων. Τα αποτελέσματα φανέρωσαν σε μεγάλο βαθμό τις εναλλακτικές ιδέες φοιτητών που είχαν βρεθεί και σε προηγούμενες έρευνες. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου θεωρείται από τους φοιτητές ως βασικό αίτιο της κλιματικής αλλαγής και ταυτίζεται λανθασμένα με το πρόβλημα υπερθέρμανσης του πλανήτη. Υπάρχουν επίσης αρκετές εναλλακτικές ιδέες ως προς τα αέρια του θερμοκηπίου, διότι οι περισσότεροι φοιτητές θεωρούν το διοξείδιο του άνθρακα ως μοναδικό αέριο του φαινομένου του θερμοκηπίου. Μια ακόμη εναλλακτική ιδέα αφορά στη συσχέτιση του φαινομένου του θερμοκηπίου με την καταστροφή της στιβάδας του όζοντος. Η σύγκριση μεταξύ των σχολών είχε μεγάλο ενδιαφέρον καθώς δεν ανέδειξε ιδιαίτερα σημαντικές διαφορές μεταξύ τους, αν και περιμέναμε οι φοιτητές των τμημάτων Βιολογίας και Χημείας να έχουν μικρότερο ποσοστό εναλλακτικών ιδεών συγκριτικά με τους φοιτητές του Παιδαγωγικού Τμήματος.

ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ: κλιματική αλλαγή, εκπαιδευτικοί, φαινόμενο θερμοκηπίου, εναλλακτικές ιδέες, αέρια θερμοκηπίου.

ABSTRACT

The current research studied the alternative ideas / misconceptions of potential teachers about the climate change and in particular about the greenhouse effect.

The research was performed at 140 third-year and graduate students of the faculties of the Department of Primary Education, Chemistry and Biology of the National and Kapodistrian University of Athens in 2013-2014. For the purpose of the current study a survey-questionnaire was used, structured with open-ended questions. The analysis of the results was performed using content analysis and statistical processing of results / data with the SPSS statistical package. Then, the answers were compared according to the department of education of each student who participated in the survey. The results revealed, to a large extent, the alternative ideas students form about the greenhouse effect, which have also been mentioned in previous studies of the phenomenon. The greenhouse effect is considered by students as the main cause of climate change and is incorrectly identified as identical with the global warming effect. There are also several alternative ideas regarding greenhouse gases, as most students consider carbon dioxide as the sole greenhouse gas. Another alternative concept relates to the correlation of global warming with the destruction of the ozone layer. The comparison between the schools was of high interest, as it did not highlight significant differences between them, although the students in the Biology and Chemistry Departments were expected to have smaller percentage of alternative ideas compared to the students of the Department of Primary Education.

Key words: climate change, teachers, greenhouse effect, alternative ideas, greenhouse gases.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστώ πολύ την κα. Μαυρικάκη Ευαγγελία για τη πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση σχετικά με την οργάνωση, εκτέλεση και συγγραφή της διπλωματικής εργασίας.

Ευχαριστώ πολύ τα μέλη της τριμελούς επιτροπής κ. Σκούλλο Μιχαήλ και κ. Σταύρου Δημήτριο.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα και την κα. Πασχαλίδου Κατερίνα, καθώς επίσης την κα. Σάλτα Κατερίνα για τη βοήθεια τους καθόλη τη διάρκεια του μεταπτυχιακού και της πρακτικής άσκησης αντίστοιχα.

Τέλος, ευχαριστώ πολύ τους συμφοιτητές μου και κυρίως την οικογένειά μου για τη συμπαράσταση και την υπομονή τους μέχρι τη περάτωση της εργασίας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	18
1.1 ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ - ΟΡΙΣΜΟΙ.....	18
1.2 ΑΕΡΙΑ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ.....	19
1.3 ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΤΟΥ ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ.....	25
1.3.1 ΥΠΕΡΘΕΡΜΑΝΣΗ ΤΟΥ ΠΛΑΝΗΤΗ.....	25
1.3.2 ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ.....	28
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	34
ΠΑΡΑΝΟΗΣΕΙΣ ΜΑΘΗΤΩΝ.....	34
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	37
ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ -ΠΑΡΑΝΟΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ.....	37
3.1 Γενική Έρευνα (για την ατμοσφαιρική ρύπανση) σε μελλοντικούς εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης στην Ελλάδα (Chalkidis, Mandrikas, Mavrikaki, Parkosidis, Psomiadis & Skordoulis, Stoumpa, 2013).....	37
3.2 Έρευνα στα Ιωάννινα σε μαθητές Δευτεροβάθμιας για τα βασικά περιβαλλοντικά προβλήματα (Matthopoulos, Plakitsi, Theocharopoulos, & Tsekos, 2013).....	39
3.3 Έρευνα σε φοιτητές του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης και Νηπιαγωγών στη Φλώρινα (Malandrakis & Papadopolou, 2012).....	40
3.4 Διεθνής έρευνα για τη διδασκαλία για τον αέρα, το φαινόμενο του θερμοκηπίου, το όζον και την όξινη βροχή σε τελειόφοιτους φοιτητές (Barke & Harsch, 2012).....	41
3.5 Έρευνα για το ανθρωπογενές φαινόμενο του θερμοκηπίου σε φοιτητές του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του ΑΠΘ στη Θεσσαλονίκη (Avgolouris, Melas, Oikonomidis, & Papanastasiou, 2011).....	42
3.6 Έρευνα σε μαθητές της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης και σε εν δυνάμει εκπαιδευτικούς στην Αυστραλία σχετικά με την κλιματική αλλαγή. (Boon, 2010).....	43
3.7 Έρευνα σε Υποψήφιους Τούρκους εκπαιδευτικούς Δημοτικής Εκπαίδευσης στην Ανατολική Τουρκία, για το φαινόμενο του θερμοκηπίου και τις απόψεις τους σχετικά με την περιβαλλοντική εκπαίδευση στο πανεπιστήμιο (Akar, Akilli, Erkol, Gürbüz, & Kızıoğlu, 2010).	44
3.8 Έρευνα σε τελειόφοιτους βιολόγους στην Τουρκία (Seluk University), (Kalırci, Yener & Ozkadif, 2009)	44

3.9 Έρευνα για τα παγκόσμια περιβαλλοντικά προβλήματα σε μαθητές Γυμνασίου στο Sakarya University της Τουρκίας (Anci, & Darcin, 2009)	45
3.10 Έρευνα σε υποψήφιους καθηγητές θετικών επιστημών του Τμήματος Επιστημών της Εκπαίδευσης στην Τουρκία (Gazi & Pamukkale University), (Bag, Bahar, & Bozkurt, 2008)	46
3.11 Έρευνα στη Σουηδία, σχετικά με την κατανόηση των εν δυνάμει εκπαιδευτικών του φαινομένου του θερμοκηπίου κατά τη διάρκεια ενός προγράμματος εκπαίδευσης (Areskoug, & Ekborg, 2006)	47
3.12 Έρευνα σε έλληνες εκπαιδευτικούς Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης σε σχέση με την κατανόηση των τρέχουσων περιβαλλοντικών θεμάτων. (Michail, Stamou, & Stamou, 2006)	48
3.13 Έρευνα σε εκπαιδευτικούς Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης της πόλης του Ηρακλείου (Καρατάσος, 2008)	49
3.14 Έρευνα σε μελλοντικούς εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης στην Ελλάδα, (Papadimitriou, 2004)	50
3.15 Έρευνα σε υποψήφιους εκπαιδευτικούς δημοτικής εκπαίδευσης σε Πανεπιστήμιο των Μεσοδυτικών Πολιτειών των Η.Π.Α (Mid-western university in USA), (Khalid, 2001)	52
3.16 Μελέτη για το φαινόμενο του θερμοκηπίου σε μαθητές στο Ηνωμένο Βασίλειο (Boyes & Stanisstreet, 2001)	54
3.17 Έρευνα σε μαθητές για την Κλιματική Αλλαγή (Bourque, Gravel, Langis, Liboiron, Pruneau, & Vrain, 2001)	56
3.18 Έρευνα σε υποψήφιους εκπαιδευτικούς δημοτικής εκπαίδευσης (Groves, & Pugh, 1999)	56
3.19 Έρευνα σε γυμνάσια της Πενσυλβάνια, για εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών σε σχέση με την υπερθέρμανση του πλανήτη. (Rye, Rubba & Wiesenmayer, 1997)	58
3.20 Έρευνα σε μαθητές Δημοτικής Εκπαίδευσης της Αγγλίας, για τη «μείωση» του φαινομένου του θερμοκηπίου. (Francis, Boyes, Qualter, Stanisstreet, 1993)	59
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	60
ΣΚΟΠΟΣ-ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ	60
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	60
ΔΕΙΓΜΑ-ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΈΡΕΥΝΑΣ	60
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	62
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7	81
ΣΥΖΗΤΗΣΗ	81
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	89
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	90

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1:Ποσοστό συμβολής των αερίων CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, και φθοριούχων στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.	21
Σχήμα 2:Διάγραμμα μεταβολής της ποσότητας των αερίων του θερμοκηπίου με την πάροδο των χρόνων.	22
Σχήμα 3:Το ποσοστό συμμετοχής διάφορων φορέων στην ενημέρωση των φοιτητών για την κλιματική αλλαγή βάσει των αναφορών τους.	63
Σχήμα 4:Οι τρόποι επιβράδυνσης της κλιματικής αλλαγής σε ατομικό επίπεδο όπως προτείνονται από τους φοιτητές.	67
Σχήμα 5:Οι τρόποι επιβράδυνσης της κλιματικής αλλαγής σε επίπεδο επιχειρήσεων όπως προτείνονται.	68
Σχήμα 6:Διάγραμμα αναπαράστασης των τρόπων επιβράδυνσης της κλιματικής αλλαγής σε επίπεδο κυβέρνησης.....	68
Σχήμα 7:Κατανομή (%) των απαντήσεων των φοιτητών αναλόγως με το ποια αέρια-ενώσεις θεωρούν υπεύθυνα/ες για το φαινόμενο του θερμοκηπίου. «CO ₂ + άλλα αέρια»= H ₂ O, N ₂ O, O ₃ , «άλλα αέρια»= CFCs και θείο, αμμωνία, δηλαδή αέρια άσχετα με το φαινόμενο.....	70
Σχήμα 8:Κατανομή (%) των απαντήσεων των υποκειμένων όσον αφορά το μηχανισμό του φαινομένου του θερμοκηπίου ανάλογα με την ορθότητά τους.	71
Σχήμα 9:Κατανομή (%) των απαντήσεων των φοιτητών σχετικά με το αν εκτιμούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου ως φυσικό φαινόμενο ή ως πρόβλημα για τη Γη.	72
Σχήμα 10 :Κατανομή (%) των υποκειμένων αναλόγως του αν εκτιμούν ότι υπάρχει συσχέτιση ανάμεσα στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και της στιβάδας του όζοντος.....	73
Σχήμα 11: Το ποσοστό (%) των φοιτητών κάθε τμήματος που θεωρεί ότι υπάρχει σχέση μεταξύ φαινομένου του θερμοκηπίου και στιβάδας του όζοντος.	79
Σχήμα 12: Ποσοστό των φοιτητών ανά Τμήμα που διατύπωσαν εξήγηση για τη συσχέτιση φαινομένου του θερμοκηπίου και στιβάδας του όζοντος.	79
Σχήμα 13: Τρόπος βελτιστοποίησης της γνώσης.....	88

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Περιγραφή μηχανισμού του φαινομένου του θερμοκηπίου.19

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1:Διεξοδική περιγραφή των αερίων του θερμοκηπίου.	24
Πίνακας 2:Στάδια εξέλιξης των πολιτικών για την κλιματική αλλαγή.	30
Πίνακας 3:Οι αιτίες της κλιματικής αλλαγής βάσει της κατανομής των απαντήσεων των υποκειμένων του δείγματος.	63
Πίνακας 4:Οι τρόποι αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής βάσει της κατανομής των απαντήσεων των υποκειμένων του δείγματος.	69
Πίνακας 5:Η κατανομή (%) των απαντήσεων των φοιτητών ανά Τμήμα όσον αφορά τις πηγές ενημέρωσής τους για την κλιματική αλλαγή.	74
Πίνακας 6: Ο πίνακας παρουσιάζει τα αίτια της κλιματικής αλλαγής σύμφωνα με τις απαντήσεις των φοιτητών ανά τμήμα.	75
Πίνακας 7:Το διάγραμμα παρουσιάζει τους τρόπους επιβράδυνσης της κλιματικής αλλαγής σύμφωνα με τις απαντήσεις των φοιτητών, ξεχωριστά για το κάθε τμήμα.	76
Πίνακας 8:Το διάγραμμα παρουσιάζει τη σχετική συχνότητα των απαντήσεων των φοιτητών για την αναφορά τους στα αέρια του θερμοκηπίου ανά τμήμα.	77
Πίνακας 9: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών ανά Τμήμα, αναλόγως της ορθότητας του μηχανισμού του φαινομένου του θερμοκηπίου που περιέγραψαν.	78
Πίνακας 10: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών ανά τμήμα αναλόγως του πώς αξιολογούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου.	78
Πίνακας 11: Κατανομή (%) των απαντήσεων των φοιτητών κάθε τμήματος αναλόγως του είδους του επιχειρήματος που παρέθεσαν για τη σχέση φαινομένου θερμοκηπίου και εξασθένισης στιβάδας του όζοντος.	80

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι μαθητές έρχονται στο σχολείο με ιδέες για πολλά θέματα των φυσικών επιστημών. Οι ιδέες αυτές προσφέρουν εξηγήσεις για τα φυσικά φαινόμενα και ασκούν ισχυρή επιρροή στη μεταγενέστερη μάθηση. Επιπλέον είναι ανθεκτικές, δεν αλλάζουν εύκολα και συχνά είναι διαφορετικές από τις επιστημονικές. Ωστόσο οι αντιλήψεις αυτές είναι πολύ χρήσιμες γιατί αποτελούν τη βάση στην οποία θα «χτιστεί» η μετέπειτα γνώση και ερμηνεία των σχετικών φαινομένων. Με τον όρο εναλλακτικές ιδέες λοιπόν ή παρανοήσεις εννοούμε τα ερμηνευτικά πρότυπα που συγκροτούν οι μαθητές ομαδοποιώντας τις απόψεις τους για τα φαινόμενα.

Εναλλακτικές ιδέες όμως εκτός από τους μαθητές ενδέχεται να έχουν και φοιτητές και επομένως οι εν δυνάμει εκπαιδευτικοί. Οι ιδέες τους αυτές είναι πολύ σημαντικές διότι όταν στη συνέχεια κληθούν να διδάξουν είναι πολύ πιθανόν ότι θα τις μεταβιβάσουν στους μαθητές με αποτέλεσμα τη δημιουργία περισσότερων παρανοήσεων. Στη παρούσα εργασία εξετάζουμε τις εναλλακτικές ιδέες εν δυνάμει εκπαιδευτικών για το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Η διεθνής εμπειρία έχει δείξει ότι το φαινόμενο αυτό συνδέεται με πολλές παρανοήσεις. Η σημαντικότερη και η πιο διαδεδομένη είναι η λανθασμένη ταύτισή του με το πρόβλημα της υπερθέρμανσης του πλανήτη, καθώς και ότι η τρύπα του όζοντος επιδεινώνει το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Το πλήθος και το είδος των παρανοήσεων ενδέχεται να διαφέρει μεταξύ εκπαιδευτικών διαφορετικών ειδικοτήτων λόγω της διαφορετικότητας των σπουδών και ενδιαφερόντων τους και για το λόγο αυτό προβαίνουμε σε σύγκριση των παρανοήσεων που ενδεχομένως έχουν και αναζήτηση των αιτίων τυχόν διαφορών.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

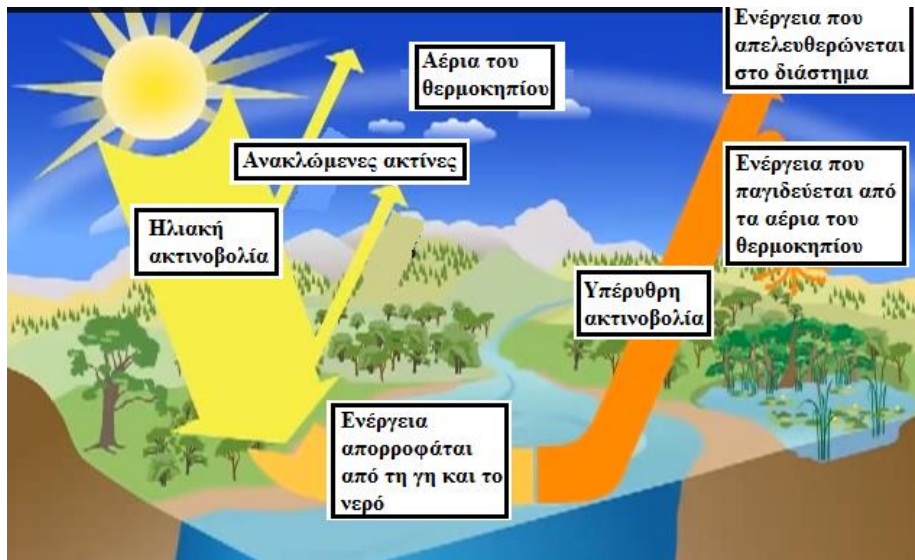
1.1 ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ - ΟΡΙΣΜΟΙ

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου, όπως και άλλα φαινόμενα που σχετίζονται με το περιβάλλον, αποτελεί μείζον θέμα για τον πλανήτη στις μέρες μας. Την τελευταία δεκαετία παρατηρήθηκε μια αύξηση της ευαισθητοποίησης του κοινού σε περιβαλλοντικά ζητήματα η οποία σε μεγάλο βαθμό οφείλεται στην αλλαγή του κλίματος και άλλες περιβαλλοντικές προκλήσεις, όπως και στη σταδιακή εξάντληση των φυσικών πόρων, που έχει αναγνωριστεί ότι αντιμετωπίζει ο πλανήτης Γη. Οι ευρωπαϊκές και εθνικές πολιτικές και νομοθεσίες προωθούν την αειφόρο ανάπτυξη και την προστασία του περιβάλλοντος μέσω της μείωσης της περιβαλλοντικής ρύπανσης και του περιορισμού των σχετικών φαινομένων. Τι είναι όμως το φαινόμενο του θερμοκηπίου;

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι μια διαδικασία που απαντάται στη φύση, που βοηθά στη θέρμανση της επιφάνειας της Γης και της ατμόσφαιρας. Προκύπτει από το γεγονός ότι ορισμένα ατμοσφαιρικά αέρια, όπως διοξείδιο του άνθρακα, υδρατμοί, μεθάνιο, είναι σε θέση να αλλάξουν το ενεργειακό ισοζύγιο του πλανήτη με την απορρόφηση μεγάλου μήκους κύματος της ακτινοβολίας που εκπέμπεται από την επιφάνεια της Γης. Χωρίς την ύπαρξη του φαινομένου, η ζωή σε αυτόν τον πλανήτη δεν θα μπορούσε πιθανότατα να υπάρχει αφού η μέση θερμοκρασία της Γης θα ήταν γύρω στους -18°C , αντί των σημερινών 15°C . (Pidwirny [36], Michael. [33]. "Greenhouse effect". Encyclopedia of Earth)

Επίσης, ένας ακόμη ορισμός για το φαινόμενο αυτό είναι ο εξής: «Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι κατά βάση μία φυσική διαδικασία κατά την οποία η ατμόσφαιρα ενός πλανήτη συμβάλλει στη θέρμανσή του». (Σκούλλος [47] , 44-45).

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου ανακαλύφθηκε πρώτη φορά από τον J. Furier το 1824 και στη συνέχεια οι J. Tyndall και O. Harrhenius διατύπωσαν το ρόλο του διοξειδίου του άνθρακα και των υδρατμών στο φαινόμενο καθώς επίσης και ότι η θερμοκρασία του εδάφους εξαρτάται από την παρουσία αερίων που απορροφούν την ηλιακή ακτινοβολία (Θεοφανίδης [39]).



Εικόνα 1: Περιγραφή μηχανισμού του φαινομένου του θερμοκηπίου.

(Πηγή: <http://www.epa.gov/climatechange/students/basics/index.html>)

Η Γη δέχεται συνολική ηλιακή ακτινοβολία, της τάξης των 1366 watt/m^2 , στο όριο της ατμόσφαιρας. Ένα μέρος αυτής απορροφάται από το σύστημα Γης-Ατμόσφαιρας, ενώ το υπόλοιπο διαφεύγει στο διάστημα.

Ο μηχανισμός του φαινομένου ταυτίζεται συχνά με τη λειτουργία ενός πραγματικού θερμοκηπίου, ωστόσο η ταύτιση αυτή αποτελεί υπεραπλούστευση, καθώς τα θερμοκήπια στηρίζονται στην «απομόνωση» της θερμότητας και την εξάλειψη φαινομένων μεταφοράς της. Όλα τα αέρια συστατικά της ατμόσφαιρας που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, αναφέρονται συνολικά με τον όρο «αέρια του θερμοκηπίου». Απορροφούν τη μεγάλου μήκους γήινη ακτινοβολία και επανεκπέμπουν θερμική ακτινοβολία, θερμαίνοντας την επιφάνεια. (Μπάκου [45], σελ.14).

Ποια είναι όμως τα αέρια αυτά για τα οποία γίνεται τόσος λόγος;

1.2 ΑΕΡΙΑ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

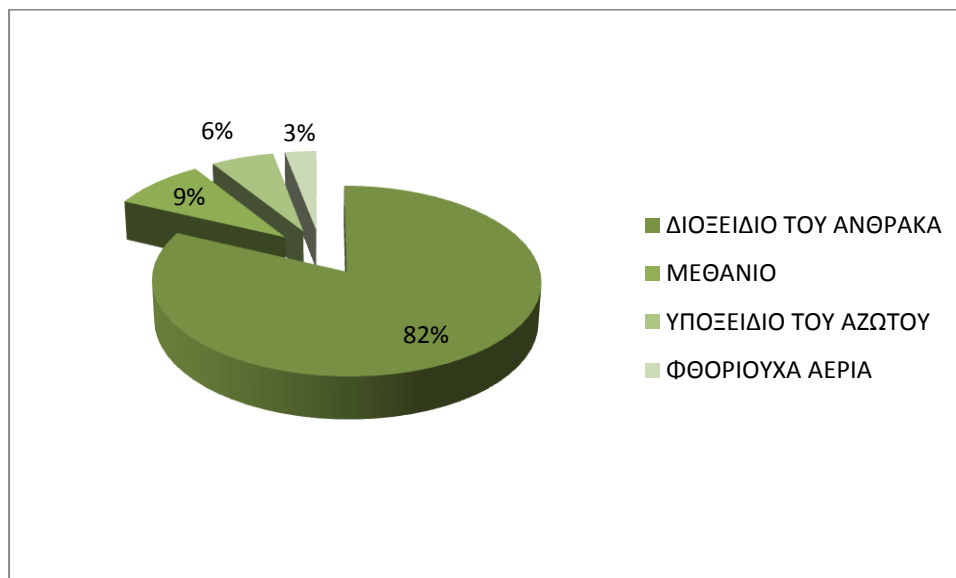
«Τα «αέρια του θερμοκηπίου» θερμαινόμενα αρχίζουν να εκπέμπουν προς κάθε κατεύθυνση υπέρυθρη ακτινοβολία, αλλά το 90% οδηγείται στο έδαφος, το οποίο θερμαίνεται περαιτέρω, ενισχύεται η υπέρυθρη ακτινοβολία του και το φαινόμενο επαναλαμβάνεται. Τελικό αποτέλεσμα είναι η αύξηση της μέσης επιφανειακής θερμοκρασίας, γεγονός που κάνει τη Γη κατοικήσιμη». (Σκούλλος [47], σελ 44). Τα βασικότερα αέρια του φαινομένου αναλύονται παρακάτω (Pierre [48]):

- ✚ **Διοξείδιο του άνθρακα, CO_2 .** Ο κυριότερος συντελεστής του φαινομένου του θερμοκηπίου είναι το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2). Ευθύνεται παγκοσμίως για τουλάχιστον το 60% του ενισχυμένου φαινομένου των αερίων θερμοκηπίου. Στις βιομηχανικές χώρες, το διοξείδιο του άνθρακα αποτελεί τουλάχιστον το 80% των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου. Παράγεται από καύσεις, καθώς επίσης και από την αναπνοή και την αποσύνθεση της έμβιας ύλης. Ο μέσος χρόνος παραμονής του στην ατμόσφαιρα είναι 4 έτη, μετά το πέρας των οποίων απορροφάται από τα φυτά (φωτοσύνθεση) ή αντιδρά με την αλκαλικότητα της θάλασσας παρέχοντας όξινα ανθρακικά, που καταλήγουν σε αναδιάλυση των ιζημάτων ανθρακικού ασβεστίου.
- ✚ **Χλωροφθοράνθρακες, CFCs .** Προέρχονται αποκλειστικά από την ανθρώπινη δραστηριότητα και χρησιμοποιούνται ως αεροζολ, μονωτικά, διαλυτικά και ψυκτικά. Σήμερα εκπέμπονται ετησίως άνω των 30.000 τόνων πάσης φύσεως αέρια τύπου Φρέον, τα οποία έχουν συσσωρεύσει μέχρι στιγμής στην ατμόσφαιρα ποσότητα άνω των 500.000 τόνων. Από αυτούς καταστρέφονται οι 5.000 τόνοι περίπου το χρόνο, ενώ οι υπόλοιποι 25.000 εξακολουθούν να συσσωρεύονται. Θεωρείται ότι συμβάλλουν κατά 20% περίπου στη δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου αν και η εξασθένιση της προστατευτικής στιβάδας του όζοντος της στρατόσφαιρας εξουδετερώνει κάπως τη συμβολή τους στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. (Hill, [23]).
- ✚ **Μεθάνιο, CH_4 .** Εξίσου σημαντικό αέριο που ευθύνεται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι το μεθάνιο (CH_4). Από τις απαρχές της βιομηχανικής επανάστασης, οι ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις μεθανίου έχουν διπλασιαστεί και συμβάλλουν κατά περίπου 20% στην ενίσχυση του φαινομένου των αερίων θερμοκηπίου. Στις βιομηχανικές χώρες, το μεθάνιο αποτελεί συνήθως το 15% των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου. Το μεθάνιο είναι αποτέλεσμα κυρίως βιολογικών διεργασιών αποδόμησης οργανικών ουσιών καθώς και διαρροών φυσικού αερίου. Καθώς αποτελεί «τελικό προϊόν» βιολογικών διεργασιών, δεν μπορεί να καταναλωθεί από καμία βιολογική διεργασία, όπως συμβαίνει με το διοξείδιο του άνθρακα. Το μεθάνιο

στην ατμόσφαιρα δεσμεύει θερμότητα 23 φορές πιο αποτελεσματικά από το CO₂. Ωστόσο, η διάρκεια ζωής του είναι μικρότερη.

✚ **Υποξείδιο του αζώτου, N₂O.** Παράγεται κυρίως από τα αζωτούχα λιπάσματα, την καύση των ορυκτών καυσίμων και κάποιες βιομηχανικές διεργασίες. Τα υποξείδια του αζώτου, αποδομούνται με ένα βραδύτατο ρυθμό (0,7% το έτος) προς νιτρικά άλατα ή προς Άζωτο και Οξυγόνο, δημιουργώντας έτσι μια συγκέντρωση στην ατμόσφαιρα του ύψους των 700 εκατομμυρίων τόνων.

Η απορροφητική ικανότητα των «αερίων του θερμοκηπίου» είναι αποτέλεσμα των χαρακτηριστικών του φάσματος απορρόφησης τους που με τη σειρά του οφείλεται στη δομή των μορίων τους. Η ανά μόριο απορροφητική ικανότητα του κάθε αερίου, ονομάζεται δυναμικό συμβολής στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και συνήθως υπολογίζεται σε σύγκριση με το δυναμικό συμβολής του διοξειδίου του άνθρακα. Το ποσοστό συμβολής του κάθε αερίου στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, με βάση τα δεδομένα από το 2012, φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



Σχήμα 1: Ποσοστό συμβολής των αερίων CO₂, CH₄, N₂O, και φθοριούχων στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

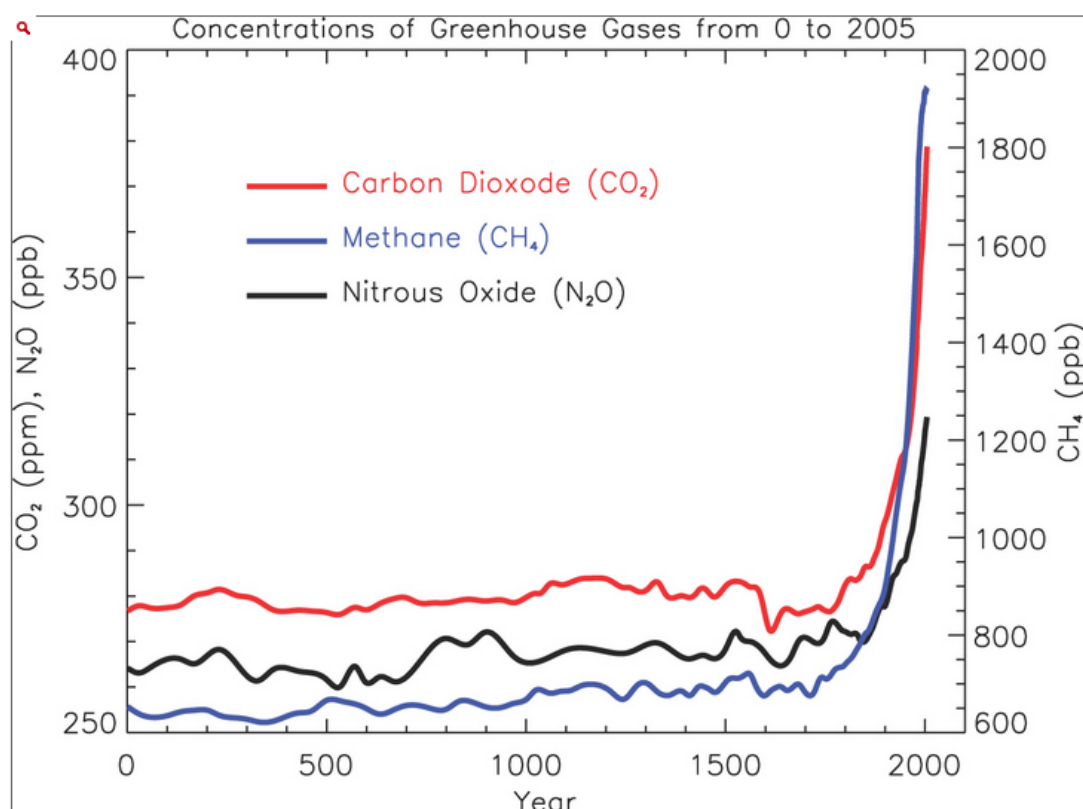
Πηγή: <http://www.epa.gov/climatechange/ghgemissions/gases.html>

Οι ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις του CO₂ από την δεκαετία του 1900 έως το 2000 παρουσίασαν αύξηση από 300 ppm σε 360 ppm. Παρόλο που οι συγκεντρώσεις αυτές εξακολουθούν να παραμένουν μικρές, έχουν τεράστια

σημασία για τη διατήρηση της ισορροπίας στα οικοσυστήματα και στην ατμόσφαιρα του πλανήτη γενικότερα. Επιπλέον, έχουν σημειωθεί αυξήσεις στις συγκεντρώσεις και των υπολοίπων αερίων του θερμοκηπίου.

Είναι γεγονός πως το φαινόμενο του θερμοκηπίου αυτό καθαυτό, δεν αποτελεί περιβαλλοντικό πρόβλημα αλλά μάλλον απλά ένα φαινόμενο που συμβαίνει στη φύση. Ωστόσο, όσο το φαινόμενο αυτό ενισχύεται, μπορεί να οδηγήσει ή επιβαρύνει το φαινόμενο της υπερθέρμανσης του πλανήτη. Τα αποτελέσματα της υπερθέρμανσης του πλανήτη, είναι κατά βάση αρνητικά. Αυτό το γεγονός ανησυχεί τους επιστήμονες σήμερα και για το λόγο αυτό το φαινόμενο του θερμοκηπίου βρίσκεται στο προσκήνιο.

Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται η σταδιακή αύξηση των εκπομπών των αερίων θερμοκηπίου έως και το έτος 2005. Από το 1750 και μετά οι αυξήσεις των συγκεντρώσεων οφείλονται σε ανθρώπινες δραστηριότητες στη βιομηχανική εποχή (Πηγή: IPCC [26]).



Σχήμα 2: Διάγραμμα μεταβολής της ποσότητας των αερίων του θερμοκηπίου με την πάροδο των χρόνων.

Στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 1) παρουσιάζονται συγκεντρωτικά, λεπτομερή στοιχεία σχετικά με τα αέρια του θερμοκηπίου, τις συγκεντρώσεις τους και τα αίτιά τους, όπως τα περιέγραψε και ο Pidwirny [36].

Πίνακας 1:Διεξοδική περιγραφή των αερίων του θερμοκηπίου.

Αέριο Θερμοκηπίου	του	Συγκέντρωση το 1700	Συγκέντρωση το 2005	Ποσοστιαία Μεταβολή	Φυσικές και Ανθρωπογενείς αιτίες
Διοξείδιο άνθρακα	του	278 PPM	379 PPM	36%	Βιολογική αποσύνθεση, Δασικές πυρκαγιές, Ηφαίστεια, Καύση ορυκτών καυσίμων, Αποψίλωση των δασών, Αλλαγή χρήσης γης
Μεθάνιο		715 PPB	1774 PPB	152%	Υγρότοποι, Βιολογική αποσύνθεση, τερμίτες, Φυσικό αέριο και εξόρυξη πετρελαίου, Καύση βιομάζας, Καλλιέργεια ρυζιού, Βοοειδή, χωματερές
Υποξείδιο Αζώτου	του	270 PPB	319 PPB	18 %	Δάση, Λειμώνες, Ωκεανοί, Εδάφη, Καλλιέργεια του εδάφους, Λιπάσματα, Καύση βιομάζας, Καύση των ορυκτών καυσίμων
Χλωροφθοράνθρακες (CFCs)		0	868 PPT	Μη εφαρμόσιμο	Ψυγεία, Πρωθητικά σπρέι αεροζόλ, Διαλύτες καθαρισμού

1.3 ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΤΟΥ ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Πέρα από τη φυσική διαδικασία του φαινομένου του θερμοκηπίου, χάρη στην οποία η ζωή στον πλανήτη Γη καθίσταται εφικτή, οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες συντελούν στην αύξηση της συγκέντρωσης στην ατμόσφαιρα αερίων του θερμοκηπίου, ιδιαίτερα διοξειδίου του άνθρακα (CO_2), μεθανίου και πρωτοξειδίου του αζώτου. Η αύξηση των συγκεντρώσεων των παραπάνω στοιχείων στην ατμόσφαιρα, ενισχύει το φυσικό φαινόμενο του θερμοκηπίου και αυξάνει τη μέση θερμοκρασία. **Αυτή η υπερθέρμανση που προκαλεί ο ανθρώπινος παράγοντας ονομάζεται "ενισχυμένο" φαινόμενο του θερμοκηπίου** (Υπουργείο Υγείας, Κλιματικές Αλλαγές και Υγεία, 2008: Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Κατανοώντας τα αέρια του θερμοκηπίου¹; Μαρκαντώνης, [43]).

1.3.1 ΥΠΕΡΘΕΡΜΑΝΣΗ ΤΟΥ ΠΛΑΝΗΤΗ

Υπερθέρμανση του πλανήτη ονομάζεται το περιβαλλοντικό φαινόμενο κατά το οποίο η μέση θερμοκρασία της Γης αυξάνεται. Αυτό συμβαίνει όταν οι συγκεντρώσεις των αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου (διοξείδιο του άνθρακα, υδρατμοί, υποξείδιο του αζώτου, μεθάνιο) αυξάνονται, προκαλώντας την αύξηση της θερμοκρασίας.

Το διοξείδιο του άνθρακα CO_2 , το σημαντικότερο αέριο του θερμοκηπίου, θεωρείται και το κύριο στοιχείο του φαινομένου της υπερθέρμανσης. Δεδομένα από το World Resources Institute (2005) δείχνουν ότι οι ανθρώπινες δραστηριότητες έχουν προσθέσει στην ατμόσφαιρα 2,3 τρισεκατομμύρια τόνους CO_2 τα τελευταία 200 χρόνια. Η μεγαλύτερη απόλυτη αύξηση στις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα παρουσιάστηκε το 2004, όταν μόνο από την κατανάλωση των ορυκτών καυσίμων προστέθηκαν στην ατμόσφαιρα πάνω από 28 εκατομμύρια τόνοι διοξειδίου του άνθρακα².

1

[http://www.moh.gov.cy/MOH/MOH.nsf/0/a12ca8a74f04a76ac225786e004a3441/\\$FILE/%CE%9A%CE%BB%CE%B9%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AD%CF%82%20%CE%91%CE%BB%CE%BB%CE%B1%CE%B3%CE%AD%CF%82%20%CE%BA%CE%B1%CE%B9%20%CE%A5%CE%B3%CE%B5%CE%AF%CE%B1.pdf](http://www.moh.gov.cy/MOH/MOH.nsf/0/a12ca8a74f04a76ac225786e004a3441/$FILE/%CE%9A%CE%BB%CE%B9%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AD%CF%82%20%CE%91%CE%BB%CE%BB%CE%B1%CE%B3%CE%AD%CF%82%20%CE%BA%CE%B1%CE%B9%20%CE%A5%CE%B3%CE%B5%CE%AF%CE%B1.pdf)

² <http://www.wri.org/publication/navigating-numbers>

Ο όρος παγκόσμια θέρμανση (global warming) δηλώνει μία ειδική περίπτωση κλιματικής μεταβολής και αναφέρεται στην αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας της Γης και των ωκεανών. Αποδίδεται συχνά με διαφορετικό τρόπο, ως πλανητική (υπερ)θέρμανση ή παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας, ενώ άλλες φορές ταυτίζεται με το φαινόμενο του θερμοκηπίου που αποτελεί έναν μηχανισμό παγκόσμιας θέρμανσης. Η επίσημη επιστημονική θέση πάνω στις κλιματικές μεταβολές, όπως αυτή εκφράζεται από την Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) του ΟΗΕ, είναι πως η μέση θερμοκρασία του πλανήτη έχει αυξηθεί $0.6 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ από τα τέλη του 19ου αιώνα και πως η αύξηση αυτή οφείλεται σημαντικά στην ανθρωπίνη δραστηριότητα των τελευταίων 50 ετών. Οικολογικές οργανώσεις επιβεβαιώνουν ότι μέσα από τις ανθρωπίνες δραστηριότητες απελευθερώνονται κάθε χρόνο στην ατμόσφαιρα μεγάλες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να θερμαίνεται ο πλανήτης. (Μπάκου [45], σελ 15).

Υπολογίζεται ότι η μέση θερμοκρασία της Γης αυξάνεται κατά $0,5^{\circ}\text{C}$ ανά εκατό χρόνια λόγω έξαρσης του φαινομένου και μέχρι το 2100 η αύξηση της θερμοκρασίας θα είναι $1,5^{\circ}\text{C}$ - $4,5^{\circ}\text{C}$ (Θεοφανίδης [39]).

Στην έκθεση της Διακυβερνητικής Επιτροπής του ΟΗΕ για τις Κλιματικές Αλλαγές (IPCC Synthesis Report: An Assessment of the Intergovernmental Panel on Climate Change, [25]) παρουσιάζονται μερικές από τις επιπτώσεις της υπερθέρμανσης του πλανήτη που πιθανολογείται ότι θα λάβουν χώρα τα επόμενα χρόνια. Αυτές είναι συνοπτικά οι εξής:

- ✚ Κατά τα επόμενα είκοσι χρόνια εκατοντάδες εκατομμύρια άνθρωποι δεν θα έχουν αρκετό νερό για να ικανοποιήσουν τις ανάγκες τους. Μεταξύ αυτών θα είναι Αφρικανοί και Λατινοαμερικάνοι οι οποίοι τώρα διαθέτουν νερό.
- ✚ Από το 2050, περισσότεροι από ένα δισεκατομμύριο άνθρωποι ενδεχομένως θα αντιμετωπίσουν παρόμοιο πρόβλημα στην Ασία. Από το 2080 η έλλειψη νερού θα απειλήσει 1,1 έως 3,2 δισεκατομμύρια ανθρώπους.
- ✚ Οι θάνατοι στα φτωχά στρώματα του πληθυσμού από ασθένειες που θα σχετίζονται με την υπερθέρμανση του πλανήτη, όπως διάρροια και υποσιτισμός, θα αυξηθούν από το 2030. Η ελονοσία και ο δάγκειος πυρετός πιθανότατα θα γνωρίσουν έξαρση.
- ✚ Οι μικροί παγετώνες της Ευρώπης θα εξαφανισθούν, ενώ πολλοί από τους μεγάλους θα συρρικνωθούν δραματικά, έως το 2050. Το 50% της χλωρίδας της Ευρώπης θα κινδυνεύσει με εξαφάνιση ή θα αφανισθεί ως το 2100.

- ✚ Περίπου 100 εκατομμύρια άνθρωποι θα μένουν κάθε χρόνο άστεγοι λόγω των πλημμύρων από το 2080 και μετά.
- ✚ Περίπου 200 ως 600 εκατομμύρια άνθρωποι θα βρεθούν αντιμέτωποι με το φάσμα της πείνας ως στα τέλη του 21ου αιώνα.
- ✚ Το νέφος στις αμερικανικές πόλεις θα διογκωθεί και οι θάνατοι που θα σχετίζονται με την τρύπα του όζοντος θα αυξηθούν κατά 4,5% στα μέσα της δεκαετίας του 2050 σε σχέση με τα επίπεδα της δεκαετή του 1990.
- ✚ Από το 2050 και έπειτα πολλά ζώα που διαβιούν σε ψυχρά κλίματα, όπως οι πολικές αρκούδες, μπορεί να απαντώνται περισσότερο σε ζωολογικούς κήπους, αφού οι φυσικές κατοικίες τους θα έχουν καταστραφεί.
- ✚ Οι ακτές προβλέπεται να εκτεθούν σε αυξανόμενους κινδύνους, συμπεριλαμβανομένης της διάβρωσης των ακτών, λόγω της κλιματικής αλλαγής και της ανόδου της στάθμης της θάλασσας.
- ✚ Προβλέπονται αυξήσεις σε θανάτους από υποσιτισμό, αύξηση της επιβάρυνσης των διαρροϊκών ασθενειών, αύξηση της συχνότητας εμφάνισης των καρδιο-αναπνευστικών νοσημάτων ενώ σε μια πιο θετική νότα θα σημειώνονται λιγότεροι θάνατοι από την έκθεση στο κρύο και θα μειωθεί το εύρος και η μεταδοτικότητα της ελονοσίας στην Αφρική.

Αναφορικά με το άμεσο μέλλον προβλέπεται ότι η παραγωγή τροφίμων θα αυξηθεί, για παράδειγμα οι καλλιέργειες σόγιας και ρυζιού στη Λατινική Αμερική. Μακροπρόθεσμα όμως τα προβλήματα θα επιδεινωθούν. Τις μεγαλύτερες ζημιές θα υποστούν τα οικοσυστήματα των ωκεανών και των παράκτιων περιοχών, οι υδροφόρες περιοχές και οι παράκτιοι οικισμοί. Χειρότερα αναμένεται να πληγούν από την αλλαγή του κλίματος η Αφρική και η Ασία. Η Βόρειος Αμερική, η Ευρώπη και η Αυστραλία προβλέπεται να δεχθούν τις ηπιότερες των συνεπειών. Όπως σημειώνουν πάντως οι επιστήμονες που συνέταξαν την έκθεση, πολλές, αν όχι όλες, από τις επιπτώσεις που αναφέρονται σε αυτήν μπορούν να αποτραπούν, αν μέσα σε χρονική περίοδο μιας γενεάς η διεθνής κοινότητα διακόψει τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και σταθεροποιηθεί η εκπομπή των ρυπογόνων αερίων.

1.3.2 ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

Η αλλαγή του κλίματος έχει ήδη εμφανή αποτελέσματα, που εκτείνονται από την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη έως την άνοδο της στάθμης της θάλασσας ως αποτέλεσμα της τήξης των πολικών παγετών, καθώς και τη συχνότερη εμφάνιση καταιγίδων και πλημμύρων.

Τα στοιχεία, από τις πλέον πρόσφατες επιστημονικές διαπιστώσεις στις οποίες προέβη η Διακυβερνητική Ομάδα για την Κλιματική Αλλαγή στο πλαίσιο της 4ης έκθεσης αξιολόγησης (IPCC, 4th Assessment report - AR4[26]), επιβεβαιώνουν πέραν πάσης αμφιβολίας τις αρνητικές επιπτώσεις της αλλαγής του κλίματος. Είναι πολύ πιθανό ότι το μεγαλύτερο μέρος της αύξησης της θερμοκρασίας από τα μέσα του 20ού αιώνα οφείλεται στην παρατηρούμενη αύξηση των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου, ως αποτέλεσμα των εκπομπών που προκαλούν ανθρώπινες δραστηριότητες. Η παγκόσμια θερμοκρασία έχει αυξηθεί κατά περίπου 0,8°C τα τελευταία 150 χρόνια και αναμένεται να αυξηθεί περαιτέρω. Προκειμένου να περιοριστεί αυτή η αύξηση, οι παγκόσμιες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου πρέπει να σταθεροποιηθούν σε αυτήν τη δεκαετία και να μειωθούν κατά 50% συγκριτικά με τα επίπεδα του 1990 έως το 2050. Λαμβάνοντας υπόψη τις απαραίτητες προσπάθειες που καταβάλλουν οι αναπτυσσόμενες χώρες, η ΕΕ υποστηρίζει τον στόχο για μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου κατά 80% έως 95% έως το 2050 (συγκριτικά με το 1990).

Ακόμη και αν οι πολιτικές και οι προσπάθειες για τη μείωση των εκπομπών αποδειχθούν αποτελεσματικές, κάποιος βαθμός κλιματικής αλλαγής είναι αναπόφευκτος. Συνεπώς, είναι επίσης αναγκαίες στρατηγικές και δράσεις για την προσαρμογή στις επιπτώσεις της.

ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ ΤΗΣ ΕΕ

Πολλές πρωτοβουλίες της ΕΕ αποσκοπούν στη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου:

-  Διαρκής βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης ενός ευρέος φάσματος εξοπλισμού και οικιακών συσκευών.

- ✚ Εντολή για την αύξηση της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όπως η αιολική, η ηλιακή, η υδροηλεκτρική και η βιομάζα, καθώς και των ανανεώσιμων καυσίμων για τις μεταφορές, όπως τα βιοκαύσιμα.
- ✚ Υποστήριξη της ανάπτυξης τεχνολογιών δέσμευσης και αποθήκευσης διοξειδίου άνθρακα (CCS) για τη δέσμευση και αποθήκευση του διοξειδίου του άνθρακα που εκπέμπεται από τους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής και άλλες μεγάλες εγκαταστάσεις.
- ✚ Χρήση του συστήματος εμπορίας εκπομπών (EU ETS), το βασικό εργαλείο της ΕΕ για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τη βιομηχανία.
- ✚ Το πακέτο της ΕΕ για το κλίμα και την ενέργεια του 2009 αποτελεί δεσμευτική νομοθεσία για την εφαρμογή των στόχων 20-20-20 έως το 2020: μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου της ΕΕ κατά τουλάχιστον 20% κάτω από τα επίπεδα του 1990, το 20% της κατανάλωσης ενέργειας στην ΕΕ να προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές, και μείωση κατά 20% της χρήσης πρωτογενούς ενέργειας σε σύγκριση με τα προβλεπόμενα επίπεδα. (Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος, <http://www.eea.europa.eu/el>)

Η ΕΕ ενσωματώνει επίσης στις πολιτικές της την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή. Στο προσεχές διάστημα θα καταρτιστεί πλήρης στρατηγική προσαρμογής της ΕΕ που ενισχύει την προσαρμοστικότητα της Ευρώπης στην κλιματική αλλαγή.

Το Σύμφωνο των Δημάρχων – Κλιματική Αλλαγή

Το Σύμφωνο των Δημάρχων είναι η κυριότερη ευρωπαϊκή κίνηση στην οποία συμμετέχουν τοπικές και περιφερειακές αρχές, που δεσμεύονται εθελοντικά να αυξήσουν την ενεργειακή απόδοση και τη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στις περιοχές τους. Με τη δέσμευσή τους, οι υπογράφωντες το Σύμφωνο σκοπεύουν να επιτύχουν και να υπερβούν το στόχο της Ευρωπαϊκής Ένωσης για μείωση των εκπομπών CO₂ κατά 20% έως το 2020. Το Σύμφωνο υποστηρίζεται θεσμικά και από την Επιτροπή των Περιφερειών, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και την Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων, η

οποία βοηθά τις τοπικές αρχές να αξιοποιήσουν τις επενδυτικές προοπτικές τους. (<http://www.simfonodimarxon.eu>)

ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Η κλιματική αλλαγή ως περιβαλλοντικό φαινόμενο όμως δεν είναι κάτι καινούργιο. Ήδη από το 1824 ο Harrhenius είχε προβλέψει ότι το κλίμα θα μεταβληθεί. Στον Πίνακα 2 δίνεται μια αναπαράσταση της εξέλιξη της κλιματικής αλλαγής και των διεθνών συνεδρίων που έλαβαν χώρα για το θέμα από το 1824 έως τα νεότερα χρόνια. (Πηγή:<http://physics4u.wordpress.com/2009/12/05/%CE%AF-%CE%AE-%CE%AE/>).

Πίνακας 2:Στάδια εξέλιξης των πολιτικών για την κλιματική αλλαγή.

26 1824 Αυγούστου	Ο Γάλλος φυσικός Ζόζεφ Φουριέ (Joseph Fourier) περιγράφει για πρώτη φορά το φαινόμενο του θερμοκηπίου της Γης.
19 1861 Νοεμβρίου	Ο Ιρλανδός φυσικός John Tyndall δείχνει ότι οι υδρατμοί και ορισμένα άλλα αέρια δημιουργούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου.
25 1896 Σεπτεμβρίου	Ο Σουηδός χημικός Svante Arrhenius καταλήγει στο συμπέρασμα ότι η καύση του άνθρακα στη βιομηχανική εποχή θα ενισχύσει το φαινόμενο του θερμοκηπίου.
12 1938 Φεβρουαρίου	Ο Βρετανός μηχανικός Guy Callendar δείχνει ότι η θερμοκρασία αυξήθηκε κατά τη διάρκεια του 19 ^{ου} αιώνα. Επίσης ότι η συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα, εξαιτίας των καύσεων, αυξήθηκε την ίδια περίοδο.
17 1957 Οκτωβρίου	Ο Αμερικανός ωκεανογράφος Roger Revelle και ο χημικός Hans Suess δείχνουν ότι το θαλασσινό νερό δε μπορεί να απορροφήσει το σύνολο του πρόσθετου CO ₂ που εισέρχεται στην ατμόσφαιρα, όπως υπέθεταν πολλοί εκείνη την περίοδο.

18 Δεκεμβρίου 1958	Ο Αμερικανός επιστήμονας Charles David Keeling ξεκινά συστηματική μέτρηση των ατμοσφαιρικών εκπομπών του CO ₂ στο όρος Mauna Loa στη Χαβάη και στην Ανταρκτική, με αποτέλεσμα να δοθεί η πρώτη σαφείς απόδειξη ότι οι συγκεντρώσεις του CO ₂ αυξάνονται.
5 Σεπτεμβρίου 1968	Η Συμβουλευτική Επιτροπή του Προέδρου των ΗΠΑ, προειδοποιεί ότι το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι ένα θέμα που επιφέρει «πραγματική ανησυχία». Η Επιτροπή για την αντιμετώπιση της υπερθέρμανσης του πλανήτη και της κλιματικής αλλαγής, διαλύθηκε την 1 ^η Δεκεμβρίου 2010.
4 Νοεμβρίου 1972	Πρώτη διάσκεψη του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών (ΟΗΕ) στη Στοκχόλμη για το περιβάλλον, με επίκεντρο τη χημική ρύπανση, τις δοκιμές της ατομικής βόμβας και τη φαλαίνοθηρία.
16 Σεπτεμβρίου 1987	Το Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ περιορίζει τις χημικές ουσίες που βλάπτουν το στρώμα του όζοντος. Οι πλούσιες χώρες τις αποσύρουν σταδιακά πρώτες και οι αναπτυσσόμενες ακολουθούν αργότερα.
8 Νοεμβρίου 1988	Ιδρύεται η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος (IPCC), με σκοπό τη συλλογή και την αξιολόγηση στοιχείων για την αλλαγή του κλίματος. Ο James Hansen, του Ινστιτούτου Διαστημικών μελετών Goddard της NASA, προειδοποιεί σε μια ακρόαση του Κογκρέσου των ΗΠΑ ότι είναι 99% σίγουρος ότι η υπερθέρμανση του πλανήτη βρίσκεται σε εξέλιξη.
28 Φεβρουαρίου 1989	Η Μάργκαρετ Θάτσερ σε ομιλία της στον ΟΗΕ μιλάει για την κλιματική αλλαγή και προσκαλεί για μια παγκόσμια συνθήκη για την αλλαγή του κλίματος.
30 Δεκεμβρίου 1990	Η πρώτη Έκθεση Αξιολόγησης της IPCC καταλήγει στο συμπέρασμα ότι οι θερμοκρασίες έχουν ήδη αυξηθεί κατά 0.3-0.6 βαθμούς Κελσίου το τελευταίο

	αιώνα, εξαιτίας ανθρωπογενών εκπομπών του CO ₂ . Στο ίδιο συμπέρασμα καταλήγουν και η δεύτερη (1995), η τρίτη (2001) και η τέταρτη (2007) Έκθεση Αξιολόγησης της IPCC.
5 Οκτωβρίου 1992	Υπογράφεται το Πλαίσιο Συμφωνίας για την Κλιματική Αλλαγή των Ηνωμένων Εθνών (UNFCCC) κατά τη Παγκόσμια Διάσκεψη Κορυφής στο Ρίο. Στόχος της είναι η σταθεροποίηση των αερίων του θερμοκηπίου, ώστε να αποφευχθεί η αλλαγή του κλίματος.
12 Φεβρουαρίου 1997	Σύμφωνα με το Πρωτόκολλο του Κιότο, τα ανεπτυγμένα κράτη συμφωνούν να μειώσουν τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου κατά τουλάχιστον 5% έως το 2012. Οι ΗΠΑ αργότερα αρνούνται να αναλάβουν δράση. Επίσης οι αναπτυσσόμενες χώρες και η Κίνα δεν έχουν αναλάβει κανένα επίσημο δεσμευτικό στόχο.
28 Ιουλίου 1998	Η θερμότερη χρονιά στη θερμότερη δεκαετία στο θερμότερο αιώνα της τελευταίας χιλιετίας μεγεθύνεται από το ισχυρό Ελ Νίνιο.
17 Ιουλίου 2005	Το Πρωτόκολλο του Κιότο καθίσταται διεθνές δίκαιο για τις χώρες αυτές που εξακολουθούν να συμμετέχουν σε αυτό.
8 Αυγούστου 2006	Μια συνολική οικονομική αξιολόγηση των κλιματικών μεταβολών, από το λόρδο Stern, καταλήγει στο συμπέρασμα ότι το παγκόσμιο ΑΕΠ θα μπορούσε να καταστραφεί μέχρι και 20% αν η υπερθέρμανση του πλανήτη αφεθεί ανεξέλεγκτη. Ο περιορισμός της θα κοστίσει περίπου το 1% του ΑΕΠ.
7-18 Δεκεμβρίου 2009	Πραγματοποιείται στην Κοπεγχάγη το Παγκόσμιο Συνέδριο για το Κλίμα της UNFCCC. Οι πλούσιες χώρες πείθονται να περικόψουν τις εκπομπές των αερίων, ενώ οι αναπτυσσόμενες χώρες να δράσουν για τη μείωση των δικών τους.

10 Δεκεμβρίου 2012	Η ισχύς του Πρωτοκόλλου του Κιότο τελειώνει.
1 Ιουνίου 2013	Αρχίζει η περίοδος υλοποίησης οποιασδήποτε συμφωνίας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΠΑΡΑΝΟΗΣΕΙΣ ΜΑΘΗΤΩΝ

Η μάθηση είναι μια διαδικασία αλληλεπίδρασης μεταξύ του εκπαιδευτικού και του εκπαιδευόμενου. Η κατάρτιση, απόκτηση γνώσης απαιτεί την λεγόμενη οικοδόμηση της γνώσης. Η γνώση δεν μεταβιβάζεται αυτούσια και πολλές φορές ανάλογα με την αντίληψη του εκπαιδευόμενου και την ικανότητα του εκπαιδευτή, η κατανόηση μιας ιδέας, αντίληψης ή θεωρίας είναι μερική και όχι ολική. Η μη ουσιώδης κατανόηση εννοιών από τα πρώτα και βασικά στάδια της εκπαίδευσης, μπορεί να δημιουργήσει σημαντικά προβλήματα στην επακόλουθη μάθηση. Η μάθηση απαιτεί την αναδιοργάνωση των νοητικών μοντέλων, που ήδη υπάρχουν, για να διορθωθούν οι παρανοήσεις και συγχρόνως απαιτεί την επέκταση των μοντέλων ώστε να συμπεριληφθούν οι νέες έννοιες.

Είναι μια διαδικασία εννοιολογικής αλλαγής κατά την οποία ως σπουδαιότερος παράγοντας εντοπίζεται η υπάρχουσα πρότερη γνώση (Ausubel, 1968). Η προϋπάρχουσα γνώση των μαθητών χρησιμοποιείται στην κατασκευή νέων εννοιολογικών δομών στο μυαλό των μαθητών. Όταν συγκρούεται με τις νέες γνώσεις, ξεκινά η διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής, δηλαδή η προσαρμογή των προϋπάρχουσων ερμηνευτικών σχημάτων στα νέα δεδομένα ώστε να δομηθεί η νέα γνώση (Μήλιος [44]). Προκειμένου η διαδικασία οικοδόμησης νέας γνώσης να είναι επιτυχής, διάφορες εσωτερικές γνωστικές διεργασίες λαμβάνουν χώρα για τον εκπαιδευόμενο, διαφορετικά δημιουργούνται φαινόμενα παρανοήσεων. Η εννοιολογική αλλαγή επιτυγχάνεται με αλλαγή των εννοιολογικών σχημάτων των μαθητών, το οποίο μπορεί να επιτευχτεί με τρεις τρόπους:

- την επαύξηση της γνωστικής δομής (προσθήκη νέας γνώσης στην ήδη υπάρχουσα χωρίς την αλλαγή των βασικών αξόνων της πρότερης γνώσης),
- τη ρύθμιση – εναρμόνιση (ανατρέπει τους βασικούς άξονες αλλά διατηρεί σταθερό το γνωστικό υπόβαθρο)
- αναδιοργάνωση (χρησιμοποιεί νέο εννοιολογικό σχήμα και επιφέρει σημαντικές αλλαγές στις προϋπάρχουσες γνώσεις) (Μήλιος [44]).

Οι ιδέες και οι αντιλήψεις που έχουν οι μαθητές για τον φυσικό κόσμο διαφέρουν συνήθως από τις επιστημονικές προσεγγίσεις και διαδραματίζουν, σύμφωνα με πολλούς ερευνητές της διδακτικής των φυσικών επιστημών ένα σημαντικό ρόλο στην κατανόηση των εννοιών που σχετίζονται με αυτές.

Οι Gilbert, Osborn και Fensham (1982) αντιμετωπίζουν ως εναλλακτική αντίληψη κάθε έννοια ή μοντέλο που είναι διαφορετικό απ' ό,τι είναι συμφωνημένο και αποδεκτό επιστημονικά. Οι παράγοντες που διαμορφώνουν ή που μπορεί να επηρεάσουν τις ιδέες των μαθητών καθορίζονται από το κοινωνικό–πολιτισμικό, το φυσικό και το τεχνολογικό περιβάλλον, που με τη σειρά τους περιλαμβάνουν το σχολικό και το ευρύτερο οικογενειακό περιβάλλον.

Ως **εναλλακτικές αντιλήψεις ή παρανοήσεις** ορίζονται εκείνες οι αντιλήψεις των μαθητών οι οποίες διαφέρουν από αποδεκτές επιστημονικά τεκμηριωμένες απόψεις. Όποιο όνομα και να τους δοθεί, περιγράφουν ένα είδος εννοιολογικής δυσκολίας που αντιμετωπίζει ο μαθητής. Οι τύποι παρανοήσεων μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως εξής (Σάλτα [46] ; Center for the Integration of Research, Teaching and Learning, Overcoming Misconceptions: Misconceptions as Barriers to Understanding Science, <http://www.cirtl.net/node/2628>):

- ✚ Προκαταλήψεις – Οι προκαταλήψεις είναι δημοφιλείς αντιλήψεις ριζωμένες στην καθημερινή εμπειρία.
- ✚ Μη-επιστημονικές πεποιθήσεις – Οι μη-επιστημονικές πεποιθήσεις περιλαμβάνουν πράγματα που έχουν μάθει οι φοιτητές από άλλες πηγές εκτός από την επιστημονική εκπαίδευση, όπως οι θρησκευτικές ή μυθικές διδασκαλίες.
- ✚ Εννοιολογικές παρανοήσεις - Προκύπτουν όταν οι μαθητές διδάσκονται επιστημονικές πληροφορίες με έναν τρόπο που δεν τους προκαλεί να αντιμετωπίσουν τα παράδοξα και τις συγκρούσεις που προκύπτουν από τις δικές τους προκαταλήψεις και μη-επιστημονικές πεποιθήσεις.
- ✚ Ιδιωματικές Παρανοήσεις – Οι ιδιωματικές παρανοήσεις προκύπτουν από τη χρήση των λέξεων που σημαίνουν ένα πράγμα στην καθημερινή ζωή και ένα άλλο σε επιστημονικό πλαίσιο.

- ✚ Πραγματικές Παρανοήσεις – Οι πραγματικές παρανοήσεις είναι ανακρίβειες που συνήθως αντλήθηκαν σε νεαρή ηλικία και διατηρήθηκαν αδιαμφισβήτητες στην ενήλικη ζωή.

Η δημιουργία των παρανοήσεων των μαθητών, κατά τη διαδικασία δόμησης επιστημονικών μοντέλων, έχει να κάνει με ορισμένα χαρακτηριστικά των ιδεών των μαθητών, όπως είναι (Κόκκοτας [40], σσ. 20-22,):

- ✚ **Τα μη ορατά δεν υπάρχουν.** Οι μαθητές, όταν έρχονται αντιμέτωποι με ένα πρόβλημα, έχουν τη τάση να βασίζονται αρχικά στους συλλογισμούς τους στα άμεσα παρατηρούμενα χαρακτηριστικά.
- ✚ **Περιορισμένη εστίαση.** Οι μαθητές συνήθως εστιάζουν στα κυρίαρχα και εμφανή χαρακτηριστικά προκειμένου να αναλύσουν ένα πρόβλημα.
- ✚ **Γραμμικός αιτιώδης συλλογισμός.** Όταν οι μαθητές εξηγούν τις αλλαγές, οι συλλογισμοί τους τείνουν να ακολουθούν μια γραμμική αιτιώδη ακολουθία. Υιοθετούν μια αιτία που παράγει μια αλυσίδα αποτελεσμάτων ως μια ακολουθία εξαρτώμενη από το χρόνο.
- ✚ **Έννοιες που δε διαχωρίζονται.** Οι μαθητές χρησιμοποιούν έννοιες, δίνοντας τους σημασίες διαφορετικές και σημαντικά πιο εκτεταμένες από αυτές που δίνουν οι επιστήμονες.
- ✚ **Εξάρτηση από το πλαίσιο.** Οι μαθητές συχνά χρησιμοποιούν διαφορετικές ιδέες για να ερμηνεύσουν καταστάσεις που ένας επιστήμονας θα εξηγούσε με τον ίδιο τρόπο. Οι ιδέες που θα χρησιμοποιήσουν οι μαθητές εξαρτώνται από το πλαίσιο της κατάστασης.
- ✚ **Στα αντικείμενα αποδίδονται χαρακτηριστικά ανθρώπων ή ζώων.** Πολλά παιδιά αποδίδουν στα αντικείμενα θέληση, αισθήματα ή σκοπό. Ένας λόγος που συντελεί σε αυτό το γεγονός είναι ότι η μεταφορά χρησιμοποιείται τόσο στην καθημερινή γλώσσα όσο και στη διδασκαλία.

Οι παρανοήσεις των μαθητών διαμορφώνονται με την επίδραση των αντιλήψεων των μεγάλων, των μέσων επικοινωνίας, την αλληλεπίδραση με τα άλλα παιδιά, τη διδασκαλία και τα σχολικά εγχειρίδια. Ένας επίσης βασικός παράγοντας που οδηγεί σε παρανοήσεις των μαθητών είναι οι παρανοήσεις που έχουν οι ίδιοι οι διδάσκοντες, οι οποίες δεν έχουν ανιχνευτεί για να «εξαλειφθούν» με αποτέλεσμα να μεταφέρονται στους μαθητές (Σάλτα [46]).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ -ΠΑΡΑΝΟΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Έως σήμερα έχουν πραγματοποιηθεί πολλές έρευνες για τις ιδέες/αντιλήψεις μαθητών και εκπαιδευτικών για το φαινόμενο του θερμοκηπίου και για τις αιτίες που οδηγούν συχνά σε παρανοήσεις/εναλλακτικές απόψεις ή αντιλήψεις. Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει μια συνολική προσπάθεια παρουσίασης όλων των σχετικών ερευνών και αποτελεσμάτων.

Σε κάθε έρευνα λαμβάνονται υπόψη τα δημογραφικά στοιχεία των υποκείμενων που έλαβαν μέρος, ως ανεξάρτητες μεταβλητές για την στατιστική επεξεργασία, όπως:

- ✓ Το φύλο
- ✓ Τον τόπο καταγωγής
- ✓ Το κοινωνικό επίπεδο
- ✓ Το επίπεδο σπουδών
- ✓ Η θέση υπηρεσίας ή μελλοντικής υπηρεσίας κ.α

3.1 Γενική Έρευνα (για την ατμοσφαιρική ρύπανση) σε μελλοντικούς εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης στην Ελλάδα (Chalkidis, Mandrikas, Mavrikaki, Parkosidis, Psomiadis & Skordoulis, Stoumpa, 2013).

Η έρευνα που δημοσιεύτηκε το 2013, διερευνούσε τα παρακάτω ερωτήματα:

- ✓ Σε ποιο βαθμό οι δάσκαλοι ήταν σε θέση να αναφέρουν τις κύριες μορφές ατμοσφαιρικής ρύπανσης;

- ✓ Σε ποιο βαθμό ήταν σε θέση να αναφέρουν συγκεκριμένους ατμοσφαιρικούς ρύπους;
- ✓ Σε ποιο βαθμό συνειδητοποιούσαν τον αντίκτυπο του καιρού στις συγκεντρώσεις των ατμοσφαιρικών ρύπων στις μεγάλες πόλεις;
- ✓ Ήταν σε θέση να δώσουν ορισμό για την «τρύπα του όζοντος» ;
- ✓ Σε ποιο βαθμό ήταν ενήμεροι για το φαινόμενο του θερμοκηπίου σε σχέση με τις μορφές της ατμοσφαιρικής ρύπανσης;

Το δείγμα αποτελείτο από 78 μελλοντικούς εκπαιδευτικούς (6 άντρες και 72 γυναίκες, ηλικίας 21 χρονών) στο 3^ο έτος σπουδών τους, οι οποίοι παρακολουθούσαν το εργαστήριο του μαθήματος «Περιβαλλοντική Επιστήμη και Εκπαίδευση» στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Αθηνών. Χωρίστηκαν σε πέντε τμήματα, τα οποία παρακολούθησαν το μάθημα «Ατμοσφαιρική Ρύπανση» σε διαφορετικές ημέρες κατά τη διάρκεια έξι εβδομάδων.

Για τις ανάγκες της έρευνας χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο ανοιχτού τύπου βασισμένο σε προηγούμενες έρευνες των Thornber (1999), Andersson and Wallin (2000), Papadimitriou (2004), Dove (1996), Groves and Pugh (1999), Khalid (2003) όπως αναφέρεται από τους Mandrikas κ.ά. (2013).

Ξεκίνησε πιλοτική έρευνα σε 30 εκπαιδευτικούς. Οι απαντήσεις βελτιώθηκαν μετά την εφαρμογή του μαθήματος «Ατμοσφαιρική Ρύπανση». Πριν το μάθημα μόνο το 18% μπορούσε να αναφέρει τουλάχιστον 3 μορφές ατμοσφαιρικής ρύπανσης, ενώ μετά το μάθημα το ποσοστό ανέβηκε στο 49%. Πιο αναλυτικά πριν το μάθημα, οι φοιτητές ανέφεραν ως είδη ατμοσφαιρικής ρύπανσης το φαινόμενο του θερμοκηπίου σε ποσοστό 42%, τρύπα του όζοντος 37% και την όξινη βροχή σε ποσοστό 36%. Γενικοί όροι όπως καυσαέρια, σύννεφα καπνού, αναφέρθηκαν σε χαμηλότερα ποσοστά χωρίς περαιτέρω διευκρινήσεις. Μετά το μάθημα το φαινόμενο του θερμοκηπίου αναφέρθηκε σε ποσοστό 61%, η τρύπα του όζοντος και η όξινη βροχή 68%, ενώ οι γενικοί όροι περιορίστηκαν στο 9% και επίσης εμφανίστηκαν πιο επιστημονικοί όροι όπως για παράδειγμα φωτοχημικό νέφος 32%. Επιπλέον μετά το μάθημα αυξήθηκαν και τα ποσοστά απαντήσεων για τους αέριους ρύπους. Πριν την παρακολούθηση, μόνο το 20% μπορούσε να αναφέρει τουλάχιστον 3 ρύπους, ενώ στη συνέχεια το ποσοστό αυξήθηκε σε 70 % και

το ποσοστό των φοιτητών που δεν μπορούσε να αναφέρει ούτε ένα από 30% έπεσε στο 5%.

Όσον αφορά στο ερώτημα αν οι καιρικές συνθήκες επηρεάζουν την ατμοσφαιρική ρύπανση κανένας από τους συμμετέχοντες δεν απαντούσε σωστά πριν παρακολουθήσει το μάθημα. Αντίθετα έπειτα από το μάθημα, 21% απάντησε σωστά με τις λάθος απαντήσεις να μειώνονται από 30 στο 6%. Στο ερώτημα για τη τρύπα του όζοντος μετά το μάθημα το ποσοστό των σωστών απαντήσεων ήταν 44%.

Όσον αφορά στη σχέση φαινομένου του θερμοκηπίου και τρύπα του όζοντος η πλειοψηφία εξακολούθησε να έχει λανθασμένες απόψεις.

Συμπερασματικά, από μιας πλευράς τα αποτελέσματα ήταν ενθαρρυντικά και καταγράφηκε βελτίωση στις απαντήσεις για τα φαινόμενα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Από την άλλη πλευρά όμως τα ποσοστά των απαντήσεων σε ορισμένες ερωτήσεις παρέμειναν σε χαμηλά επίπεδα, γεγονός που υποδεικνύει την ύπαρξη παρανοήσεων.

Το εργαστηριακό μάθημα βοήθησε στη χρήση επιστημονικών όρων και την ακρίβεια στις επιστημονικές περιγραφές. Μετά το μάθημα οι συμμετέχοντες ήταν σε θέση να αναφέρουν είδη ατμοσφαιρικής ρύπανσης και συγκεκριμένους ρύπους. Κατάλαβαν ότι τα καιρικά φαινόμενα επηρεάζουν την ατμοσφαιρική ρύπανση στις πόλεις και επίσης το πώς λαμβάνει χώρα αυτή η αλληλεπίδραση. Μια πιθανή αιτία της χαμηλής περιβαλλοντικής γνώσης είναι η ύπαρξη παρανοήσεων στα σχολικά εγχειρίδια.

3.2 Έρευνα στα Ιωάννινα σε μαθητές Δευτεροβάθμιας για τα βασικά περιβαλλοντικά προβλήματα (Matthopoulos, Plakitsi, Theocharopoulos, & Tsekos, 2013)

Η ανωτέρω αναφερόμενη έρευνα διερευνά η γνώση 221 μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης της πόλης των Ιωαννίνων, που βρίσκεται στη βορειοδυτική περιοχή της Ελλάδας, σε 10 περιβαλλοντικά θέματα. Οι απαντήσεις των μαθητών συλλέχθηκαν μέσω ενός «κλειστού τύπου απαντήσεων» ερωτηματολογίου που διανεμήθηκε σε τρία από τα δημόσια σχολεία της πόλης. Το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε, αποτελούνταν από 10 ερωτήσεις και η ανάλυσή τους έγινε με το στατιστικό πακέτο SPSS και

το Chi-Square test, χ^2 , προκειμένου να εξεταστούν οι συσχετίσεις μεταξύ των ηλικιών και των επιπέδων γνώσης.

Η συνολική εικόνα ήταν μέτρια ικανοποιητική, αφού οι μαθητές φάνηκε να είχαν μια καλή γνώση σχετικά με διάφορα περιβαλλοντικά θέματα, ενώ οι παρανοήσεις σχετικά με άλλα θέματα, όπως η βιώσιμη ανάπτυξη, κυριαρχούσαν. Λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα της μελέτης εξήχθηκε το συμπέρασμα ότι απαιτούνταν βελτιώσεις στο Πρόγραμμα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης, προκειμένου να βελτιωθούν οι γνώσεις των μαθητών.

3.3 Έρευνα σε φοιτητές του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης και Νηπιαγωγών στη Φλώρινα (Malandrakis & Papadopoulou, 2012)

Σκοπός της έρευνας ήταν η διερεύνηση της σταθερότητας και της συνέπειας στο επίπεδο κατανόησης και παρανοήσεων για τη σχέση μεταξύ φαινομένου του θερμοκηπίου και «τρύπας» του όζοντος. Στην έρευνα συμμετείχαν 157 φοιτητές/τριες από τα Παιδαγωγικά τμήματα Δημοτικής Εκπαίδευσης και Νηπιαγωγών, 80 από το πρώτο τμήμα και 77 από το δεύτερο αντίστοιχα, εκ των οποίων 135 ήταν κορίτσια και 22 ήταν αγόρια. Για την έρευνα χρησιμοποιήθηκε online ερωτηματολόγιο, χρησιμοποιώντας το λογισμικό ανοιχτού κώδικα Limesurvey. Το χρονικό περιθώριο για τη συμπλήρωση της επισκόπησης ήταν 30 λεπτά και για μόνο μια σύνδεση, ενώ οι φοιτητές μπορούσαν να έχουν πρόσβαση από οποιοδήποτε μέρος. Το ερωτηματολόγιο περιελάμβανε 26 ερωτήσεις κλειστού τύπου και χωρίζεται σε τέσσερα τμήματα. Στην ανωτέρω έρευνα παρουσιάζονταν δεδομένα μόνο από το δεύτερο τμήμα του ερωτηματολογίου, το οποίο περιλάμβανε ερωτήσεις που είχαν σκοπό την καταγραφή ιδεών φοιτητών/τριων σχετικά με τις αιτίες, επιπτώσεις και πιθανούς τρόπους αντιμετώπισης του φαινομένου του θερμοκηπίου και της παγκόσμιας θέρμανσης. Τα ερωτήματα της έρευνας ήταν τα εξής:

- ✓ Ποιος είναι ο βαθμός σταθερότητας και συνέπειας στο επίπεδο κατανόησης που έχουν φοιτητές/τριες τμημάτων εκπαίδευσης για τη σχέση ανάμεσα στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και την εξασθένιση της στιβάδας του όζοντος;
- ✓ Ποιοι παράγοντες επηρεάζουν αυτή την σταθερότητα και τη συνέπεια;

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων πραγματοποιήθηκε με το SPSS v.18.

Σχετικά με τη συνέπεια στις επιστημονικές αντιλήψεις, αξιολογώντας τα σχήματα της έρευνας, φάνηκε ότι από τους 157 φοιτητές, οι 21 απάντησαν σωστά στην πρώτη ερώτηση «Η φράση που περιγράφει καλύτερα τη σχέση μεταξύ φαινομένου του θερμοκηπίου και τρύπας του όζοντος είναι...». Δεκαεννιά φοιτητές απάντησαν σωστά και στην ερώτηση «οι τρύπες στο στρώμα του όζοντος συμβάλλουν στην επιδείνωση του φαινομένου του θερμοκηπίου» και 15 έδωσαν επιστημονικά αποδεκτές απαντήσεις και στις τρεις ερωτήσεις. Σχετικά με τη συνέπεια στις παρανοήσεις οι 136 φοιτητές απάντησαν λάθος στην 1^η ερώτηση, 67 και στην 2^η και 49 απάντησαν λάθος και στις τρεις ερωτήσεις. Συνοψίζοντας, καταγράφηκε μια ομάδα 49 ατόμων (31,21 %) με παρανοήσεις, καθώς απαντούσαν με συνέπεια λάθος και στις 3 ερωτήσεις και μια περιορισμένη ομάδα 9,5% με επιστημονικές αντιλήψεις, καθώς απαντούσαν με συνέπεια σωστά σε όλες τις ερωτήσεις. Τέλος, η μεγαλύτερη ομάδα των φοιτητών (93 άτομα ποσοστού 59,23 %) ταλαντευόταν μεταξύ παρανοήσεων και επιστημονικά αποδεκτών γνώσεων.

Όσον αφορά στη σύγκριση μεταξύ των δυο σχολών 12 φοιτητές του Παιδαγωγικού τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης απάντησαν με επιστημονικό τρόπο στις ερωτήσεις, ενώ από την ομάδα των Νηπιαγωγών μόνο 3. Η διαφορά μεταξύ των δυο τμημάτων έγκειται στο ότι παρόλο που και οι δυο ομάδες παρακολούθησαν διδασκαλία μαθημάτων Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης, μόνο οι φοιτητές της Δημοτικής Εκπαίδευσης ήταν αποδέκτες διδασκαλίας που σχετίζεται με τη παγκόσμια θέρμανση.

3.4 Διεθνής έρευνα για τη διδασκαλία για τον αέρα, το φαινόμενο του θερμοκηπίου, το όζον και την όξινη βροχή σε τελειόφοιτους φοιτητές (Barke & Harsch, 2012)

Στο πλαίσιο αυτής της έρευνας, περίπου 1.500 μαθητές δέκατης και δωδέκατης τάξης από τη Γερμανία, την Ισπανία, την Ταϊβάν και τη Ρωσία εξετάστηκαν. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στην τεχνική γνώση, πιθανές παρανοήσεις και τη στάση των συμμετεχόντων προς την προστασία του περιβάλλοντος. Με βάση τα ευρήματα της έρευνας, μια σειρά διαλέξεων αναπτύχθηκε και δοκιμάστηκε στην τάξη χημείας για τους γερμανούς μαθητές

επιπέδου δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης καθ' όλη τη διάρκεια εννέα μαθημάτων.

Τα ερευνητικά θέματα στα οποία απαντούσε η έρευνα είναι τα εξής:

- Ατμοσφαιρική σύνθεση, διαφοροποίηση των αερίων σε ίχνη και ατμοσφαιρικούς ρύπους
- Ορισμός των αερίων του θερμοκηπίου, αίτια και συνέπειες του φαινομένου
- Σχηματισμός και καταστροφή της στρατοσφαιρικής και τροποσφαιρικής στιβάδας του όζοντος, αντίμετρα
- Φυσικά και είναι ανθρωπίνως δημιουργούμενη όξινη βροχή, πηγές φυσικού αερίου, αντίμετρα

Σχεδόν ανεξάρτητα από την ηλικία και τη χώρα, η αξιολόγηση της έρευνας αποκάλυψε μια σημαντική έλλειψη γνώσης, καθώς και πολλές παρανοήσεις σε όλες τις τέσσερις θεματικές περιοχές.

3.5 Έρευνα για το ανθρωπογενές φαινόμενο του θερμοκηπίου σε φοιτητές του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του ΑΠΘ στη Θεσσαλονίκη (Avgolouris, Melas, Oikonomidis, & Papanastasiou, 2011)

Στην έρευνα αυτή συμμετείχαν 265 φοιτητές και φοιτήτριες του τμήματος Δημοτικής εκπαίδευσης κυρίως σε πρωτοετείς και δευτεροετείς φοιτητές του τμήματος, με το μεγαλύτερο μέρος του εξεταζόμενου δείγματος να αποτελούν γυναίκες (230). Όλοι οι φοιτητές που συμμετείχαν στην έρευνα είχαν παρακολουθήσει μάθημα όπου το φαινόμενο του θερμοκηπίου συμπεριλαμβανόταν στην διδακτέα ύλη. Στα ερωτήματα που κλήθηκε να απαντήσει η συγκεκριμένη έρευνα συμπεριλαμβανόταν οι αιτίες του ανθρωπογενούς φαινομένου του θερμοκηπίου, οι συνέπειες του φαινομένου, οι τρόποι μετρίασης του φαινομένου και τα ίδια πεδία εξετάστηκαν και για το φαινόμενο της παγκόσμιας υπερθέρμανσης.

Για την ανάλυση των ερωτηματολογίων χρησιμοποιήθηκε η διερευνητική παραγοντική ανάλυση (Explanatory Factor Analysis) και το πρόγραμμα SPSS.

Από τις συχνότερες παρανοήσεις που συναντήθηκαν στα αποτελέσματα της έρευνας είναι η σύγχυση του ανθρωπογενούς φαινομένου του θερμοκηπίου με την αραίωση του στρώματος του όζοντος. Επιπλέον διαπιστώθηκε μια τάση για επιλογή λύσεων που φαίνονται «καλές» ως προτάσεις αντιμετώπισης των φαινομένων.

Η έρευνα πρότεινε την ξεκάθαρη διάκριση των φαινομένων στα σχολικά βιβλία, τη διάκριση μεταξύ του φυσικού και του ανθρωπογενούς φαινομένου του θερμοκηπίου και τη δημιουργία σχετικού μαθήματος στα πανεπιστήμια.

3.6 Έρευνα σε μαθητές της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης και σε εν δυνάμει εκπαιδευτικούς στην Αυστραλία σχετικά με την κλιματική αλλαγή. (Boon, 2010)

Η έρευνα αυτή έλαβε χώρα στο Κουήνσλαντ και άλλες περιοχές της Αυστραλίας, προκειμένου να διερευνηθεί η κατανόηση και το επίπεδο γνώσεων των μαθητών σχετικά με την κλιματική αλλαγή. 107 εν δυνάμει εκπαιδευτικοί και 310 μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης έλαβαν μέρος στην έρευνα απαντώντας στις ερευνητικές ερωτήσεις. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι απαντήσεις ήταν παρόμοιες μεταξύ των δύο γκρουπ, με την κατανόηση του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής να είναι απαράδεκτα χαμηλή ακόμα και γι αυτούς που δήλωναν πως εστίαζαν στην επιστήμη και σε περιβαλλοντικές επιστήμες ως κύρια μελέτη στις σπουδές τους.

Αντικείμενο μελέτης της έρευνας αποτελούσαν τα εξής:

- γνώση για την κλιματική αλλαγή, τα αίτια και τις συνέπειές της
- ταύτιση της κλιματικής αλλαγής με το φαινόμενο της στιβάδας του όζοντος
- οι πηγές των γνώσεών τους
- το φάσμα των ενεργειών που είναι πρόθυμοι να αναλάβουν για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής (μόνο στους εν δυνάμει εκπαιδευτικούς)

3.7 Έρευνα σε Υποψήφιους Τούρκους εκπαιδευτικούς Δημοτικής Εκπαίδευσης στην Ανατολική Τουρκία, για το φαινόμενο του θερμοκηπίου και τις απόψεις τους σχετικά με την περιβαλλοντική εκπαίδευση στο πανεπιστήμιο (Akar, Akilli, Erkol, Gürbüz, & Kızıoğlu, 2010).

Αυτή η έρευνα είχε ως στόχο να προσδιορίσει το επίπεδο των γνώσεων των υποψηφίων τούρκων εκπαιδευτικών δημοτικής εκπαίδευσης για τις αιτίες, τις συνέπειες και τη μείωση του φαινομένου του θερμοκηπίου και να διερευνήσει την επίδραση του φύλου, των πηγών πληροφόρησης και την ένταξη των περιβαλλοντικών θεμελίων για τη γνώση τους. Είχε επίσης ως στόχο να καταγράψει τις απόψεις τους σχετικά με την περιβαλλοντική εκπαίδευση που παρέχόταν στο πανεπιστήμιο. 26 ερωτήσεις σε κλίμακα Likert αναπτύχθηκαν από Cin (2006) χρησιμοποιήθηκαν για τη συλλογή των δεδομένων. Η κλίμακα αυτή εφαρμόστηκε σε 215 μελλοντικούς εκπαιδευτικούς από δύο πανεπιστήμια της ανατολικής Τουρκίας. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η πλειοψηφία των μελλοντικών εκπαιδευτικών είχαν παρανοήσεις σχετικά με τις αιτίες, τις συνέπειες και τη μείωση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Σύμφωνα με την ανάλυση των δημογραφικών μεταβλητών, οι σημαντικές διαφορές στις μέσες βαθμολογίες των συμμετεχόντων εντοπίστηκαν με βάση το φύλο και τις πηγές πληροφοριών. Επιπλέον, οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί βρήκαν την περιβαλλοντική εκπαίδευση ανεπαρκή για διαφορετικούς λόγους.

3.8 Έρευνα σε τελειόφοιτους βιολόγους στην Τουρκία (Seluk University), (Kalipci, Yener & Ozkadif, 2009)

Η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε στο Selcuk University της Τουρκίας κατά το ακαδημαϊκό έτος 2007-2008 με τυχαία επιλογή από την 4^η τάξη 120 Υποψηφίων Εκπαιδευτικών της Σχολής Βιολογίας και Επιστημών Αγωγής. Τα ερωτήματα που καλείται να απαντήσει η συγκεκριμένη εργασία είναι:

- ✓ Ποιες είναι οι παρανοήσεις και οι αντιλήψεις για την υπερθέρμανση του πλανήτη
- ✓ Ποιες είναι οι παρανοήσεις και οι αντιλήψεις για το φαινόμενο του θερμοκηπίου
- ✓ Ποιες είναι οι παρανοήσεις και οι αντιλήψεις για το στρώμα του όζοντος

Αξιολογώντας τους πίνακες που παρουσιάζονται στην έρευνα, είναι φανερό ότι οι υποψήφιοι Εκπαιδευτικοί έχουν λανθασμένη αντίληψη στη συσχέτιση της στιβάδας του όζοντος, της υπερθέρμανσης του πλανήτη και του φαινομένου του θερμοκηπίου αντίστοιχα. Κάποιοι λάθος συσχετισμοί επιγραμματικά είναι:

- ✓ η αραίωση του στρώματος του όζοντος θα αυξήσει τις αιτίες δημιουργίας του φαινομένου του θερμοκηπίου
- ✓ η στιβάδα του όζοντος δρα προστατευτικά στην υπερθέρμανση του πλανήτη
- ✓ η τρύπα του όζοντος είναι ο κύριος λόγος της υπερθέρμανσης του πλανήτη, καθώς επίσης και η αιτία για το λιώσιμο των πάγων στους πόλους

Είναι σαφές ωστόσο πώς αυτές οι λανθασμένες αντιλήψεις θα διδαχθούν αργότερα σε μαθητές και πώς αυτή η σύγχυση των όρων θα συνεχιστεί και στις επόμενες γενιές.

3.9 Έρευνα για τα παγκόσμια περιβαλλοντικά προβλήματα σε μαθητές Γυμνασίου στο Sakarya University της Τουρκίας (Avci, & Darcin, 2009)

Στο πλαίσιο της έρευνας αυτής ερευνήθηκαν παγκόσμια προβλήματα όπως το φαινόμενο του θερμοκηπίου, η παραμόρφωση της στιβάδας του όζοντος, η όξινη βροχή και η καταστροφή της βιοποικιλότητας ώστε να ερευνηθεί η επίδραση του φύλου και της τοποθεσίας ως παράγοντες γνώσης για περιβαλλοντικά προβλήματα. Το ερωτηματολόγιο που αναπτύχθηκε για την έρευνα, διανεμήθηκε σε 201 τυχαίους μαθητές Γυμνασίου από σχολεία στην Άγκυρα και το Μπουρντούρ της Τουρκίας και περιλάμβανε 20 ερωτήσεις. Το ποσοστό και η συχνότητα των απαντήσεων των φοιτητών αναλύθηκαν. Τα οριστικά στοιχεία που προκύπτουν από αυτή την έρευνα επισημαίνουν ότι οι μαθητές έχουν πολύ χαμηλό επίπεδο γνώσης σχετικά με τους λόγους και τις αρνητικές επιπτώσεις ορισμένων παγκόσμιων περιβαλλοντικών προβλημάτων.

Τα αποτελέσματα επίσης έδειξαν ότι εντέλει η τοποθεσία των ερωτηθέντων μαθητών επηρέαζε το επίπεδο γνώσης τους ενώ το φύλο όχι. Στα συμπεράσματα της έρευνας ανήκουν τα εξής:

- η πλειοψηφία των φοιτητών θεωρούν ότι η παραμόρφωση του στρώματος του όζοντος είναι συνδεδεμένη με την υπερθέρμανση του πλανήτη.
- Από την άλλη πλευρά, έχουν επίγνωση των περιβαλλοντικών προβλημάτων που έχουν αρνητικές επιπτώσεις για τη βιολογική ποικιλότητα.
- Οι περισσότεροι από τους μαθητές τοποθετήθηκαν σωστά στη σχέση μεταξύ της όξινης βροχής και της βιοποικιλότητας, αλλά σχεδόν οι μισοί από αυτούς έκαναν λανθασμένη συσχέτιση μεταξύ του ποσοστού οξέος των βροχών και της υπερθέρμανσης του πλανήτη.
- Έχει επίσης παρατηρηθεί ότι οι περισσότεροι από τους μαθητές έχουν επίγνωση του γεγονότος ότι η ραδιενεργός μόλυνση θα ήταν ένας λόγος για την καταστροφή της βιοποικιλότητας. Παρ' όλα αυτά, σχεδόν οι μισοί από τους μαθητές έχουν την λανθασμένη ιδέα ότι τα αποσμητικά σπρέι προκαλούν ραδιενεργό ρύπανση.

3.10 Έρευνα σε υποψήφιους καθηγητές θετικών επιστημών του Τμήματος Επιστημών της Εκπαίδευσης στην Τουρκία (Gazi & Pamukkale University), (Bag, Bahar, & Bozkurt, 2008)

Η μελέτη αυτή πραγματοποιήθηκε σε δείγμα 308 ατόμων (203 γυναίκες, 105 άνδρες) σε υποψήφιους καθηγητές θετικών επιστημών του Τμήματος Επιστημών της Εκπαίδευσης στην Τουρκία κατά τη διάρκεια του ακαδημαϊκού έτους 2005-2006. Οι συμμετέχοντες ωστόσο προέρχονταν από διάφορα κοινωνικά επίπεδα.

Για τη συλλογή των δεδομένων, χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο το οποίο περιελάμβανε 30 ερωτήσεις σε μια πεντάβαθμη κλίμακα τύπου Likert και 7 ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής.

Στόχος της συγκεκριμένης μελέτης ήταν:

- ✓ Ο προσδιορισμός του επιπέδου των γνώσεων και των παρανοήσεων των υποψήφιων καθηγητών θετικών επιστημών, οι οποίοι θα έχουν σημαντικό ρόλο στη διδασκαλία περιβαλλοντικών θεμάτων

- ✓ Ο προσδιορισμός του τρόπου απόκτησης γνώσεων που σχετίζονται με τη στοιβάδα του όζοντος και την καταστροφής της στιβάδας, τα οποία αποτελούν παγκόσμια περιβαλλοντικά προβλήματα.

Από την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων προέκυψε πως ενώ οι ερωτηθέντες κατείχαν γενικές γνώσεις για τη στοιβάδα του όζοντος και για τα περιβαλλοντικά προβλήματα που σχετίζονται με αυτή παράλληλα σημαντικό ποσοστό εξ αυτών έχει παρανοήσεις ή ανεπαρκή γνώση για τη στοιβάδα του όζοντος. Ωστόσο, από τις απαντήσεις φαίνεται να υπάρχει σύγχυση όσον αφορά στην καταστροφή της στοιβάδας του όζοντος με την υπερθέρμανση του πλανήτη, ευρήματα που συνάδουν με άλλες ερευνητικές μελέτες που πραγματοποιήθηκαν σε εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας ή δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

3.11 Έρευνα στη Σουηδία, σχετικά με την κατανόηση των εν δυνάμει εκπαιδευτικών του φαινομένου του θερμοκηπίου κατά τη διάρκεια ενός προγράμματος εκπαίδευσης (Areskoug, & Ekborg, 2006)

Το θεωρητικό ερώτημα το οποίο κλήθηκε να απαντήσει η ανωτέρω μελέτη ήταν το εξής:

"Πώς οι αντιλήψεις των εν δυνάμει εκπαιδευτικών για το φαινόμενο του θερμοκηπίου, αναπτύχθηκαν κατά τη διάρκεια του εκπαιδευτικού προγράμματος;"

Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η πλειονότητα των μαθητών ως δάσκαλοι ανέπτυξαν μια επαρκή κατανόηση του φαινομένου του θερμοκηπίου κατά τη διάρκεια του προγράμματος διδασκαλίας. Αρκετοί από τους μαθητές ανέπτυξαν περαιτέρω γνώσεις στην πορεία του προγράμματος, ωστόσο, ένας αρκετά μεγάλος αριθμός μαθητών με κακή κατανόηση δεν αναπτύσσουν οποιαδήποτε περαιτέρω γνώση σε αυτό το στάδιο. Διαφορετικοί τρόποι συλλογής δεδομένων και κατηγοριοποίησης απαντήσεων επηρέασαν την ερμηνεία των απαντήσεων.

Οι κύριες επιστημονικές έννοιες και διαδικασίες που απαιτούνται για την κατανόηση του φαινομένου του θερμοκηπίου μπορεί να είναι:

I. Η γη λαμβάνει ενέργεια από τον ήλιο, κυρίως υπό τη μορφή ορατού φωτός.

II. Η γη εκπέμπει ενέργεια στο διάστημα με τη μορφή υπέρυθρης ακτινοβολίας (IR).

III. Η ακτινοβολία μπορεί να απορροφηθεί από την ατμόσφαιρα σε ένα μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό.

IV. Εισερχόμενη και εξερχόμενη ακτινοβολία μπορεί να επηρεαστεί με διάφορους τρόπους από την ατμόσφαιρα.

V. Διαφορετικά αέρια στην ατμόσφαιρα έχουν διαφορετικές ικανότητες να απορροφούν ακτινοβολία. Ορισμένα αέρια, αερίων του θερμοκηπίου, απορροφούν την ακτινοβολία IR έντονα.

VI.

a. Η απορροφούμενη ενέργεια προκαλεί μία μετατόπιση του ενεργειακού ισοζυγίου που οδηγεί σε μια υψηλότερη θερμοκρασία στην ατμόσφαιρα και στη γη με την ακόλουθη διαδικασία:

β. Η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας αυξάνεται

γ. Η IR ακτινοβολία που εκπέμπεται από την ατμόσφαιρα αυξάνεται. Μέρος από αυτή κατευθύνεται προς τα κάτω στη γη. Η ενέργεια είναι έτσι εκ νέου ακτινοβολούμενη.

δ. Η γη δέχεται και απορροφά ακτινοβολία IR από την ατμόσφαιρα. Η θερμοκρασία της Γης, αυξάνεται.

VII. Η καύση των ορυκτών καυσίμων προκαλεί μια καθαρή αύξηση των αερίων του θερμοκηπίου (κυρίως διοξείδιο του άνθρακα και υδρατμούς) στην ατμόσφαιρα.

VIII. Περίληψη: Η καύση ορυκτών καυσίμων οδηγεί σε μια αυξημένη θερμοκρασία στη γη.

3.12 Έρευνα σε έλληνες εκπαιδευτικούς Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης σε σχέση με την κατανόηση των τρέχουσων περιβαλλοντικών θεμάτων. (Michail, Stamou, & Stamou, 2006)

Για τη συγκεκριμένη μελέτη, ερευνήθηκαν τρία περιβαλλοντικά φαινόμενα, ονοματικά η όξινη βροχή, η αραίωση της τρύπας του όζοντος και το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Η έρευνα ήταν κατά βάση ποσοτική παρά ποιοτική, πράγμα που επιτρέπει την γενίκευση των αποτελεσμάτων παρόλο που δεν αναλύει διεξοδικά το θέμα. Το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε απαρτιζόταν από 3 μέρη. 155 καθηγητές πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης

συμπλήρωσαν το ερωτηματολόγιο. Η συμπλήρωση των ερωτηματολογίων διήρκεσε 15-20 λεπτά και η συλλογή δεδομένων έγινε τον Απρίλιο του 2003.

Μεγάλη πλειοψηφία των συμμετεχόντων έδειξε αυξημένο ενδιαφέρον σε περιβαλλοντικά θέματα. Επιπλέον, τα μέσα μαζικής ενημέρωσης, δηλαδή, εφημερίδες, περιοδικά ειδήσεων, και τηλεόραση, αναφέρθηκαν συχνά να διαβουλεύονται με τους εκπαιδευτικούς για περιβαλλοντικές πληροφορίες τους. Αντίθετα, το ραδιόφωνο, το Διαδίκτυο, εξειδικευμένα περιοδικά, σεμινάρια, και ΜΚΟ εκδηλώσεις, αναφέρθηκαν να μην χρησιμοποιούνται τόσο συχνά ως πηγές των περιβαλλοντικών πληροφοριών. Η μελέτη έδειξε επίσης ότι οι Έλληνες εκπαιδευτικοί έχουν περισσότερα κενά σε περιβαλλοντικές γνώσεις από ό, τι οι συνάδελφοί τους σε άλλες χώρες.

3.13 Έρευνα σε εκπαιδευτικούς Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης της πόλης του Ηρακλείου (Καρατάσος, 2008)

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στην πόλη του Ηρακλείου την άνοιξη του 2005, σε 217 εκπαιδευτικούς δημοτικής εκπαίδευσης. Τα ερευνητικά ερωτήματα στα οποία προσπαθούσε να απαντήσει η συγκεκριμένη έρευνα ήταν:

1. Ποια θεωρούν οι εκπαιδευτικοί ως τα μεγαλύτερα περιβαλλοντικά ζητήματα;
2. Τι γνωρίζουν οι εκπαιδευτικοί για τα αίτια δημιουργίας του φαινομένου του θερμοκηπίου και τα αέρια θερμοκηπίου;
3. Αναγνωρίζουν οι εκπαιδευτικοί τη διαφορά μεταξύ του φαινομένου του θερμοκηπίου, ως φυσικό φαινόμενο και του προβλήματος της υπερθέρμανσης της Γης από την υπερβολική αύξηση του φαινομένου αυτού;
4. Ποιες είναι οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για τη σχέση μεταξύ του φαινομένου του θερμοκηπίου και της τρύπας του όζοντος;

Για τη συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν ερωτηματολόγια, με 9 ερωτήσεις ανοιχτού και 23 ερωτήσεις κλειστού τύπου. Οι εναλλακτικές αντιλήψεις όπως η αναφορά του φαινομένου του θερμοκηπίου ως το σημαντικότερο περιβαλλοντικό πρόβλημα, το μονοξείδιο του άνθρακα ως αέριο του φαινομένου, οι παρανοήσεις σχετικά με την ανακλώμενη και την

ηλιακή ακτινοβολία κ.α. που κατέγραψε η συγκεκριμένη έρευνα θεωρήθηκε ότι οφείλονται στην ελλιπή πληροφόρηση των εκπαιδευτικών, όπως και των πολιτών από τα μέσα ενημέρωσης, όπου δεν γίνεται σαφής διαχωρισμός των εννοιών και συνήθως υπερτονίζονται απλά οι έννοιες του φαινομένου του θερμοκηπίου, της υπερθέρμανσης του πλανήτη και της τρύπας του όζοντος χωρίς να γίνεται αναφορά στα πραγματικά αίτια και στην μεταξύ τους σχέση.

3.14 Έρευνα σε μελλοντικούς εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης στην Ελλάδα, (Papadimitriou, 2004)

Η συγκεκριμένη έρευνα διαπραγματεύεται τις αντιλήψεις μαθητών και δασκάλων σχετικά με την κλιματική αλλαγή, το φαινόμενο του θερμοκηπίου και την καταστροφή της στιβάδας του όζοντος. Οι συμμετέχοντες της έρευνας ήταν 172 υποψήφιοι εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης κατά το 1^ο έτος των σπουδών τους σε δύο συνεχόμενες ακαδημαϊκές χρονιές. Όσον αφορά το υπόβαθρο τους στα εξεταζόμενα περιβαλλοντικά ζητήματα, η είσοδος στην τριτοβάθμια πανεπιστημιακή εκπαίδευση από την δευτεροβάθμια εκπαίδευση, είναι σχετικά ελλιπές στον τομέα των περιβαλλοντικών επιστημών καθώς η διδασκαλία τους στην συγκεκριμένη επιστήμη δεν είναι βασική για την είσοδο τους στην τριτοβάθμια εκπαίδευση.

Ο στόχος της έρευνας ήταν να ληφθούν υπόψη τα πορίσματα για τη διδασκαλία των εκπαιδευόμενων καθώς και για το υπόβαθρο των εκπαιδευτικών για τα συγκεκριμένα θέματα. Για την πραγματοποίηση της έρευνας χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο ανοικτού τύπου προκειμένου οι ερωτηθέντες να προσδώσουν μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα της κατανόησης τους.

Η έρευνα επικεντρώθηκε στα εξής:

- ✓ τις πεποιθήσεις τους σχετικά με την εμφάνιση της κλιματικής αλλαγής και τα
- ✓ τις ιδέες τους για τις αιτίες της αλλαγής του κλίματος
- ✓ τις ιδέες τους σχετικά με τις ενέργειες που πρέπει να ληφθούν για την επιβράδυνση της αλλαγής του κλίματος

Το ερωτηματολόγιο αποτελούνταν από τα ακόλουθα πεδία:

- ✓ Υπάρχει έντονη συζήτηση όσον αφορά την κλιματική αλλαγή. Πιστεύετε υπάρχει αλλαγή του κλίματος με το πέρασ των χρόνων; Αν ναι, εξηγήστε την άποψή σας
- ✓ Κατά τη γνώμη σας, ποιες είναι οι αιτίες της αλλαγής του κλιματικής αλλαγής;
- ✓ Τι νομίζετε ότι μπορεί να γίνει για την επιβράδυνση της κλιματικής αλλαγής;
- ✓ Να περιγράψετε συνοπτικά το μηχανισμό δημιουργίας του φαινομένου του θερμοκηπίου, με ειδική αναφορά στις επιμέρους ενώσεις που είναι υπεύθυνες για την δημιουργία του.
- ✓ Να περιγράψετε συνοπτικά το μηχανισμό μέσω του οποίου πραγματοποιείται η καταστροφή της στιβάδας του όζοντος με ειδική αναφορά των επιμέρους ενώσεων που είναι υπεύθυνες για την καταστροφή του.

Τα αποτελέσματα της έρευνας υπέδειξαν ότι οι υπάρχει μια σύγχυση στα αποτελέσματα του φαινομένου του θερμοκηπίου αποτέλεσμα και της καταστροφής της στιβάδας του όζοντος και εσφαλμένα έχουν συνδέσει το τελευταίο με την κλιματική αλλαγή.

Από τις απαντήσεις των ερωτηθέντων έγινε φανερό πώς οι φοιτητές πιστεύουν ότι η κλιματική αλλαγή είναι σε εξέλιξη και βασίζουν τις πεποιθήσεις τους στην προσωπικής τους εμπειρία. Αγνοούν τις κατάλληλες ενέργειες για την επιβράδυνση της κλιματικής αλλαγής έχοντας την εσφαλμένη αντίληψη ότι η μείωση του όζοντος, η όξινη βροχή και η ρύπανση γενικότερα συμβάλλουν στην αλλαγή του κλίματος. Συγχέουν ωστόσο το φαινόμενο του θερμοκηπίου με τη μείωση του όζοντος, όσον αφορά τους μηχανισμούς δημιουργίας τους και την συνάφεια τους.

Πιο συγκεκριμένα :

- ✓ Υπήρχε σύγχυση του καιρού με το κλίμα καθώς εξέφραζαν βεβαιότητα για την κλιματική αλλαγή που κατά πάσα πιθανότητα συνεπάγεται ότι δεν είχαν επίγνωση των αβεβαιοτήτων γύρω από το θέμα.
- ✓ Υπήρχε εσφαλμένη αντίληψη και συσχέτιση της αλλαγής του κλίματος, της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, της ρύπανσης του περιβάλλοντος γενικότερα και της όξινη βροχή.

- ✓ Υπήρχε εσφαλμένη αντίληψη στον συσχετισμό της αλλαγής του κλίματος και της καταστροφής της στοιβάδας του όζοντος. Οι συγκεκριμένες αντιλήψεις σχετίζονται με παρανοήσεις ή έλλειψη επιστημονικής γνώσης που αφορούν τα δύο φαινόμενα:
 - Ιδιότητες των αερίων και ιδιαίτερα την διάχυση, καθώς νόμιζαν ότι τα αέρια του θερμοκηπίου (ή οι ρύποι) συγκεντρώνονται σε ένα στρώμα γύρω από την ατμόσφαιρα και πώς για τη μείωση της στιβάδας του όζοντος, πιστεύουν ότι υπάρχει μια ή περισσότερα " οπές "
 - Θεωρούσαν ότι ορισμένες ενώσεις που εμπλέκονται στη δημιουργία των συγκεκριμένων φαινομένων όπως το CO₂, είναι κοινές. Ωστόσο περιέγραφαν τα αέρια του θερμοκηπίου ως ρύπους
 - Υπήρχε συσχέτιση της φύσης της ηλιακής ακτινοβολίας και των δύο φαινομένων. Η πλειοψηφία των ερωτηθέντων την ανέφερε ως επιβλαβή ακτινοβολία, αντί του όρου UV ακτινοβολία καθώς και ότι αυτό το είδος της ακτινοβολίας, είναι θερμική. Κανείς από τους ερωτηθέντες δεν έκανε αναφορά στην σχέση της UV ακτινοβολίας με φαινόμενο του θερμοκηπίου
 - Το είδος της αλληλεπίδρασης μεταξύ των ενώσεων που εμπλέκονται και η ακτινοβολία σε κάθε ένα από τα δύο φαινόμενα.

3.15 Έρευνα σε υποψήφιους εκπαιδευτικούς δημοτικής εκπαίδευσης σε Πανεπιστήμιο των Μεσοδυτικών Πολιτειών των Η.Π.Α (Mid-western university in USA), (Khalid, 2001)

Η μελέτη αυτή εντοπίζει και περιγράφει παρανοήσεις που κατέχονταν από υποψήφιους εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης για τα τρία περιβαλλοντικά θέματα:

- ✓ το φαινόμενο του θερμοκηπίου
- ✓ το ατμοσφαιρικό όζον
- ✓ την όξινη βροχή (ή όξινη απόθεση)

Στην έρευνα συμμετείχαν 113 μαθητές συμμετείχαν, 91 γυναίκες και 22 άντρες, νεοεισαχθέντες αλλά και τελειόφοιτοι, που είχαν επιλέξει στο

πρόγραμμα σπουδών τους την επιστήμη της Διδακτικής. Οι λόγοι επιλογής του συγκεκριμένου δείγματος ήταν:

- ✓ από τη στιγμή που αυτοί οι φοιτητές του δείγματος εγγράφονται στην επιστήμη της Διδακτικής, έχουν λάβει όλες τις απαιτούμενες γνώσεις για το δίπλωμα τους
- ✓ οι τελειόφοιτοι φοιτητές του δείγματος, θα αρχίσουν την επαγγελματική τους καριέρα ως εκπαιδευτικοί δημοτικής εκπαίδευσης σε λιγότερο από 2 χρόνια

Για τη μελέτη χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο 29 ερωτήσεων για τα αίτια, τις επιπτώσεις και τις αλληλεπιδράσεις των 3 περιβαλλοντικών θεμάτων που εξετάστηκαν.

- ✓ 12 ερωτήσεις για το φαινόμενο του θερμοκηπίου
- ✓ 10 ερωτήσεις για το ατμοσφαιρικό όζον
- ✓ 7 ερωτήσεις για την όξινη βροχή.

Για τη συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν τόσο ποσοτικές όσο και ποιοτικές μέθοδοι. Οι επιλογές των ερωτηθέντων ήταν τρεις:

- ✓ "Ναι"
- ✓ "Όχι"
- ✓ "Δεν γνωρίζω"

Για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκαν επίσης τόσο ποσοτικές όσο και ποιοτικές μέθοδοι. Τα αποτελέσματα από το ποιοτικό σκέλος της έρευνας αποκαλύπτουν τις παρανοήσεις των φοιτητών σχετικά με τη φύση, τις αιτίες και τις επιπτώσεις των τριών περιβαλλοντικών θεμάτων που εξετάστηκαν. Οι σοβαρότερες παρανοήσεις που προέκυψαν από την ανωτέρω μελέτη, συνοψίζονται παρακάτω:

- ✓ Το φαινόμενο του θερμοκηπίου και η καταστροφή του όζοντος συνδέονται μεταξύ τους. Έχουν σχέση αίτιου – αποτελέσματος
- ✓ Αυξημένη εμφάνιση του φαινόμενου του θερμοκηπίου, θα αυξήσει τη συχνότητα εμφάνισης καρκίνου του δέρματος

- ✓ Το όζον είναι ένα πολύ-λειτουργικό στρώμα. Εκτελεί διάφορες λειτουργίες, όπως τον έλεγχο της θερμοκρασίας, την εξισορρόπηση της ποσότητας των αερίων στην ατμόσφαιρα κτλ.
- ✓ Ρύπους όπως τα καυσαέρια των αυτοκινήτων και των βιομηχανικών μονάδων μπορεί να καταστρέψουν το στρατοσφαιρικό όζον.
- ✓ Το CO₂ είναι μία από τις αιτίες της καταστροφής του όζοντος
- ✓ Η καταστροφή του όζοντος μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση της θερμοκρασίας στη Γη.
- ✓ Οι ρύποι και τα χημικά εξατμίζονται με το νερό και ωθούν στην δημιουργία της όξινης βροχής (όξινης απόθεσης)
- ✓ Τα οξέα έχουν ένα υψηλότερο επίπεδο pH από τις βάσεις.

Για την εξάλειψη των παρανοήσεων γύρω από τα συγκεκριμένα περιβαλλοντικά ζητήματα προτείνονται αλλαγές στο πρόγραμμα σπουδών και στις πρακτικές διδασκαλίας ώστε αυτές οι αντιλήψεις να μην διαιωνίζονται από γενιά σε γενιά. Οι παραδοσιακές πρακτικές διδασκαλίας, χαρακτηρίζονται από τους ίδιους τους μαθητές απαρχαιωμένες και ανεπαρκείς, αποτέλεσμα των οποίων είναι η αποδυνάμωση παρόμοιων μαθημάτων όπως και των περιβαλλοντικών επιστημών.

Από την επιστημονική κοινότητα είναι η σαφής η προώθηση υποχρεωτικού περιβαλλοντικού μαθήματος στο πρόγραμμα σπουδών υποψηφίων εκπαιδευτών, καθώς τα περιβαλλοντικά ζητήματα απασχολούν έντονα την παγκόσμια κοινότητα από όλες τις σκοπιές. Η αλλαγή στο πρόγραμμα σπουδών, δεν θα εξαλείψει το φαινόμενο της ημιμάθειας, αποτελεί ωστόσο ένα βήμα για μελλοντική βελτίωση.

3.16 Μελέτη για το φαινόμενο του θερμοκηπίου σε μαθητές στο Ηνωμένο Βασίλειο (Boyes & Stanisstreet, 2001)

Η συγκεκριμένη έκθεση περιγράφει μια έρευνα που διεξήχθη σε μαθητές του Ηνωμένου Βασιλείου, σχετικά με τις ιδέες τους για την υπερθέρμανση του πλανήτη, και γίνονται συγκρίσεις με έρευνα που είχε διεξαχθεί 9 χρόνια νωρίτερα με τη χρήση ερωτηματολογίου κλειστής απάντησης. Η σύγκριση των απαντήσεων των δύο ερευνών δείχνει ότι η σημερινή γενιά των μαθητών έχει λιγότερες επιστημονικές ιδέες σχετικά με το φαινόμενο του θερμοκηπίου, αλλά επίσης έχει και λιγότερες παρανοήσεις. Οι μαθητές που ανέφεραν χρήση

τηλεόρασης ως πηγή πληροφοριών έδειξαν μεγαλύτερα επίπεδα γνώσης σχετικά με την υπερθέρμανση του πλανήτη, αλλά δεν κατείχαν λιγότερες παρανοήσεις, ενώ οι μαθητές που ανέφεραν ότι μαθαίνουν περισσότερο για το φαινόμενο του θερμοκηπίου από το σχολείο παρουσίασαν λιγότερες παρανοήσεις.

Οι ερευνητές προτείνουν ότι αυτό μπορεί να υποδεικνύει τους περιορισμούς της μάθησης από την τηλεόραση ή άλλες ηλεκτρονικές πηγές, όπως το Διαδίκτυο, αφού προϋπάρχουσες ή πρόσφατα δημιουργημένες παρανοήσεις, δεν μπορούν να ανιχνευθούν και ως εκ τούτου να αμφισβητηθούν. Το ερωτηματολόγιο – που βασιζόταν σε αυτό της πρότερης έρευνας – διανεμήθηκε σε 1485 μαθητές σε 30 διδακτικές ομάδες στο British National Curriculum Τάξη 7 (ηλικίας 11/12 ετών), 8 (12-13 χρόνια), 9 (13/14 έτη), 10 (14/15 ετών), και 11 (15/16 ετών). Τα 6 σχολεία ήταν μικτά σε φύλα, μη-θρησκευτικά, κοινοτικά σχολεία στο βορειοδυτικό τμήμα της Αγγλίας. Οι απαντήσεις αναλύθηκαν με το λογισμικό Statistical Package for the Social Sciences (SPSS).

Επιγραμματικά εντοπίστηκαν οι εξής παρατηρήσεις:

- Οι περισσότεροι από τους μαθητές, και ένας αυξανόμενος αριθμός από τους μεγαλύτερους μαθητές, εκτιμούσαν ότι μία συνέπεια της επιδείνωσης του φαινομένου του θερμοκηπίου θα είναι ότι ο πλανήτης θα γίνει θερμότερος (63%, 87%).
- Ομοίως, οι περισσότεροι φοιτητές και σχεδόν όλοι οι μεγαλύτεροι μαθητές συνειδητοποίησαν ότι η αύξηση του φαινομένου του θερμοκηπίου θα προκαλέσει αλλαγές στη μορφή του καιρού στον κόσμο (62%, 90%) και κάποια τήξη των πολικών πάγων (60%, 84%).
- Μάλλον λιγότεροι μαθητές, αν και περισσότεροι από τους φοιτητές στις ομάδες μεγαλύτερης ηλικίας, συνειδητοποίησαν ότι αυξήσεις των πλημμυρών θα προκύψουν από την αύξηση στην υπερθέρμανση του πλανήτη (31%, 58%).
- Παρομοίως, λιγότερο από το ήμισυ του ομίλου συνολικά, εκτίμησε ότι η υπερθέρμανση του πλανήτη θα μπορούσε να οδηγήσει σε μια αύξηση στο εύρος και τον αριθμό των παρασίτων στις καλλιέργειες (48%).

3.17 Έρευνα σε μαθητές για την Κλιματική Αλλαγή (Bourque, Gravel, Langis, Liboiron, Pruneau, & Vrain, 2001)

Η έρευνα διεξήχθη σε 158 συμμετέχοντες στις πόλεις Moncton, New Brunswick και Montreal, Québec. Η επιλογή της τοποθεσίας για τη διεξαγωγή της μελέτης επηρεάστηκε από τεχνικούς λόγους. Στις δύο πόλεις που επιλέχθηκαν, οι άνθρωποι είχαν ήδη εκτεθεί σε ακραία καιρικά φαινόμενα.

Οι συνεντεύξεις είχαν διάρκειες περίπου 30 λεπτά και διεξήχθησαν με δύο τάξεις της τρίτης δημοτικού, το ένα στο Montreal και το άλλο στη Moncton. Επίσης, 28 μαθητές έβδομης τάξης ανακρίθηκαν και στις δύο πόλεις, όπως και για ενήλικες, 27 στο Montreal και 27 σε Moncton είχαν επιλεγεί προσεκτικά έτσι ώστε να ληφθεί ένα δείγμα, συμπεριλαμβανομένων των διαφόρων ηλικιακών ομάδων και κοινωνικό-οικονομικών επιπέδων.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι νέοι μαθητές και ένα μικρό μέρος των εφήβων δεν έχουν ακούσει ποτέ για την κλιματική αλλαγή ή την υπερθέρμανση του πλανήτη. Στις απαντήσεις των παιδιών και των εφήβων μπορούμε να εντοπίσουμε σύγχυση μεταξύ της κλιματικής αλλαγής και της κανονικής μετάβασης από τη μία εποχή στην άλλη. Πολλά παιδιά και έφηβοι, καθώς και ένα σημαντικό ποσοστό των ενηλίκων, απέδωσαν την κλιματική αλλαγή στη ρύπανση του πλανήτη χωρίς περαιτέρω εξηγήσεις, ενώ πολλοί από τους συμμετέχοντες συγχέουν την αραίωση του στρώματος του όζοντος με το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Οι γνώμες δίστανται, όταν πρόκειται για τις αιτίες και τις συνέπειες της κλιματικής αλλαγής.

3.18 Έρευνα σε υποψήφιους εκπαιδευτικούς δημοτικής εκπαίδευσης (Groves, & Pugh, 1999)

Η συγκεκριμένη μελέτη πραγματοποιήθηκε σε δείγμα 330 φοιτητών Παιδαγωγικών Επιστημών, Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών, Φαρμακευτικής και Επιστημών Υγείας καθώς και φοιτητές Καλών Τεχνών. Προκειμένου να διεξαχθεί το αποτέλεσμα επιλέχθηκαν μόνο τα πρώτα και τελευταία έτη των φοιτητών.

Για τη συλλογή των δεδομένων, χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο το οποίο είχε αναπτυχθεί από τους Boyes, Chuckran, and Stannisstreet (1993), το οποίο αποτελείται από 36 ερωτήματα, διαχωριζόμενο σε 3 κατηγορίες:

- ✓ 12 ερωτήματα για την αντιμετώπιση των συνεπειών του φαινομένου του θερμοκηπίου
- ✓ 12 ερωτήματα για τα αίτια της δημιουργίας του φαινομένου του θερμοκηπίου
- ✓ 12 ερωτήματα για τους τρόπους εξάλειψης του φαινομένου του θερμοκηπίου

Ωστόσο στη μελέτη λαμβάνονται υπόψη και τα δημογραφικά στοιχεία του δείγματος, όπως φύλο, βαθμός εισαγωγής στο Πανεπιστήμιο, διδακτικό υπόβαθρο κτλ. Στόχος της μελέτης ήταν να επεκταθεί σε προηγούμενες εργασίες των Boyes et al., να εξετάσει τις απόψεις των εκπαιδευτικών για το φαινόμενο του θερμοκηπίου και να εξετάσει την επίδρασή τους σε μαθητές δημοτικής εκπαίδευσης.

Αναλύθηκε αρχικά το αποτέλεσμα σε σχέση με το φύλο. Μόνο στη σχολή Φυσικών Επιστημών παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά αγοριών έναντι κοριτσιών όσον αφορά στις ερωτήσεις για μείωση-εξάλειψη του φαινομένου.

Οι διαφορές που παρατηρήθηκαν μεταξύ των σχολών είναι ότι οι φοιτητές των Θετικών Επιστημών σημείωσαν υψηλότερη βαθμολογία στις απαντήσεις τους σε σχέση με τους φοιτητές της Εκπαίδευσης, λόγω μεγαλύτερης έκθεσής τους στα μαθήματα της επιστήμης. Δεν παρατηρήθηκαν άλλες σημαντικές διαφορές μεταξύ των σχολών. Δεν παρατηρήθηκαν επίσης σημαντικές διαφορές μεταξύ πρωτοβάθμιας και άλλης εκπαιδευτικής βαθμίδας συμμετεχόντων.

Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν πώς υπάρχουν πολλές παρανοήσεις σχετικά με το φαινόμενο του θερμοκηπίου, γεγονός που επηρεάζει την διδασκαλία σχετικών μαθημάτων στη Δημοτική εκπαίδευση καθώς την δεδομένη στιγμή το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι ένα αμφιλεγόμενο θέμα στην επιστημονική κοινότητα, με διαφωνίες για την ύπαρξή του, το μέγεθός του και τις ενδεχόμενες επιπτώσεις που συνεχώς αυξάνονται. Είναι σημαντικό λοιπόν, οι μελλοντικοί καθηγητές φυσικών επιστημών να έχουν επαρκείς γνώσεις για τα περιβαλλοντικά θέματα και τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους, ώστε να μπορούν να καθοδηγήσουν τους μαθητές τους να διορθώσουν τις δικές τους λανθασμένες αντιλήψεις. Στη συγκεκριμένη έρευνα έγινε πρόταση

για μια μελλοντική έρευνα η οποία θα εξετάζει τις διδακτικές προσεγγίσεις που προωθούν καλύτερα τα πολύπλοκα αυτά θέματα.

3.19 Έρευνα σε γυμνάσια της Πενσυλβάνια, για εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών σε σχέση με την υπερθέρμανση του πλανήτη. (Rye, Rubba & Wiesenmayer, 1997)

Η συγκεκριμένη έρευνα εξέτασε την κατανόηση των μαθητών για το φαινόμενο της υπερθέρμανσης του πλανήτη από τη σκοπιά της «έμφαση στην εκμάθηση εννοιών» και προσπάθησε να κάνει μια ουσιαστική συμβολή στην ερευνητική βάση στις εναλλακτικές αντιλήψεις στην επιστήμη της εκπαίδευσης. Το ερωτηματολόγιο δόθηκε σε τέσσερα σχολεία της περιφέρειας της Κεντρικής Πενσυλβανία και συλλέχθηκαν 24 απαντήσεις.

Οι ερωτήσεις που περιείχε επικεντρώνονταν στην απόσπαση, διαδοχικά, αντιλήψεων και απόψεων μαθητών στους ακόλουθους τομείς:

- τη φύση και την αιτία της υπερθέρμανσης του πλανήτη
- ποιο περιεχόμενο της υπερθέρμανσης του πλανήτη ήταν «σημαντικό»
- πιθανές ενέργειες του πολίτη για την επίλυση της υπερθέρμανσης του πλανήτη
- δράσεις που πράγματι απαιτούνται για επιλυθεί το φαινόμενο της υπερθέρμανσης του πλανήτη
- συνδέσεις μεταξύ της υπερθέρμανσης του πλανήτη και το όζον.

Στα αποτελέσματα της ανάλυσης οι μαθητές βρέθηκαν να κατέχουν 5 παρανοήσεις σε αυτή τη μελέτη . Αυτές οι εναλλακτικές αντιλήψεις ήταν ως ακολούθως:

- Η καταστροφή του στρώματος του όζοντος είναι η κύρια αιτία της υπερθέρμανσης του πλανήτη (Tammy)
- Τα σπρέι αερολύματος περιέχουν CFC και καταστρέφουν τη στιβάδα του όζοντος (καραμέλα)
- Τα CFCS προκαλούν την υπερθέρμανση του πλανήτη αποκλειστικά μέσω του ρόλου τους στην καταστροφή της στιβάδας του όζοντος (Billy)
- Το διοξείδιο του άνθρακα καταστρέφει τη στιβάδα του όζοντος (Evert)
- Το διοξείδιο του άνθρακα προκαλεί την υπερθέρμανση του πλανήτη αποκλειστικά από την καταστροφή του στρώματος του όζοντος (Sally).

3.20 Έρευνα σε μαθητές Δημοτικής Εκπαίδευσης της Αγγλίας, για τη «μείωση» του φαινομένου του θερμοκηπίου. (Francis, Boyes, Qualter, Stanisstreet, 1993)

Η έρευνα αυτή, βασίστηκε στο γεγονός ότι εκείνα τα χρόνια (1993), "πράσινα" ζητήματα είχαν αποκτήσει μεγάλη σημασία, και το ευρύ κοινό είχε πια επίγνωση των περιβαλλοντικών προβλημάτων που αντιμετώπιζε και αντιμετωπίζει η ανθρωπότητα. Ο σκοπός της εργασίας αυτής ήταν να μελετήσει τις ιδέες των μαθητών δημοτικού σχολείου σχετικά με ενέργειες που θα μείωναν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Η έρευνα ξεκίνησε για να διερευνήσει την πιθανή προέλευση των παρανοήσεων που κατέχονται από μαθητές γυμνασίου. Τελικά, 563 μαθητές ηλικίας μεταξύ 8 και 11, από τις 30 ομάδες διδασκαλίας σε 5 σχολεία, απάντησαν στο ερωτηματολόγιο. Επειδή το ερωτηματολόγιο αποτελούνταν από 12 ερωτήματα, παρείχε 6756 απαντήσεις, από τις οποίες δεν μπορούσαν να αποκωδικοποιηθούν μόνο 3.

Τα περισσότερα από τα παιδιά εκτιμούσαν ότι η φύτευση δένδρων θα βοηθούσε στη μείωση της παγκόσμιας υπερθέρμανσης του πλανήτη (87%), και μερικοί μαθητές που ερωτήθηκαν ήταν σε θέση να προσφέρουν τουλάχιστον μία εξήγηση για το σκοπό αυτό από την άποψη της απορρόφησης διοξειδίου του άνθρακα ή παραγωγής οξυγόνου. Πολλοί μαθητές συνειδητοποίησαν επίσης ότι η συμβολή με χρήση ανακυκλωμένου χαρτιού θα μπορούσε να βελτιώσει το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Η σύγχυση για την εξάντληση του στρώματος του όζοντος στο πλαίσιο της έρευνας, φαίνεται ότι κάποιοι μαθητές συνδυάζουν τις ιδέες της υπερθέρμανσης του πλανήτη και της τρύπας στρώματος του όζοντος και δίνουν την βενζίνης με μόλυβδο ως αιτία αυτών των παγκόσμιων προβλημάτων. Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας έδειχναν ότι η πλειοψηφία των παιδιών του δημοτικού σχολικής ηλικίας, 8-11 ετών, εκτιμούν ότι οι δράσεις, όπως η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και την αποφυγή σπατάλης ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να βοηθήσει να μειώσει το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΣΚΟΠΟΣ-ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω έχουν πραγματοποιηθεί τέσσερις έρευνες στον ελλαδικό χώρο σχετικά με τις παρανοήσεις φοιτητών Παιδαγωγικών τμημάτων για το φαινόμενο του θερμοκηπίου (Chalkidis et al [17], Malandrakis & Papadopoulou [32], Avgolouris et al [5], Papadimitriou [35]). Ωστόσο δεν έχει πραγματοποιηθεί καμία έρευνα σχετικά με τις παρανοήσεις μελλοντικών εκπαιδευτικών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και σύγκριση αυτών με μέλλοντες δασκάλους. Γι' αυτό θεωρήσαμε αρκετά ενδιαφέρον να πραγματοποιηθεί η έρευνα και σε φοιτητές-μελλοντικούς εκπαιδευτικούς άλλων τμημάτων οι οποίοι θα κληθούν να διδάξουν στο σχολείο το φαινόμενο του θερμοκηπίου και της κλιματικής αλλαγής γενικότερα. Τα ερευνητικά ερωτήματα λοιπόν που προέκυψαν ήταν τα εξής:

1. Ποιες είναι οι αντιλήψεις των φοιτητών για τη δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου;
2. Αναγνωρίζουν τη διαφορά μεταξύ φαινομένου του θερμοκηπίου και του προβλήματος υπερθέρμανσης του πλανήτη;
3. Τι γνωρίζουν για τα αίτια εμφάνισης του προβλήματος της υπερθέρμανσης του πλανήτη;
4. Υπάρχουν διαφορές μεταξύ των φοιτητών των διαφόρων τμημάτων;
5. Ποιά τα αίτια των διαφορών (αν υπάρχουν τελικά διαφορές);

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΔΕΙΓΜΑ-ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΈΡΕΥΝΑΣ

Αρχική μας στόχευση ήταν η συλλογή δεδομένων από τεταρτοετείς φοιτητές των τμημάτων Παιδαγωγικό Δημοτικής Εκπαίδευσης, Βιολογίας και Χημείας. Κατά την πορεία της έρευνας όμως, δυσκολευτήκαμε να συλλέξουμε δεδομένα από τεταρτοετείς φοιτητές κυρίως γιατί τα μαθήματα του τέταρτου έτους δεν είναι υποχρεωτικά. Το δείγμα λοιπόν αποτελείται κυρίως από φοιτητές του τρίτου έτους. Ωστόσο, οι φοιτητές αυτοί δε διδάσκονταν στο

επόμενο έτος κάποιο σχετικό μάθημα παρά μόνο κατ' επιλογή οι φοιτητές που ακολουθούσαν τη κατεύθυνση της χημείας Περιβάλλοντος. Το δείγμα μας ήταν βολικό δείγμα, καθώς εκπροσωπήθηκαν μόνο φοιτητές του ΕΚΠΑ και όχι όλων των ΑΕΙ της χώρας. Συλλέχθηκαν συνολικά 140 ερωτηματολόγια από φοιτητές των προαναφερόμενων τμημάτων. Από το Παιδαγωγικό τμήμα συμμετείχαν 53 φοιτητές (38% επί του συνόλου), από το Χημικό τμήμα 46 φοιτητές (33%) και από το Βιολογικό οι φοιτητές που συμμετείχαν ήταν 41 (δηλαδή το 29% του συνόλου). Από τα 140 άτομα τα 68 ήταν κορίτσια και τα 30 αγόρια. Τα υπόλοιπα άτομα δε σημείωσαν το φύλο τους. Δηλαδή ουσιαστικά, το ποσοστό των γυναικών που συμμετείχαν στην έρευνα ήταν 72,5 %, έναντι του 27,5 % των αντρών του ποσοστού του δείγματος που σημείωσε το φύλο του.

Για τους σκοπούς της έρευνας χρησιμοποιήσαμε ερωτηματολόγιο το οποίο κατασκευάσαμε εμείς και αποτελούνταν από ερωτήσεις ανοιχτού τύπου. Το πρώτο σκέλος του ερωτηματολογίου περιείχε τα δημογραφικά στοιχεία των φοιτητών του δείγματος. Πιο συγκεκριμένα υπήρχε μια ερώτηση για το φύλο και μια ερώτηση για τη σχολή που ανήκει ο κάθε φοιτητής/τρια. Στο δεύτερο σκέλος υπήρχαν πέντε ερωτήσεις. Οι τρεις πρώτες αφορούσαν γενικά στην κλιματική αλλαγή από τις οποίες όμως μπορούσαν να ανιχνευτούν πληροφορίες για τις εναλλακτικές ιδέες των φοιτητών (παράρτημα). Η τέταρτη ερώτηση αφορούσε επακριβώς το φαινόμενο του θερμοκηπίου και τα αέρια που είναι υπεύθυνα γι' αυτό. Η τελευταία ερώτηση έκανε λόγο για το αν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ του φαινομένου του θερμοκηπίου και της καταστροφής της στιβάδας του όζοντος, με στόχο την ανάδειξη τυχόν εναλλακτικών ιδεών για τα φαινόμενα αυτά/ για τις έννοιες αυτές. Αρχικά το ερωτηματολόγιο διανεμήθηκε πιλοτικά σε 15 φοιτητές από όλα τα προαναφερθέντα τμήματα από τους οποίους ζητήσαμε να το απαντήσουν και να σημειώσουν τυχόν ασάφειες ή/και δυσκολίες που συνάντησαν κατά τη συμπλήρωσή του. Στη συνέχεια διορθώθηκε και διανεμήθηκε στο σύνολο των φοιτητών που συμμετείχαν στην έρευνα.

Για την ανάλυση των δεδομένων θεωρήσαμε καταλληλότερη την ποιοτική και ποσοτική ανάλυση περιεχομένου. Η ποιοτική έρευνα χαρακτηρίζεται από την

επιδίωξη του ερευνητή «να εξερευνήσει και να κατανοήσει σε βάθος τις υποκειμενικές αντιλήψεις, πεποιθήσεις και εμπειρίες συγκεκριμένων προσώπων αναφορικά με κάποιο φαινόμενο ώστε να δημιουργηθεί μια βαθύτερη, αρτιότερη και περισσότερο επεξεργασμένη γνώση για το υπό έρευνα φαινόμενο.» (Μαντζούκας [42], σελ. 237).

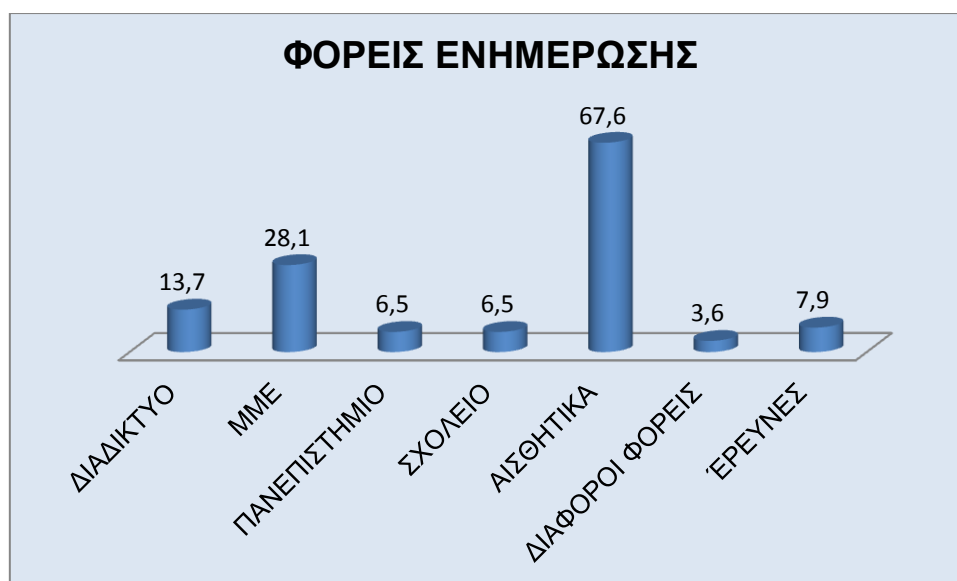
Η ανάλυση των δεδομένων της έρευνας έγινε με τη βοήθεια της Ανάλυσης Περιεχομένου (Berelson [7], Holsti [24], Weber [38]). Η ανάλυση περιεχομένου έχει προϊστορία στη χρήση της στην πολιτική επιστήμη, ψυχολογία και στην επικοινωνιακή έρευνα, όμως συχνά χρησιμοποιείται στην ανάλυση κειμένων, καθώς και σε οπτικό περιεχόμενο. Αναλύει κείμενα ως προς την παρουσία /συχνότητα συγκεκριμένων όρων, αφηγήσεων ή εννοιών. Ως μονάδα ανάλυσης ορίστηκε η «σημασία» ή το «θέμα». Οι θεματικές κατηγορίες άλλες είχαν προσδιοριστεί εξ' αρχής και άλλες προέκυψαν κατά την ανάλυση των δεδομένων (επαγωγικά).

Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε από δύο κωδικογράφους, οι οποίοι εργάστηκαν ανεξάρτητα μετά από τον ορισμό των κατηγοριών. Κατά την ανάλυση οι δύο κωδικογράφοι εργάζονταν ανεξάρτητα και τα δεδομένα καταγράφονταν σε λογιστικό φύλλο. Η αξιοπιστία μεταξύ των κωδικογράφων εκτιμήθηκε βάσει του δείκτη Cohen's kappa (kappa= 0,84, $p < 0,001$).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Μόνο 1,4% του δείγματος υποστήριξε ότι δεν υφίσταται/συντελείται κλιματική αλλαγή στις μέρες μας. Άρα, οι περισσότεροι φοιτητές γνωρίζουν για το πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής. Η πλειονότητα δε των υποκειμένων (67,6%) δήλωσε ότι έχουν σχηματίσει άποψη σχετικά με το αν συντελείται ή όχι κλιματική αλλαγή αισθητικά, δηλαδή βάσει των αισθήσεών τους και των προσωπικών τους εμπειριών π.χ στην αύξηση της θερμοκρασίας όπως αυτοί την αισθάνονται (Σχήμα 3). Ένα σημαντικό ποσοστό (28,1%) δήλωσε τα Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης, το διαδίκτυο (13,7%), επιστημονικές έρευνες (7,9%) και μόλις 6,5% το πανεπιστήμιο και 6,5% το σχολείο.



Σχήμα 3:Το ποσοστό συμμετοχής διάφορων φορέων στην ενημέρωση των φοιτητών για την κλιματική αλλαγή βάσει των αναφορών τους.

Σχετικά με τα αίτια της κλιματικής αλλαγής οι φοιτητές την αποδίδουν στην ανθρώπινη δραστηριότητα, σε διάφορες χημικές ενώσεις, περιβαλλοντικούς παράγοντες και την τεχνολογία. Πιο αναλυτικά τα αίτια της κλιματικής αλλαγής παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.

Πίνακας 3:Οι αιτίες της κλιματικής αλλαγής βάσει της κατανομής των απαντήσεων των υποκειμένων του δείγματος.

ΑΙΤΙΑ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ (%)*	
ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ	60,71
Ανθρώπινη δραστηριότητα	58,7
Εξαφάνιση δασών	10
Κατάχρηση πηγών ενέργειας	7,1
Χρήση λιπασμάτων	5
Άγνοια	2,9
Όπλα	1,4
Υπερπληθυσμός	1,4
Κυβερνήσεις	0,7
ΧΗΜΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ	44,29

Καυσαέρια	35,9
Τοξικά αέρια	25,7
Απόβλητα εργοστασίων	21,4
CFCs	9,3
Εντομοκτόνα	2,9
ΦΥΣΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ	19,29
Φαινόμενο του θερμοκηπίου	25,7
Τρύπα του όζοντος	18,7
Αύξηση μέσης θερμοκρασίας	12,1
Άλλα φυσικά φαινόμενα (π.χ. πλημμύρες)	6,4
Εκρήξεις ηφαιστείων	2,1
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ	19,29
«Μόλυνση» περιβάλλοντος	10
Ρύπανση ατμόσφαιρας	10
Υπεριώδης ακτινοβολία	2,1
Φωτοχημικό νέφος	0,7
Όξινη βροχή	0,7

*Αρκετοί φοιτητές έχουν αναφέρει περισσότερες από μια αιτίες, γι' αυτό και το σύνολο των ποσοστών δεν είναι 100%.

Αρκετοί φοιτητές (60,71%), ανέφεραν τον ανθρώπινο παράγοντα ως βασική αιτία της κλιματικής αλλαγής, αναφερόμενοι γενικά στην ανθρώπινη δραστηριότητα (58,1%): «Γενικά η ανθρώπινη δραστηριότητα που δεν προστατεύει το περιβάλλον», *Βιολογικό* / «Ο άνθρωπος και οι δραστηριότητές του που βλάπτουν το περιβάλλον θεωρώ πως είναι η κύρια αιτία του προβλήματος», *Παιδαγωγικό* / «Η ανθρώπινη παρέμβαση και οι διάφορες

δραστηριότητες των ανθρώπων όχι μόνο σε είδος αλλά και σε συχνότητα», *Παιδαγωγικό* / «Φυσικά φταίει ο άνθρωπος κατά κύριο λόγο!», *Χημικό*
Κάποιοι εντάσσουν στην ανθρώπινη δραστηριότητα και την εξαφάνιση των δασών (ποσοστό 10%):

«Βασικό αίτιο είναι η καταστροφή των δασών, από αποψίλωση ή υλοτόμηση», *Χημικό* / «Ένα από τα αίτια είναι και η μείωση των “πνευμόνων” της Γης δηλαδή η μείωση των δασών», *Παιδαγωγικό* / «Η εξαφάνιση των δασών έχει συνεισφέρει αρκετά στην κλιματική αλλαγή, αφού τα δέντρα έχουν την ιδιότητα να απορροφούν το καυσαέριο και να καθαρίζουν σε κάποιο βαθμό την ατμόσφαιρα», *Παιδαγωγικό* / «Καταστροφή των δασών λόγω καύσεων/υλοτομήσεων κτλ», *Βιολογικό* / «Εκτός των άλλων η αποψίλωση μεγάλων δασικών εκτάσεων», *Βιολογικό*

Η κατάχρηση των πηγών ενέργειας, η χρήση λιπασμάτων, η άγνοια των πολιτών, ο υπερπληθυσμός και οι κυβερνήσεις είναι μερικές ακόμη αιτίες που αναφέρονται:

«Είναι αντιληπτό πως οι ενεργειακές σπατάλες καταστρέφουν σιγά σιγά τη Γη», *Παιδαγωγικό* / «Η χρήση λιπασμάτων στη γεωργία», *Παιδαγωγικό* / «Η άγνοια των ανθρώπων για τις επιπτώσεις των πράξεών τους στο περιβάλλον αλλά και στους ίδιους», *Βιολογικό* / «Οι πόλεμοι και γενικά τα πυρηνικά όπλα πιστεύω ευθύνονται σε μεγάλο βαθμό», *Παιδαγωγικό* / «Ο ανθρώπινος υπερπληθυσμός και η αδυναμία του πλανήτη να συντηρήσει τον πληθυσμό αυτό ...δεν υπάρχει αειφορία», *Χημικό* / «Εκτός από τους ανθρώπους μεμονωμένα, μερίδιο ευθύνης έχουν και οι κυβερνήσεις», *Χημικό* / «Η απουσία πολιτικών παρεμβάσεων», *Παιδαγωγικό*

Μια δεύτερη κατηγορία αιτιών είναι η κατηγορία των χημικών ενώσεων η οποία αναφέρθηκε από τους φοιτητές του δείγματος σε ποσοστό 44,29%. Στην κατηγορία αυτή συμπεριλάβαμε τα καυσαέρια, τοξικά αέρια, απόβλητα εργοστασίων, CFCs, και εντομοκτόνα. Τα καυσαέρια και τα απόβλητα εργοστασίων προστέθηκαν στις χημικές ενώσεις, αν και είναι προϊόντα ανθρώπινης δραστηριότητας, γιατί τα υποκείμενα της έρευνας δεν έδιναν έμφαση στον ανθρώπινο παράγοντα αλλά στην ουσία αυτή καθαυτή:

«Τέλος, τα καυσαέρια των αυτοκινήτων», *Χημικό* / «Αύξηση της ποσότητας τοξικών αερίων στην ατμόσφαιρα», *Χημικό* / «Επικίνδυνα χημικά-τοξικά

αέρια», *Παιδαγωγικό* / «Τα απόβλητα εργοστασίων και οι ανθρώπινοι ρύποι γενικότερα», *Χημικό* / «Η αύξηση χλωροφθορανθράκων που καταστρέφει το όζον», *Βιολογικό* / «Η χρήση εντομοκτόνων και εντομοαπωθητικών», *Παιδαγωγικό*

Ορισμένοι (19,29%), αναφέρθηκαν σε φυσικά φαινόμενα:

Φαινόμενο του θερμοκηπίου

«Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι ένα από τα αίτια της κλιματικής αλλαγής, το οποίο οδηγεί στην υπερθέρμανση του πλανήτη μας με τις γνωστές συνέπειες», *Χημικό*

Τρύπα του όζοντος

«Η τρύπα του όζοντος που έχει ως αποτέλεσμα να εγκλωβίζονται οι ακτίνες του Ήλιου στη Γή», *Παιδαγωγικό*

Αύξηση μέσης θερμοκρασίας

«Κυρίως η αύξηση μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη», *Παιδαγωγικό*

Άλλα φυσικά φαινόμενα (πχ πλημμύρες)

«Απρόβλεπτα φυσικά φαινόμενα μπορούν να επηρεάσουν το κλίμα», *Παιδαγωγικό*

«Πλημμύρες», *Βιολογικό*

Εκρήξεις ηφαιστείων

«Άλλες αιτίες είναι οι ηφαιστειακές εκρήξεις», *Βιολογικό*

Τέλος, σε ποσοστό επίσης 19,29%, αναφέρθηκαν και οι περιβαλλοντικοί παράγοντες οι οποίοι αφορούσαν στη

«Μόλυνση» περιβάλλοντος (προφανώς εννοούσαν τη ρύπανση περιβάλλοντος),

«Τα αίτια που προκαλούν την κλιματική αλλαγή είναι η μόλυνση του περιβάλλοντος», *Παιδαγωγικό*

«Η μόλυνση της ατμόσφαιρας του εδάφους και του νερού», *Παιδαγωγικό*,

Ρύπανση της ατμόσφαιρας

«Η ανθρώπινη ρύπανση», *Χημικό*

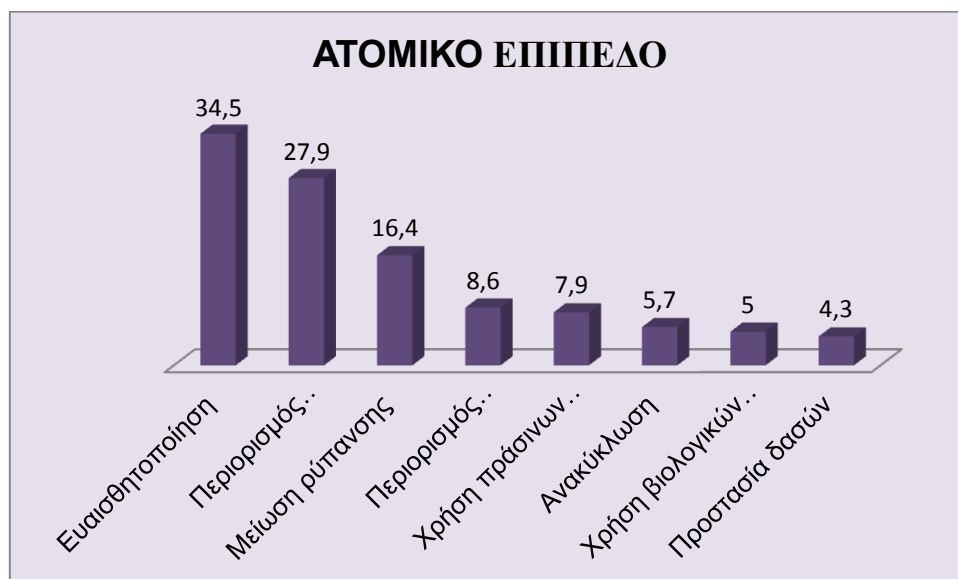
«Κάθε είδους ρύπανση, κυρίως η ατμοσφαιρική», *Παιδαγωγικό*

Υπεριώδη ακτινοβολία

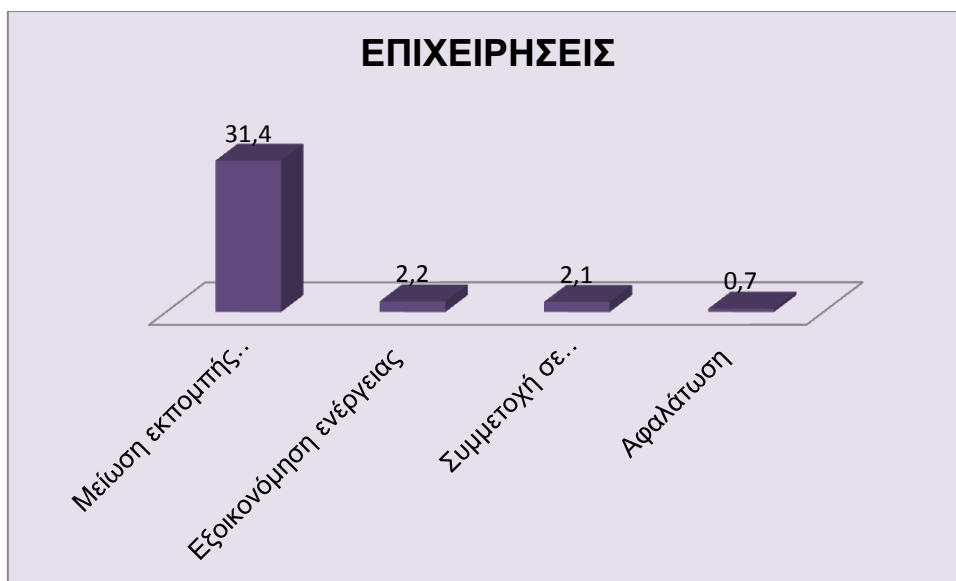
«Η είσοδος μεγάλων ποσών υπεριώδους ακτινοβολίας και κατακράτησης αυτής στην ατμόσφαιρα», *Βιολογικό*

στο Φωτοχημικό νέφος
«.... Το φωτοχημικό νέφος, ...», Χημικό
Όξινη βροχή
«Αίτιο είναι και η όξινη βροχή», Βιολογικό

Όσον αφορά το **τι μπορεί να γίνει για να επιβραδυνθεί η κλιματική αλλαγή**, οι φοιτητές εστίασαν τις λύσεις σε ατομικό επίπεδο (69,29%), σε λύσεις που μπορούν να εφαρμόσουν οι επιχειρήσεις (30%) και τέλος η κυβέρνηση (32,14%). Τα διαγράμματα(4,5,6) που ακολουθούν, καθώς και ο πίνακας 4, παρουσιάζουν αναλυτικότερα τις απαντήσεις των φοιτητών.



Σχήμα 4:Οι τρόποι επιβράδυνσης της κλιματικής αλλαγής σε ατομικό επίπεδο όπως προτείνονται από τους φοιτητές.



Σχήμα 5: Οι τρόποι επιβράδυνσης της κλιματικής αλλαγής σε επίπεδο επιχειρήσεων όπως προτείνονται.



Σχήμα 6: Διάγραμμα αναπαράστασης των τρόπων επιβράδυνσης της κλιματικής αλλαγής σε επίπεδο κυβέρνησης.

Σε ατομικό επίπεδο επομένως, οι πολίτες, σύμφωνα με το μεγαλύτερο ποσοστό των απόψεων του δείγματος, πρέπει να ευαισθητοποιηθούν (34,5%), να περιορίσουν τις ενεργειακές σπατάλες και χρησιμοποιούν συχνότερα ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (27,9%). Ενδεικτικά αναφέρονται τα εξής:

«Να ευαισθητοποιηθεί ο άνθρωπος ώστε να είναι πιο φιλικός προς το περιβάλλον», *Χημικό*

«Να προσέχει ο άνθρωπος έστω και λίγο να μη μολύνει τον πλανήτη τότε θα έχουμε κάποιου είδους αποτέλεσμα!», *Παιδαγωγικό*

«Να χρησιμοποιούμε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που δε μολύνουν το περιβάλλον, ώστε να μη γυρίσει εναντίον μας όλο αυτό», *Χημικό*

«Πιο “καθαρές” πηγές ενέργειας», *Παιδαγωγικό*

Ένα πιο μικρό ποσοστό (16,4%) θεωρεί πως πρέπει να μειώσουν τη ρύπανση και ένα 8,6%, να περιορίσουν τον καταναλωτισμό.. Το 31,4% του συνολικού δείγματος ανέφερε ως κύρια λύση στην κατηγορία των επιχειρήσεων τη μείωση εκπομπής των αερίων από αυτές.

«Να χρησιμοποιηθούν από τα εργοστάσια φίλτρα για τις καμινάδες τους και άλλες μορφές ενέργειας», *Χημικό*

«Μείωση εκπομπών CO₂ από τις βιομηχανίες», *Χημικό*

Όσον αφορά στην κατηγορία των κυβερνήσεων σε μεγαλύτερο ποσοστό αναφέρθηκε ο κρατικός έλεγχος/νόμοι (32,14%).

«Η πολιτεία να λάβει μέτρα», *Χημικό*

«Θέσπιση και τήρηση νόμων για λιγότερο επιβαρυντικές προς το περιβάλλον δραστηριότητες», *Βιολογικό*

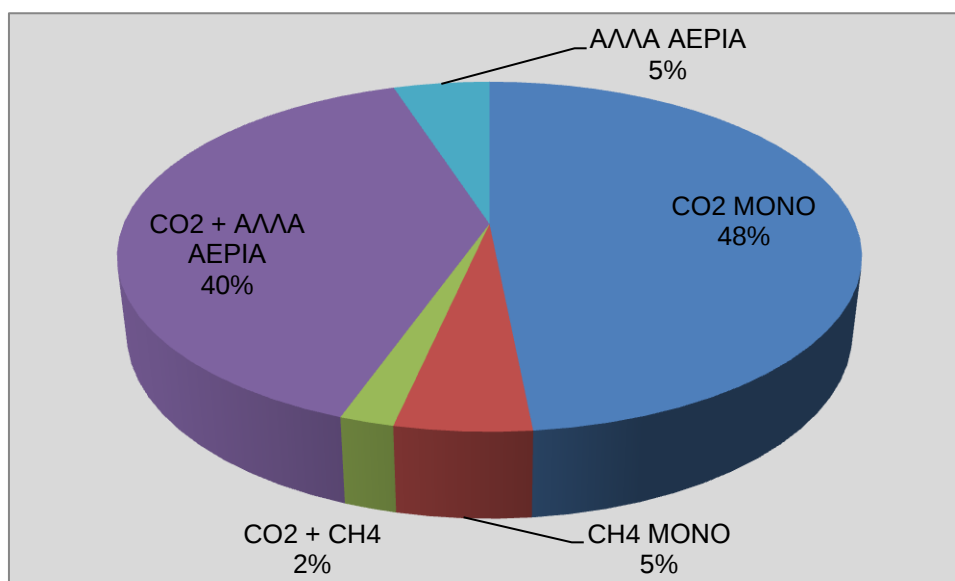
«Η Ε.Ε να ορίσει μέτρα προστασίας, όπως κάποιο όριο ρύπων (αν δεν υπάρχει ήδη), που αν κάποια χώρα υπερβεί να επιβαρύνεται με πρόστιμο», *Παιδαγωγικό*

Πίνακας 4:Οι τρόποι αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής βάσει της κατανομής των απαντήσεων των υποκειμένων του δείγματος.

ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ	
ΑΤΟΜΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	69,29%
Ευαισθητοποίηση	34,5%
Περιορισμός ενεργειακής σπατάλης και χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας	27,9 %
Μείωση ρύπανσης	16,4 %
Περιορισμός καταναλωτισμού	8,6 %
Χρήση πράσινων μηχανών	7,9 %
Ανακύκλωση	5,7 %
Χρήση βιολογικών εντομοκτόνων/υλικών	5 %
Προστασία δασών	4,3 %

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΙΣ	30%
Μείωση εκπομπής αερίων	31,4 %
Εξοικονόμηση ενέργειας	2,2 %
Συμμετοχή σε περιβαλλοντικά προγράμματα	2,1 %
Αφαλάτωση	0,7%
ΚΥΒΕΡΝΗΣΗ	32,14%
Κρατικός έλεγχος/νόμοι	29,2%
Ενημέρωση των πολιτών	10 %
Πολιτική πρωτοβουλία	3,6 %
Προστασία βιοτόπων	2,1 %
Περιορισμός ψεκασμών	1,4%
Αποφυγή πολέμων	0,7%
ΜΑΖΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ	0,7 %

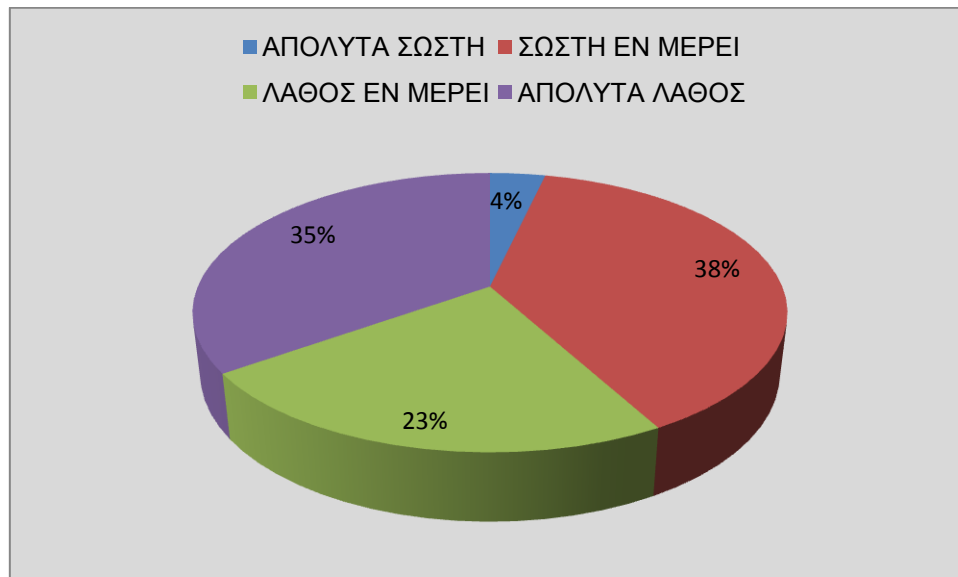
Όταν οι φοιτητές κλήθηκαν να περιγράψουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου και το μηχανισμό του οι απαντήσεις τους αναλύθηκαν σε δυο σκέλη. Το πρώτο αφορούσε στις ενώσεις που οι φοιτητές αναφέρουν ως υπεύθυνες για το φαινόμενο του θερμοκηπίου και το δεύτερο σκέλος στο μηχανισμό του φαινομένου. Κατά πόσο δηλαδή μπορούσαν οι φοιτητές να περιγράψουν το μηχανισμό και αν εμπλέκονταν παρανοήσεις γι' αυτόν. Οι απαντήσεις τους δίνονται σχηματικά στα σχήματα 7 και 8.



Σχήμα 7: Κατανομή (%) των απαντήσεων των φοιτητών αναλόγως με το ποια αέρια-ενώσεις θεωρούν υπεύθυνα/ες για το φαινόμενο του θερμοκηπίου. «CO₂ + άλλα αέρια»= H₂O, N₂O, O₃, «άλλα αέρια»= CFCs και θείο, αμμωνία, δηλαδή αέρια άσχετα με το φαινόμενο.

Όπως φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα, το μεγαλύτερο μέρος του δείγματος ανέφερε το διοξείδιο του άνθρακα ως υπεύθυνη ένωση για το φαινόμενο του θερμοκηπίου, είτε ως αυτή καθαυτή είτε ως την κυρίως υπεύθυνη ένωση.

Όσον αφορά στην αξιολόγηση των απαντήσεων του συνολικού δείγματος για το μηχανισμό του φαινομένου του θερμοκηπίου, οι απαντήσεις κρίθηκαν ως απόλυτα σωστές, εν μέρει σωστές, εν μέρει λάθος, απόλυτα λάθος. Ως απόλυτα σωστές κρίθηκαν οι απαντήσεις οι οποίες απέδωσαν σωστά το μηχανισμό και τις εμπλεκόμενες χημικές ενώσεις. Ως «εν μέρει σωστές» κρίθηκαν οι απαντήσεις στις οποίες οι φοιτητές είχαν περιγράψει σωστά το μηχανισμό και είχαν αναφέρει μία ή μερικές από τις ενώσεις, ως «εν μέρει λάθος» κρίθηκαν εκείνες που είχαν περιγράψει λάθος το μηχανισμό αλλά κάποιες από τις ενώσεις σωστές και τέλος, ως «απόλυτα λάθος» κρίθηκαν οι απαντήσεις που είχαν περιγράψει λάθος έως καθόλου το μηχανισμό και είχαν αναφέρει κάποιες ενώσεις.



Σχήμα 8: Κατανομή (%) των απαντήσεων των υποκειμένων όσον αφορά το μηχανισμό του φαινομένου του θερμοκηπίου ανάλογα με την ορθότητά τους.

Στη συνολική αξιολόγηση των απαντήσεων λοιπόν, βρέθηκε ότι ένα ποσοστό των υποκειμένων του δείγματος της τάξεως του 38% ήταν σε θέση να

περιγράψει εν μέρει σωστά το φαινόμενο του θερμοκηπίου, όμως ένα παρόμοιο ποσοστό, **35%**, τον περιέγραφε απόλυτα λάθος.

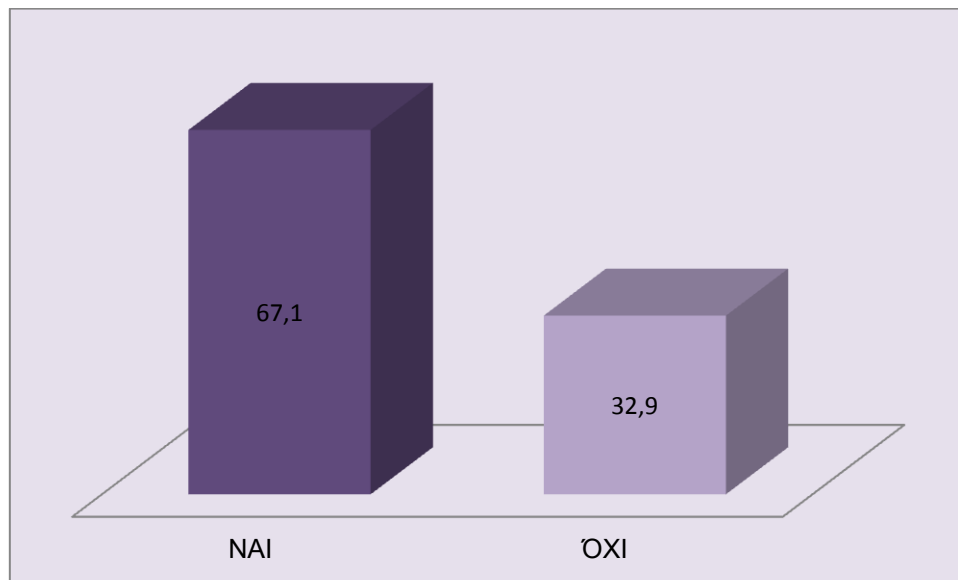
Η πλειοψηφία των φοιτητών (55%) θεωρεί το φαινόμενο του θερμοκηπίου ως αρνητικό φαινόμενο για τη Γη (σχήμα 9), ως φαινόμενο υπεύθυνο για την αύξηση της θερμοκρασίας και άρα το λιώσιμο των πάγων. Εδώ διαπιστώθηκε καθαρά η σύγχυση μεταξύ φαινομένου του θερμοκηπίου και προβλήματος υπερθέρμανσης του πλανήτη. Σωστές απαντήσεις δόθηκαν σε ποσοστό 25%, ενώ ένα ποσοστό 7% δήλωσε άγνοια και μόνο ένα 25% θεώρησε το φαινόμενο ωφέλιμο για τη ζωή στη Γη.



Σχήμα 9:Κατανομή (%) των απαντήσεων των φοιτητών σχετικά με το αν εκτιμούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου ως φυσικό φαινόμενο ή ως πρόβλημα για τη Γη.

Τέλος, το μεγαλύτερο μέρος του δείγματος σε ποσοστό **67,1%** θεωρεί ότι **υπάρχει σχέση μεταξύ της καταστροφής της στιβάδας του όζοντος και του φαινομένου του θερμοκηπίου.** (Σχήμα 10). Τα 2/3 περίπου των φοιτητών (69,9%) τεκμηριώνουν την απάντησή τους. Οι απαντήσεις των φοιτητών κυμάνθηκαν σε τρεις εκδοχές για την ύπαρξη σχέσεως του φαινομένου του θερμοκηπίου και της τρύπας του όζοντος. Η πρώτη που ήταν και η επικρατέστερη, 62,7%, αφορούσε στο ότι οι χημικές ενώσεις που είναι υπεύθυνες για το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι υπεύθυνες και για την τρύπα του όζοντος και το αντίστροφο. Το 30,5% υποστήριξε ότι υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των δυο φαινομένων ότι το ένα είναι απόρροια του άλλου, επομένως η επιδείνωση του ενός επηρεάζει άμεσα και το άλλο. Τέλος,

το 13,8 % αυτών που απάντησαν στην ερώτηση, θεώρησε ότι τα δύο αυτά φαινόμενα επιφέρουν τις ίδιες συνέπειες.



Σχήμα 10 :Κατανομή (%) των υποκειμένων αναλόγως του αν εκτιμούν ότι υπάρχει συσχέτιση ανάμεσα στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και της στιβάδας του όζοντος.

Εξετάζονται και αναλύονται ξεχωριστά οι απαντήσεις των φοιτητών κάθε τμήματος, του Παιδαγωγικού, του Χημικού και του Βιολογικού για να αναζητηθούν τυχόν διαφοροποιήσεις. Διαπιστώσαμε ότι στην πρώτη ερώτηση «εάν συντελείται κλιματική αλλαγή στις μέρες μας», το 100 % των φοιτητών του Παιδαγωγικού τμήματος υποστήριξε ότι όντως συντελείται κλιματική αλλαγή, όπως και το 97,8% από το Χημικό και το 97,5% των φοιτητών από το Βιολογικό. Όσον αφορά τις πηγές πληροφόρησης/ενημέρωσής τους για το θέμα τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 5. Η πλειοψηφία των φοιτητών και από τα τρία τμήματα δήλωσε πως πιστεύει ότι συντελείται κλιματική αλλαγή και αποδίδουν αυτή την πεποίθηση στην αισθητική τους αντίληψη, αλλά οι φοιτητές του Παιδαγωγικού τμήματος που το δήλωσαν αυτό(την αισθητική αντίληψη) είναι αρκετά περισσότεροι από τους φοιτητές του Βιολογικού (82,7% και 70,7% αντίστοιχα) και πολύ υψηλότερο, σχεδόν διπλάσιο, από αυτό των φοιτητών του Χημικού (82,7% έναντι 47,8%) και η διαφορά αυτή είναι στατιστικά σημαντική ($\chi^2=13,81$, $df=2$, $p=0,01<0,05$), βλέπε πίνακα 5. Αυτό υποδηλώνει ότι οι φοιτητές του Παιδαγωγικού τμήματος βασίζονται τις γνώσεις τους για τα περιβαλλοντικά θέματα, και την κλιματική αλλαγή γενικότερα, περισσότερο στην εμπειρία τους. Εντύπωση προκαλεί βεβαίως και το ποσοστό 11,5% των φοιτητών του Παιδαγωγικού τμήματος το οποίο δηλώνει ως πηγή ενημέρωσης τις επιστημονικές έρευνες, απάντηση που περισσότερο ήταν αναμενόμενη από τους φοιτητές των άλλων τμημάτων.

Πίνακας 5: Η κατανομή (%) των απαντήσεων των φοιτητών ανά Τμήμα όσον αφορά τις πηγές ενημέρωσής τους για την κλιματική αλλαγή.

ΠΗΓΕΣ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗΣ	ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ (%)	ΧΗΜΙΚΟ (%)	ΒΙΟΛΟΓΙΚΟ (%)
Διαδίκτυο	5,8	21,7	14,6
Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης	17,3	32,6	36,6
Πανεπιστήμιο	7,7	6,5	4,9
Σχολείο	5,8	6,5	7,5
Αισθητικά	82,7*	47,8*	70,7*
Διάφοροι φορείς	3,8	4,3	2,4

Έρευνες	11,5	8,7	2,4
---------	------	-----	-----

*Στατιστικά σημαντική διαφορά, $\chi^2=13,81$, $df=2$, $p=0,01 < 0,05$.

Στην ερώτηση που αφορούσε στα αίτια της κλιματικής αλλαγής φαίνεται ότι οι μέλλοντες δάσκαλοι είναι περισσότερο συνειδητοποιημένοι όσον αφορά το ρόλο του ανθρώπου στο πρόβλημα, καθώς εκείνοι που αναφέρουν την ανθρώπινη δραστηριότητα ως αίτιο είναι διπλάσιοι περίπου από τους φοιτητές του βιολογικού και χημικού τμήματος. Εντυπωσιακό είναι ακόμα ότι η παρανόηση που αφορά στο ρόλο της UV ακτινοβολίας στην κλιματική αλλαγή αναφέρεται μόνο από τους φοιτητές του Βιολογικού!

Πίνακας 6: Ο πίνακας παρουσιάζει τα αίτια της κλιματικής αλλαγής σύμφωνα με τις απαντήσεις των φοιτητών ανά τμήμα.

Αίτια κλιματικής αλλαγής	ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ %	ΧΗΜΙΚΟ %	ΒΙΟΛΟΓΙΚΟ %
Ανθρώπινη δραστηριότητα	86,8*	41,3*	31,7*
Εξαφάνιση δασών	7,5	10,9	12,2
Κατάχρηση πηγών ενέργειας	9,4	8,7	2,4
Χρήση λιπασμάτων	5,7	0	4,9
Άγνοια	3,8	0	4,9
Όπλα	3,8	0	0
Υπερπληθυσμός	0	4,4	0
Κυβερνήσεις	0	2,2	0
Καυσαέρια	28,3	26,1	25
Τοξικά αέρια	24,5	19,6	35,1
Απόβλητα εργοστασίων	24,5	21,7	17,1
CFCs	13,4	8,7	4,9

Εντομοκτόνα	5,74	0	2,4
Καύση πετρελαίου	5,7	10,9	12,2
Φαινόμενο θερμοκηπίου	30,2	21,7	24,4
Τρύπα του όζοντος	22,6	17,8	14,6
Αύξηση μέσης θερμοκρασίας	11,3	15,2	9,8
Άλλα φυσικά φαινόμενα (πχ πλημμύρες)	7,5	4,3	7,3
Εκρήξεις ηφαιστείων	3,8	0	2,4
«Μόλυνση» περιβάλλοντος	20,8**	4,3**	2,4**
Ρύπανση ατμόσφαιρας	15,1	10,9	2,4
Υπεριώδης ακτινοβολία	0***	0***	7,3***
Φωτοχημικό νέφος	0	2,2	0
Όξινη βροχή	0	0	2,4

*Παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά, $\chi^2=29,51$, $df=2$, $p=0,00<0,05$.

** $\chi^2=11,05$, $df=2$, $p=0,04<0,05$

*** $\chi^2=7,40$, $df=2$, $p=0,025<0,05$

Πίνακας 7:Το διάγραμμα παρουσιάζει τους τρόπους επιβράδυνσης της κλιματικής αλλαγής σύμφωνα με τις απαντήσεις των φοιτητών, ξεχωριστά για το κάθε τμήμα.

ΤΡΟΠΟΙ ΕΠΙΒΡΑΔΥΝΣΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ			
	ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ %	ΧΗΜΙΚΟ %	ΒΙΟΛΟΓΙΚΟ %
Ευαισθητοποίηση	35,8*	36,9*	12,2*
Μείωση ρύπανσης	26,4**	6,5**	14,6**
Περιορισμός ενεργειακής σπατάλης και χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας	24,6	26,1	34,2
Χρήση βιολογικών εντομοκτόνων/υλικών	3,8***	0***	12,2***
Προστασία δασών	1,9	4,3	7,3
Χρήση πράσινων μηχανών	20,8****	0****	0****
Περιορισμός καταναλωτισμού	3,8	10,9	12,2
Ανακύκλωση	5,7	8,7	2,4
Συμμετοχή σε περιβαλλοντικά	3,8	2,2	0

προγράμματα			
Μείωση εκπομπής αερίων	35,9	30,4	26,8
Αφαλάτωση	1,9	0	0
Εξοικονόμηση ενέργειας	5,7	0	0
Πολιτική πρωτοβουλία	11,3	6,5	12,2
Κρατικός έλεγχος/νόμοι	26,4	37	24,4
Ενημέρωση των πολιτών	7,5	0	2,4
Αποφυγή πολέμων	1,9	0	0
Περιορισμός ψεκασμών	0	4,3	0
Προστασία βιοτόπων	3,8	2,4	0
Μαζική αλλαγή	0	2,4	0

* $\chi^2=7,94$, $df=2$, $p=0,19<0,05$

** $\chi^2=7,23$, $df=2$, $p=0,27<0,05$

*** $\chi^2=7,06$, $df=2$, $p=0,29<0,05$

**** $\chi^2=19,6$, $df=2$, $p=0,00<0,05$

.....
Όσον αφορά στους τρόπους αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής, Και πάλι οι φοιτητές του Παιδαγωγικού δίνουν ιδιαίτερη έμφαση στην ευαισθητοποίηση, δηλαδή στο ρόλο της εκπαίδευσης, σε αντίθεση με τους φοιτητές των άλλων τμημάτων.

Όσον αφορά τα αέρια που εμπλέκονται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 8.

Πίνακας 8:Το διάγραμμα παρουσιάζει τη σχετική συχνότητα των απαντήσεων των φοιτητών για την αναφορά τους στα αέρια του θερμοκηπίου ανά τμήμα.

ΣΧΟΛΗ	CO ₂ μόνο (%)	CH ₄ μόνο (%)	CO ₂ και CH ₄ (%)	CO ₂ και άλλα αέρια (%)	Άλλα αέρια (%)
Παιδαγωγικό	67,6	2,7	0	21,6	8,1
Χημικό	20	10	0	66,7	3,3
Βιολογικό	52,9	2,9	5,9	35,3	2,9

Η ορθότητα του μηχανισμού του φαινομένου του θερμοκηπίου που περιγράφηκε από τους φοιτητές των τριών τμημάτων έδωσε τα αποτελέσματα που δίνονται στον Πίνακα 9 και δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ των φοιτητών των τριών τμημάτων:

Πίνακας 9: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών ανά Τμήμα, αναλόγως της ορθότητας του μηχανισμού του φαινομένου του θερμοκηπίου που περιέγραψαν.

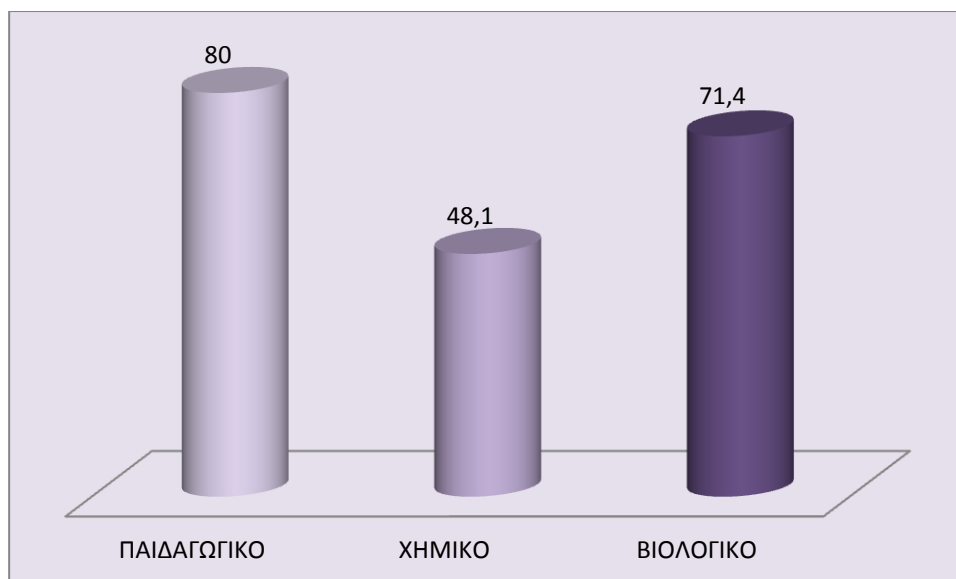
ΤΜΗΜΑ	Απόλυτα σωστή (%)	Σωστή εν μέρει (%)	Λάθος εν μέρει (%)	Απόλυτα λάθος (%)	Σύνολο (%)
Παιδαγωγικό	7,5	37,5	22,5	32,5	100
Χημικό	2,7	35,1	24,3	37,8	100
Βιολογικό	0	42,9	22,9	34,3	100

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων για το αν εκλαμβάνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου ως θετικό ή αρνητικό φαινόμενο, έδειξε συμφωνία μεταξύ των τμημάτων και δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των φοιτητών των τριών τμημάτων ($p > 0,05$). Η πλειοψηφία των φοιτητών και στα τρία τμήματα θεώρησε το φαινόμενο του θερμοκηπίου ως αρνητικό φαινόμενο. Το γεγονός αυτό παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, διότι το αναμενόμενο ήταν οι φοιτητές του Χημικού και του Βιολογικού τμήματος να έδιναν σωστότερες απαντήσεις. Δεν συνέβη όμως.

Πίνακας 10: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών ανά τμήμα αναλόγως του πώς αξιολογούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

ΤΜΗΜΑ	Θετική, αλλά και πρόβλημα	Θετική	Αρνητική	Ουδέτερη
Παιδαγωγικό	22,9	20	57,1	-
Χημικό	13,5	29,7	48,6	8,1
Βιολογικό	2,9	25,7	60	11,4

Όπως φαίνεται αναλυτικά στα σχήματα (11,12) το μεγαλύτερο ποσοστό του δείγματος στα τμήματα Παιδαγωγικό και Βιολογικό και το μισό σχεδόν δείγμα από το Τμήμα του Χημικού θεώρησε ότι υπάρχει σχέση μεταξύ του φαινομένου του θερμοκηπίου και της τρύπας του όζοντος με τα ποσοστά να διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ των φοιτητών των τριών τμημάτων ($\chi^2 = 6,887$, $df = 2$, $p = 0,032 < 0,05$). Επίσης το μεγαλύτερο μέρος του δείγματος και από τις τρεις σχολές δίνει εξήγηση για την απάντησή του.



Σχήμα 11: Το ποσοστό (%) των φοιτητών κάθε τμήματος που θεωρεί ότι υπάρχει σχέση μεταξύ φαινομένου του θερμοκηπίου και στιβάδας του όζοντος.



Σχήμα 12: Ποσοστό των φοιτητών ανά Τμήμα που διατύπωσαν εξήγηση για τη συσχέτιση φαινομένου του θερμοκηπίου και στιβάδας του όζοντος.

Τη σχέση των δύο φαινομένων οι φοιτητές του Παιδαγωγικού τμήματος απέδωσαν στις ίδιες ενώσεις που πίστευαν ότι ευθύνονται και για τα δυο φαινόμενα. Το ίδιο και οι φοιτητές του Χημικού τμήματος, το οποίο προκαλεί εντύπωση διότι οι φοιτητές του χημικού έχουν διδαχθεί το φαινόμενο του θερμοκηπίου σε μεγαλύτερο βαθμό, ένα σημαντικό ποσοστό εκ των οποίων (23,1%) θεώρησε ότι τα δυο φαινόμενα προκαλούν τις ίδιες συνέπειες στον πλανήτη και τον άνθρωπο. Η πλειοψηφία των φοιτητών του Βιολογικού τμήματος, απέδωσε τη σχέση αυτή σε αλληλεπίδραση των δυο φαινομένων.

Πίνακας 11: Κατανομή (%) των απαντήσεων των φοιτητών κάθε τμήματος αναλόγως του είδους του επιχειρήματος που παρέθεσαν για τη σχέση φαινομένου θερμοκηπίου και εξασθένισης στιβάδας του όζοντος.

ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΥΠΑΡΞΗΣ ΣΧΕΣΕΩΣ			
	ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ	ΧΗΜΙΚΟ	ΒΙΟΛΟΓΙΚΟ
<i>Ίδιες ενώσεις</i>	66,7*	84,6*	37,5*
<i>Αλληλεπίδραση φαινομένων</i>	30	15,4	43,8
<i>Ίδιες συνέπειες</i>	-	23,1	6,3

*Παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά, $\chi^2=7,29$, $df=2$, $p=0,27<0,05$

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων φανέρωσε αρκετές εναλλακτικές ιδέες για τους φοιτητές και από τα τρία τμήματα του Παιδαγωγικού Δημοτικής Εκπαίδευσης, του Χημικού και του Βιολογικού.

Οι περισσότεροι φοιτητές (68%), πιστεύουν ότι υφίσταται κλιματική αλλαγή αλλά ελάχιστοι αναφέρουν ως πηγή για αυτή τους τη γνώση τη τυπική εκπαίδευση. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν εν μέρει με τα αποτελέσματα της Papadimitriou [35], στην οποία το 100% του δείγματος απέδιδε τις γνώσεις του για την κλιματική αλλαγή στις προσωπικές τους εμπειρίες, ενώ στη δική μας έρευνα ένα σημαντικό ποσοστό (28,1%) δήλωσε τα Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης, το διαδίκτυο (13,7%), επιστημονικές έρευνες (7,9%) και μόλις 6,5% το πανεπιστήμιο και 6,5% το σχολείο.

Όσον αφορά τα αίτια για την κλιματική αλλαγή οι φοιτητές ανέφεραν διάφορους παράγοντες τους οποίους εντάξαμε σε τέσσερις κατηγορίες: τον ανθρώπινο παράγοντα, τη κατηγορία των χημικών ενώσεων, τους φυσικούς και τους περιβαλλοντικούς παράγοντες. Η πιο συχνά αναφερθείσα κατηγορία ήταν αυτή του ανθρώπινου παράγοντα από όλους τους φοιτητές. Αναφέρουν συνολικά σε ποσοστό 58,7% την ανθρώπινη δραστηριότητα ως αίτιο της κλιματικής αλλαγής, 35,9% τα καυσαέρια και σε ποσοστό 25,7% τα τοξικά αέρια και το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Στην έρευνα της Papadimitriou [35] ανέφεραν το φαινόμενο του θερμοκηπίου ως ένα από τους κύριους παράγοντες που ευθύνονται για τη κλιματική αλλαγή. Σαν κύριο αίτιο της κλιματικής αλλαγής ανέφεραν τη τρύπα του όζοντος, αίτιο που στην έρευνα μας αναφέρθηκε σε ποσοστό 18,7%. Στη συνέχεια όπως και στην παρούσα έρευνα, οι φοιτητές αναφέρουν σε μεγάλο ποσοστό την ανθρώπινη παρέμβαση στο περιβάλλον, τη ρύπανση περιβάλλοντος και τα καυσαέρια. Οι απαντήσεις αυτές συμφωνούν και με την έρευνα των Boon [8] και Akar et al [1], όπου οι φοιτητές αναφέρονται στα καυσαέρια, τους αέριους ρύπους γενικότερα και τα CFCs υπεύθυνα για το πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής. Στην έρευνα των Avgolouris et al [5] αναφέρθηκαν κυρίως στα πυρηνικά απόβλητα ως αίτιο του φαινομένου. Ακόμη, ως αίτιο έχει αναφερθεί σε προηγούμενες έρευνες {Akar et al [1], Cimer et al [19], Christidou & Koulaidis

[18] ,Groves & Pugh [22]], η καταστροφή της στιβάδας του όζοντος. Στην ερώτηση αυτήν ανιχνεύτηκαν ορισμένες εναλλακτικές ιδέες που έχουν οι φοιτητές. Ειδικότερα αναφέρουν την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της Γης ως αίτιο, ενώ είναι αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής. Αναφέρουν επίσης ως αίτιο τις εκρήξεις ηφαιστειών. Η έρευνα της καθηγήτριας Susan Solomon του Πανεπιστημίου της Μασαχουσέτης (MIT)³ και των φοιτητών της, έδειξε ότι τα μικροσκοπικά σωματίδια που εκτοξεύονται κατά τη διάρκεια των εκρήξεων αυξάνουν τα αέρια σωματίδια στην ατμόσφαιρα και αντανakλούν ένα μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας πίσω στο διάστημα, εμποδίζοντας έτσι την παγκόσμια υπερθέρμανση. Αρκετοί αναφέρονται σε φυσικά φαινόμενα ως αίτια της κλιματικής αλλαγής, τα οποία όταν τα περιγράφουν φαίνεται ότι έχουν αρκετές παρανοήσεις. Για παράδειγμα αναφέρουν ως αίτιο της κλιματικής αλλαγής τη τρύπα του όζοντος ή τις πλημμύρες! Εν συνεχεία, αναφέρουν τα πυρηνικά όπλα ως ένα από τα αίτια της κλιματικής αλλαγής. Η πυρηνική ενέργεια όμως δεν επιβαρύνει την ατμόσφαιρα με προϊόντα καύσης. Αντίθετα, σύμφωνα με το περιοδικό national geographic και τη ΝΑΣΑ⁴, η αιθάλη που απελευθερώνεται είναι η λύση για τη παγκόσμια υπερθέρμανση, αφού σχηματίζει ένα στρώμα πάνω από την επιφάνεια της Γης το οποίο εμποδίζει την εισερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία. Παρατηρούμε επιπροσθέτως, μια σύγχυση μεταξύ υπεριώδους και υπέρυθρης ακτινοβολίας (7,3% Βιολογικού τμήματος) καθώς επίσης και μεταξύ των εννοιών «μόλυνση» και ρύπανση της ατμόσφαιρας (20,8% φοιτητών Παιδαγωγικού, 4,3% φοιτητών Χημικού και 2,4% Βιολογικού τμήματος).

Όσον αφορά τους τρόπους επιβράδυνσης της κλιματικής αλλαγής οι φοιτητές αναφέρθηκαν κυρίως στο τι μπορεί να κάνει ο κάθε πολίτης ξεχωριστά ώστε να βοηθήσει στο να επιβραδυνθεί η κλιματική αλλαγή. Ο ρόλος των επιχειρήσεων αλλά και της πολιτικής βούλησης αναφέρθηκε επίσης και από τα ίδια περίπου ποσοστά επί τοις εκατό των φοιτητών. Παρατηρούμε ότι οι φοιτητές του παιδαγωγικού τμήματος δίνουν μεγαλύτερη σημασία στο ρόλο της εκπαίδευσης- ευαισθητοποίησης του πολίτη από τους φοιτητές των άλλων τμημάτων. Έχουν ανιχνευτεί και εδώ κάποιες

³ <https://newsoffice.mit.edu/2014/small-volcanoes-slow-global-warming-1203>

⁴ <http://news.nationalgeographic.com/news/2011/02/110223-nuclear-war-winter-global-warming-environment-science-climate-change/>

παρανοήσεις αλλά σε πολύ μικρό ποσοστό. Για παράδειγμα το 1,9% των φοιτητών του Παιδαγωγικού τμήματος θεωρεί ότι η αφαλάτωση είναι ένας τρόπος επιβράδυνσης της κλιματικής αλλαγής. Τα αποτελέσματα συμφωνούν εν μέρει με τα αποτελέσματα της Papadimitriou [35] όπου οι φοιτητές αναφέρθηκαν κυρίως στην επιβολή νόμων, ευαισθητοποίηση και χρήση φιλικών προς το περιβάλλον προϊόντων. Στην έρευνα των Boyes et al [11] υπήρξε επίσης αναφορά στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας καθώς επίσης και στην αναδάσωση. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ως λύση στην επιδείνωση του φαινομένου αναφέρθηκαν και στην έρευνα των Groves & Pugh [22] αλλά δεν αναφέρθηκαν ως μέτρο στην έρευνα των Avgolouris et al [5] όπου αναφέρθηκε η χρήση αμόλυβδης βενζίνης και η λιγότερη χρήση ατομικών βομβών.

Εδώ θα πρέπει να σημειώσουμε ότι φάνηκε από τις απαντήσεις των υποκειμένων του δείγματος πως συγχέουν τη λέξη «μόλυνση» με τη λέξη «ρύπανση» κάνοντας συχνότερη χρήση του πρώτου όρου και σε περιπτώσεις όπου κάτι τέτοιο είναι αδόκιμο. Επιπλέον, το μεγαλύτερο λοιπόν ποσοστό του δείγματος (48%), ανέφερε το διοξείδιο του άνθρακα ως την υπεύθυνη ένωση του φαινομένου, ενώ ένα ποσοστό 40% του δείγματος ανέφερε το διοξείδιο του άνθρακα και άλλα αέρια όπως οι υδρατμοί, οξείδια του αζώτου κτλ. Πιο αναλυτικά, το 67,6% από το Παιδαγωγικό τμήμα, το 20% από το Χημικό και το 52,9% από το Βιολογικό τμήμα ανέφεραν το διοξείδιο του άνθρακα ως την κύρια ένωση. Υπάρχει συμφωνία με προηγούμενες έρευνες οι οποίες ανέδειξαν το διοξείδιο του άνθρακα ως τη κύρια υπεύθυνη ένωση για το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Στην έρευνα του ο Καρατάσος [41], ανέδειξε το διοξείδιο του άνθρακα ως το συχνότερα αναφερόμενο αέριο σε ποσοστό 77,9%. Ακολουθεί το μεθάνιο (CH_4), σε αντίθεση με τη παρούσα έρευνα (όπου αναφέρεται σε ποσοστό 5%), και στη συνέχεια άλλα αέρια όπως και εδώ όπως είναι το όζον, οι χλωροφθοράνθρακες και το οξείδιο του αζώτου. Σε άλλη έρευνα (Dove [20]) επίσης αναφέρεται το διοξείδιο του άνθρακα ως η κύρια υπεύθυνη ένωση για το φαινόμενο του θερμοκηπίου και κατόπιν οι χλωροφθοράνθρακες. Παρόμοια αποτελέσματα ανέδειξαν και οι άλλες έρευνες (Malandrakis & Papadopoulou [32], Papadimitriou [35]).

Περιγράφοντας το φαινόμενο του θερμοκηπίου, ένα 40% περίπου όλων περιγράφει σχετικά σωστά το φαινόμενο του θερμοκηπίου, αλλά ένα 35% το

περιγράφει λάθος!! Ποσοστό εντυπωσιακό ειδικά για τους φοιτητές του Βιολογικού και Χημικού τμήματος. Τέλος, η πλειοψηφία των φοιτητών (55%), θεωρεί το φαινόμενο του θερμοκηπίου ως πρόβλημα για τη Γη, γεγονός που φανερώνει την ύπαρξη παρανοήσεων (57,1% των φοιτητών του Παιδαγωγικού, 48,6% και 60% για τους φοιτητές του Χημικού και Βιολογικού τμήματος αντίστοιχα). Επίσης, στις απαντήσεις τους ήταν σαφής η σύγχυση μεταξύ φαινομένου του θερμοκηπίου και υπερθέρμανσης του πλανήτη. Έχουν γραφεί χαρακτηριστικά: *«Όλες οι ακτίνες του Ηλίου ανακλώνται όταν φτάνουν στη Γη και φεύγουν στην ατμόσφαιρα. Όμως λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου επιστρέφουν και έτσι αυξάνεται η θερμοκρασία της Γης»*. *«Το φαινόμενο του θερμοκηπίου μαζεύει τις ακτίνες από τον Ήλιο στη Γη οπότε αυξάνεται η θερμοκρασία, έτσι λιώνουν οι πάγοι κτλ»*. *«Τα αέρια CO₂ και CH₄ είναι υπεύθυνα για το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Αυξάνεται η θερμοκρασία και λιώνουν οι πάγοι»*. Τα παραπάνω αποτελέσματα συμφωνούν και με τις παλαιότερες έρευνες (Καρατάσος [41]; Dove [20]; Khalid [28]). Στην έρευνά του σε δασκάλους, ο Καρατάσος ανέφερε ότι το 60,4% του δείγματος θεωρούσε το φαινόμενο του θερμοκηπίου ως πρόβλημα και όχι ως φαινόμενο χρήσιμο για την ύπαρξη ζωής.

Όσον αφορά τη σχέση φαινομένου του θερμοκηπίου και καταστροφή της στιβάδας του όζοντος, οι φοιτητές του Βιολογικού και Παιδαγωγικού τμήματος σε πολύ μεγαλύτερο ποσοστό (70-80%) θεωρούν ότι υπάρχει σχέση, σε αντίθεση με τους φοιτητές του χημικού, όπου περίπου οι μισοί (48%) υποστηρίζουν κάτι τέτοιο. Τη σχέση αυτή αποδίδουν στο ότι – όπως πιστεύουν – εμπλέκονται οι ίδιες χημικές ενώσεις και για τα δυο φαινόμενα (63%), και ότι το ένα φαινόμενο επηρεάζει το άλλο. Με πιο συχνή εναλλακτική ιδέα ότι η καταστροφή της στιβάδας του όζοντος επιδεινώνει/ενισχύει το φαινόμενο του θερμοκηπίου (30%), καθώς έτσι είναι περισσότερες οι ακτίνες του Ήλιου που φτάνουν στη Γη. Χαρακτηριστικά αναφέρουν: *«Προφανώς! Η καταστροφή της στιβάδας του όζοντος ευθύνεται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου»*. *«Ναι υπάρχει σχέση γιατί τα ίδια αέρια είναι υπεύθυνα και για τα δυο φαινόμενα»*. *«Τα δυο φαινόμενα έχουν ένα κοινό σημείο: την πηγή του προβλήματός τους, δηλαδή τους χλωροφθοράνθρακες»*. *«Το όζον εμποδίζει τον ερχομό της ηλιακής*

ακτινοβολίας προς τη Γη. Άρα όταν καταστρέφεται, βοηθά το φαινόμενο του θερμοκηπίου».

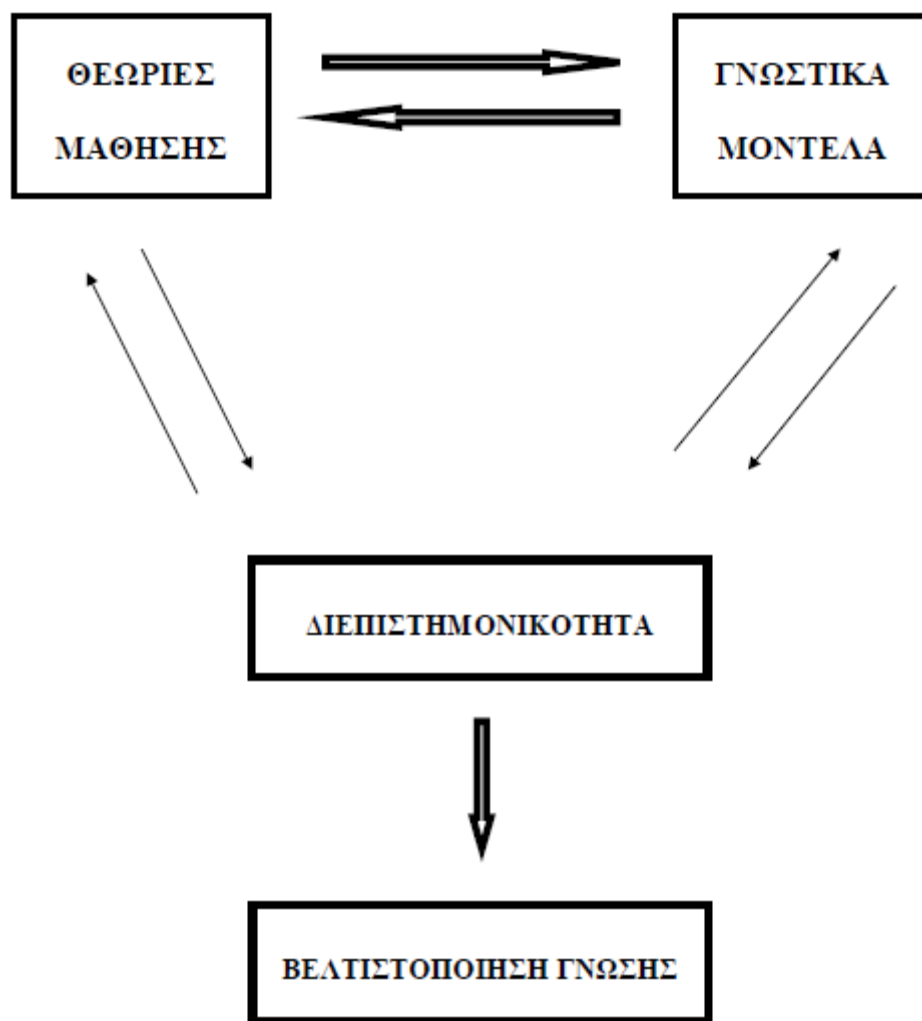
Εδώ συναντάται η σημαντικότερη και παλαιότερη παρανόηση. Στο συμπέρασμα αυτό είχαν καταλήξει και παλαιότερα άλλες έρευνες (Dove [20]; Boyes & Stanisstreet [11]; Groves & Pugh [22]; Christidou & Koulaidis [18]; Malandrakis & Papadopoulou [32],). Συγκεκριμένα στην έρευνα των Malandrakis & Papadopoulou μόνο το 13,4 % του δείγματος ανέφερε ότι δεν υπάρχει σχέση μεταξύ του φαινομένου του θερμοκηπίου και της καταστροφής της στιβάδας του όζοντος, ενώ ένα μεγάλο ποσοστό (84%), πίστευε ότι η αύξηση της τρύπας του όζοντος θα οδηγήσει σε υπερθέρμανση του πλανήτη, διότι οι «τρύπες» στο όζον θα επιτρέψουν σε περισσότερη ακτινοβολία να εισέλθει στη Γη. Παρόμοια αποτελέσματα απαντώνται και σε άλλες έρευνες (Oikonomidis et al 2011; Kisoglu et al 2010). Στην έρευνα των Kalipci et al [27]), αναγράφεται συγκεκριμένα η εναλλακτική ιδέα ότι η αραίωση του στρώματος του όζοντος είναι ο κύριος λόγος υπερθέρμανσης του πλανήτη. Στην έρευνα του Khalid [28], αναφέρεται ότι το φαινόμενο του θερμοκηπίου και η καταστροφή της στιβάδας του όζοντος συνδέονται, με σχέση αιτίου αποτελέσματος. Στην έρευνα των Chalkidis et al [17], η εναλλακτική ιδέα των φοιτητών σχετικά με το φαινόμενο του θερμοκηπίου και την τρύπα του όζοντος συνέχιζε να υπάρχει παρά το γεγονός ότι οι φοιτητές παρακολούθησαν ειδικό εργαστηριακό μάθημα κατά τη διάρκεια της έρευνας. Εναλλακτικές ιδέες για το φαινόμενο του θερμοκηπίου ανιχνεύτηκαν και σε διάφορες έρευνες σε μαθητές (Boyes & Stanisstreet [14]; Bourque et al [9]). Συμπερασματικά, παρατηρήθηκε λοιπόν ότι οι παρανοήσεις/εναλλακτικές ιδέες που είχαν εντοπιστεί σε προηγούμενες έρευνες (και στην έρευνα της Papadimitriou [35]), εντοπίστηκαν και στην παρούσα έρευνα σε μεγάλο βαθμό. Πιθανόν κάποιες εναλλακτικές ιδέες που εντοπίζονται ιδιαίτερα σε φοιτητές βιολογικών και χημικών τμημάτων να οφείλονται σε αδυναμία σωστής έκφρασης και όχι τόσο σε πραγματικές παρανοήσεις. Για παράδειγμα στις απαντήσεις των φοιτητών όσον αφορά στην ερώτηση για τυχόν ύπαρξη σχέσης μεταξύ φαινομένου του θερμοκηπίου και τρύπας του όζοντος, φάνηκε ότι οι φοιτητές του χημικού κυρίως τμήματος έχουν τη γνώση των φαινομένων, γεγονός που αποδεικνύεται από το χαμηλό ποσοστό (48,1%) των απαντήσεων των φοιτητών που απάντησαν θετικά στην ερώτηση, καθώς

επίσης και από το ότι η πλειοψηφία αυτών, τεκμηρίωσε κατά ένα μεγάλο ποσοστό (76,5%) τις απαντήσεις τους (σχήμα 11,12). Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι οι φοιτητές έχουν αρκετές γνώσεις επί του θέματος αλλά χρειάζεται να εντρυφήσουν λίγο παραπάνω ώστε να είναι πλήρως ενημερωμένοι. Η ισχύς των παραπάνω θα ήταν δυνατόν να διερευνηθεί σε μια δεύτερη έρευνα με κλειστού τύπου ερωτήσεις και σε μεγαλύτερης εμβέλειας δείγμα.

Έπειτα από μελέτη του προγράμματος σπουδών των τριών τμημάτων που μελετήσαμε διαπιστώθηκε ότι στο Παιδαγωγικό τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης διδάσκονται δυο μαθήματα που αφορούν στο περιβάλλον και συγκεκριμένα αναφέρονται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Είναι η Διδακτική Φυσικών Επιστημών και διδάσκεται στο 4^ο έτος σπουδών, και η Περιβαλλοντικές Επιστήμες. Στο Χημικό τμήμα διδάσκεται το μάθημα της «Χημείας Περιβάλλοντος» ως υποχρεωτικό μάθημα στο 3^ο έτος σπουδών και έπειτα στο τέταρτο υπάρχουν ως μαθήματα επιλογής η «Χημεία Ατμόσφαιρας» και η «Χημεία-Διαχείριση υδάτινου περιβάλλοντος». Στο Βιολογικό τμήμα το φαινόμενο του θερμοκηπίου, και συγκεκριμένα η ενίσχυσή του, διδάσκεται στα πλαίσια του υποχρεωτικού μαθήματος του 2^{ου} έτους «Γενική Οικολογία». Το ότι διδάσκεται στα πλαίσια ενός μόνο μαθήματος σχεδόν σε όλα τα τμήματα πιθανότατα εξηγεί γιατί ένα μεγάλο ποσοστό του δείγματος των φοιτητών αυτών των τμημάτων αντιμετώπισε το φαινόμενο του θερμοκηπίου ως πρόβλημα και γενικότερα γιατί δεν είναι σε θέση να περιγράψει σωστά το μηχανισμό του φαινομένου και τις ενώσεις που είναι υπεύθυνες γι' αυτό. Ίσως τα εν λόγω τμήματα θα έπρεπε να δώσουν μεγαλύτερη βαρύτητα στη διαμόρφωση των προγραμμάτων σπουδών τους, έτσι ώστε να εξαλείφονται οι ευρύτατα διαδεδομένες παρανοήσεις όπως έχουν καταγραφεί στη βιβλιογραφία. Είναι σημαντικό να εξαλειφτούν οι εναλλακτικές ιδέες των εν δυνάμει εκπαιδευτικών ώστε να μη μεταβιβαστούν στη συνέχεια στους μαθητές τους και διευρύνονται οι λανθασμένες γνώσεις/πληροφορίες. Διότι, όπως έχουν δείξει και έρευνες προηγούμενων ετών (Matthopoulos et al [33], Avcı & Darcin [4]), Bourque [9], Rubba [37]), οι μαθητές διατηρούν σημαντικές παρανοήσεις ως προς το φαινόμενο του θερμοκηπίου κα γενικά ως προς τα περιβαλλοντικά θέματα και ένας παράγοντας στον οποίο οφείλεται αυτό είναι οι εκπαίδευση.

Εκεί που θα πρέπει να δοθεί βάση είναι στο τρόπο διδασκαλίας στο Πανεπιστήμιο. Το σύστημα εκπαίδευσης που έχει δασκαλοκεντρικό χαρακτήρα δε βοηθά τους φοιτητές να εξαλείψουν τις παρανοήσεις τους, οπότε οδηγούμαστε σε ένα φαύλο κύκλο. Ο δασκαλοκεντρικός τρόπος των διαλέξεων οδηγεί τους φοιτητές στην επανάληψη και απομνημόνευση και όχι στην πλήρη κατανόηση των εννοιών. Κάτι παρόμοιο που συμβαίνει και στα σχολεία. Αντίθετα, με ένα πιο μαθητοκεντρικό τρόπο διαλέξεων οι φοιτητές θα μπορούν να αναπτύξουν την κριτική τους σκέψη και να ελαχιστοποιήσουν τις παρανοήσεις τους. Η έρευνα του Cakir [16] έδειξε ότι τοποθετώντας τους μαθητές στο κέντρο της μαθησιακής διαδικασίας αποκτούν περισσότερα κίνητρα με αποτέλεσμα αφού έρθουν αντιμέτωποι με τις δικές τους παρερμηνείες-παρανοήσεις να τις αντιμετωπίζουν ευκολότερα. Στο ίδιο αποτέλεσμα καταλήγουν και άλλες έρευνες (Lord [31], King et al [29]). Οπότε η υιοθέτηση ενός μαθητοκεντρικού τρόπου διδασκαλίας ίσως είναι ο καλύτερος τρόπος αντιμετώπισης παρανοήσεων των φοιτητών και εν δυνάμει εκπαιδευτικών ώστε στη συνέχεια όταν κληθούν οι ίδιοι να διδάξουν να έχουν αποσαφηνίσει διάφορες δυσνόητες έννοιες και να μη μεταδώσουν λάθος πληροφορίες στους μαθητές τους.

Ένας δεύτερος παράγοντας που θα πρέπει να εξεταστεί είναι η βελτίωση της γνώσης και της μάθησης των φοιτητών. Στην έρευνά του ο Μήλιος [44] πρότεινε τη δική του προσέγγιση για τη βελτιστοποίηση της γνώσης η οποία απεικονίζεται σχηματικά στο σχήμα 13:



Σχήμα 13: Τρόπος βελτιστοποίησης της γνώσης (Μήλιος [44]).

Σύμφωνα με τη προσέγγιση αυτή λοιπόν, στις ήδη υπάρχουσες θεωρίες μάθησης συμβάλλουν και άλλα επιστημονικά πεδία όπως είναι η ψυχολογία και έτσι αναπτύσσονται νέες πιο σύνθετες θεωρίες μάθησης και η ανάγκη δημιουργίας μοντέλων για βελτιστοποίηση των αποτελεσμάτων. Τα γνωστικά αυτά μοντέλα ανατροφοδοτούν τις θεωρίες καθώς βοηθούν στην ενίσχυσή τους με νέα στοιχεία ευκολότερα εφαρμόσιμα. Χρησιμοποιώντας τη σχηματική αναπαράσταση της προσέγγισης αυτής και προσαρμόζοντάς τη στις ανάγκες του κάθε μαθήματος μπορεί να βελτιωθεί η γνώση των φοιτητών και ίσως να εξαλειφθούν μερικές από τις παρανοήσεις τους σε σημαντικό βαθμό.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΕΡΕΥΝΑΣ

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ☐ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟ ☐ ΧΗΜΙΚΟ ☐

ΦΥΛΟ: Α ☐ Θ ☐

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

1. Υπήρξε πρόσφατα μια διαμάχη που αφορά στην κλιματική αλλαγή. Προσωπικά πιστεύετε ότι η κλιματική αλλαγή λαμβάνει χώρα; Αν ναι, εξηγήστε πώς το γνωρίζετε αυτό.
2. Κατά τη γνώμη σας ποια τα αίτια που προκαλούν την κλιματική αλλαγή;
3. Τι πιστεύετε ότι μπορεί να γίνει για να επιβραδυνθεί η κλιματική αλλαγή;
4. Μπορείτε να περιγράψετε το φαινόμενο του θερμοκηπίου; Ποιες ενώσεις πιστεύετε ότι είναι υπεύθυνες γι' αυτό;
5. Πιστεύετε ότι υπάρχει σχέση μεταξύ του φαινομένου του θερμοκηπίου και της καταστροφής της στιβάδας του όζοντος; Ναι ή όχι και γιατί.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Akar, M., S., Akilli, M., Erkol, M., Gurbuz, H., Kisoglu, M. (2010) Prospective Turkish Elementary Science teachers' knowledge level about the Greenhouse Effect and their views on environmental education in University. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 2(20), 216-236.
2. Areskoug, M., Ekborg, M. (2006) How Student teachers' understanding of the greenhouse effect develops during a teacher education programme. *Nordina*, 5, 17-29.
3. Arslan, H., O., Cigdemoglu, C., Moseley, C. (2012) A Three- Diagnostic Test to Assess Pre- Service Teachers' Misconceptions about Global Warming, Greenhouse Effect, Ozone Layer Depletion and Acid Rain. *International Journal of Science Education*, 34(11): 1667-1686.
4. Avci, D., E., Darcin, E., S. (2009) Investigation of Eight Grade Students' Knowledge Level about Global Environmental Problems. *Eurasian Journal of Physics and Chemical Education*, 1(2), 93-98.
5. Avgoloupis, S., Melas, D., Ikonomidis, S., Papanastasiou, D. (2011) The anthropogenic 'Greenhouse effect': Greek prospective primary teachers' ideas about causes, consequences and cures. *Journal of Science Education & Technology*.
6. Bag, H., Bahar, Bozkurt, O. (2008) Pre- Service Teachers' Understandings of an Environmental Issue: Ozone Layer Depletion. *Ekologi*, 18(69), 51-58.
7. Berelson, B. (1984). *Content analysis in communication research*. New York: Hafner.
8. Boon, H., J. (2010) Climate change? Who knows? A Comparison of Secondary Students and Pre- Service Teachers. *Australian Journal of Teacher Education*, 35(1), Art 9.
9. Bourque, W., Pruneau, D., Gravel, H., Laugis, J (2003) Experimentation with a socioconstructivist process for climate change education. *Environmental Education Research*, 9(4), 429-446.
10. Boyes, E., Malandrakis, G., Skamp, K., R., Stanisstreet, M. (2011) Can science education help to reduce global warming? An international

- study of the links between students' beliefs and their willingness to act. *International Journal of Science in Society*, 2, 89-100.
11. Boyes, E., Francis, C., Qualter, A., Stanisstreet, M. (1993) Ideas of Elementary Students about Reducing the Greenhouse Effect. *Science Education*, 77(4), 375-392.
 12. Boyes, E., Skamp, K., Stanisstreet, M. (2009) Australian Secondary Students' Views About Global Warming: Beliefs About Actions and Willingness to Act. *Research of Science Education*, 39, 661-680.
 13. Boyes, E., Bronwen, D., Stanisstreet, M. (2004) How can we best reduce global warming? School Students' Ideas and misconceptions. *International Journal of Environmental Studies*, 61(2), 211-222.
 14. Boyes, E., Stanisstreet, M. (2001) Students' Ideas about the Greenhouse Effect, a Decade On. *Canadian Journal of Environmental Education*, 6, 77-101.
 15. Bulunuz, M., Jarrett, O. (2009) Undergraduate and masters students' understanding about properties of air and the forms of reasoning used to explain air phenomena. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 10 (2) Article 2, 1.
 16. Cakir, M. (2008) Constructivist Approaches to Learning in science and Their Implications for Science Pedagogy. *A Literature review. International journal of Environmental & Science Education*, 3(4), 193-206.
 17. Chalkidis, A., Mandrikas, A., Mavrikaki, E., Parkosidis, I., Psomiadis, P., Skordoulis, C., Stoumpa, A. (2013) Improving Pre-Service Elementary Teachers' Education via a Laboratory Course on Air Pollution: One university's Experience. *Journal of Science Education and Technology*, 22, 113-123.
 18. Christidou, V., & Koulaidis, V. (1999) Models of Students' Thinking Concerning the Greenhouse Effect and Teaching Implications. *Science Education*, 83(5), 559-576.
 19. Cimer, A., Cimer S., O., Ursavas, N. (2011) Student teachers' conceptions about global warming and changes in their conceptions during pre-service education: A cross sectional study. *Educational Research and Reviews*, 6(8), 592-597.

20. Dove, J. (1996) Student Teacher Understanding of the Greenhouse Effect, Ozone Layer Depletion and Acid Rain. *Environmental Educational Research*, 2(1), 89-100.
21. Fenshman, P., J, Gilbert, J., K., Osborne, R., J. (1982) Children's Science and Its Consequences for Teaching. *Science Education*, 66(4), 623-633.
22. Groves, F.H., Pugh, A.F. (1999) Elementary Pre- Service Teacher Perceptions of the Greenhouse Effect. *Journal of Science Education and Technology*, 8(1), 75-81.
23. Hill, M., K. (1997) *Understanding environmental pollution*, Cambridge University Press, USA
24. Holsti, O. (1969). *Content Analysis for the Social Sciences and the Humanities*. Reading, MA: Addison-Wesley.
25. IPCC Synthesis Report: *An Assessment of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, 2007.
26. IPCC, 4th Assessment report - AR4
27. Kalipci, E., Yener, Y., Ozkadif, S. (2009) The Opinions of teacher Candidates about Global Warming, Greenhouse Effect and Ozone Layer. *World Applied Sciences Journal*, 7(1), 67-75.
28. Khalid, T. (2001) Pre-service teachers' misconceptions regarding three environmental issues, *Canadian Journal of Environmental Education*, 6, 102-120.
29. King, L. Lord, T., Magill, B., & Travis, H. (2002). Comparing student-centered and teacher-centered instruction in college biology labs. *In Pathways to Change: An International Conference on Transforming Math and Science Education in the K16 continuum*. Arlington VA: Crystal City.
30. Logue, S., Thomson, F. (2006) An exploration of common student misconceptions in science. *Interntational Education Journal*, 7(4), 553-559.
31. Lord, T., R. (1999) A comparison between traditional and constructivist teaching in Environmental Science, *The Journal of Environmental Education*, 30(3), 22-27.

32. Malandrakis, G., Papadopoulou, P. (2012) Greek pre-service teachers' understanding of global warming: realities and misconceptions. *Proceedings of the International Conference "Education across Borders"*. Florina 5-7 October 2012.
33. Matthopoulos, D., Plakitsi, A., Theocharopoulos, D., G., Tsekos, C., A. (2013) Exploring Greek High School Students' Understanding of Basic Environmental Issues. *Open Journal of Applied Sciences*, 3, 28-34
34. Michail, S., Stamou, A., G., Stamou, G., P. (2006) Greek Primary School Teachers' Understanding of Current Environmental Issues: An Exploration of their Environmental Knowledge and Images of Nature. *Wiley Interscience Periodicals*, 244-259.
35. Papadimitriou, V. (2004) Prospective Primary Teachers' Understanding of Climate Change, Greenhouse Effect, and ozone Layer Depletion, *Journal of Science Education and Technology*, 13 (2), 299-307.
36. Pidwirny, M. (2006) "Greenhouse effect". *Encyclopedia of Earth*
37. Rubba, P., A., Rye, J., A., Wiesenmayer, R., L. (1997) An Investigation of middle school students' alternative conceptions of global warming. *International Journal of Science Education*, 19(5), 527-551.
38. Weber, R.- Ph. (1990). *Basic Content Analysis - Quantitative Applications in the Social Sciences*, 49. Newbury Park, California: Sage University Paper.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

39. Θεοφανίδης, Θ., Μ. (2007) *Ατμοσφαιρική χημεία. Επίδραση των ακτινοβολιών-προσωμοίωση*, Διδακτορική διατριβή, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, τμήμα Χημείας, Αθήνα.
40. Κόκκοτας, Π. (1998) Οι Ιδέες των μαθητών, Σύγχρονες Προσεγγίσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Η εποικοδομητική προσέγγιση της διδασκαλίας και της μάθησης. (15-22). Αθήνα: ΓΡΗΓΟΡΗ
41. Καρατάσος, Ν. (2008) *Διερεύνηση των αντιλήψεων των δασκάλων για το φαινόμενο του θερμοκηπίου*, 4^ο Συνέδριο ΠΕΕΚΠΕ, Ναύπλιο.

42. Μαντζούκας, Σ. (2007). Ποιοτική έρευνα σε 6 εύκολα βήματα: Η επιστημολογία, οι μέθοδοι και η παρουσίαση. *Νοσηλευτική*, 46 (1), 88-98.
43. Μαρκαντώνης, Β. (2010) *Οικονομική Αξιολόγηση των επιπτώσεων της Κλιματικής Αλλαγής, η περίπτωση των πλημμύρων*, Πάντειο Πανεπιστήμιο, τμήμα Οικονομικής και Περιφερειακής Ανάπτυξης, Αθήνα.
44. Μήλιος, Ν. (2011) *Συμβολή στη διαμόρφωση και εφαρμογή μεθοδολογίας κατάλληλης για την Εκπαίδευση Περιβάλλοντος και Αειφόρου Ανάπτυξης*, Διδακτορική διατριβή, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, τμήμα Χημείας, Αθήνα.
45. Μπάκου, Χ. (2009) *Η υπερθέρμανση του πλανήτη και οι οικονομικές επιπτώσεις*, Διδακτορική διατριβή, Ανώτατο Εκπαιδευτικό Τεχνολογικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης, σχολή Διοίκησης και Οικονομίας, τμήμα Λογιστικής, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα.
46. Σάλτα, Κ. (2010) *Θέματα Διδακτικής της Χημείας*, Αθήνα: Υπουργείο Παιδείας και Θρησκευμάτων.
47. Σκούλλος Μ. (επιμ.), (2008), Αλάμπη Α., Κουρούτος Β., Μαλωτίδη Β., Μαντζάρα Μ., Ψαλλιδάς Β. (συγγραφή), *Περιβαλλοντική Εκπαίδευση και Εκπαίδευση για την Αειφόρο Ανάπτυξη σε Προστατευόμενες Περιοχές: Επιμορφωτικό υλικό*, Αθήνα, Έκδοση ΜΙΟ-ECSDE.
48. Pierre, S. (1992). *Το Φαινόμενο του θερμοκηπίου* (Μετάφραση: Βλάχου, Λ., Καραμπελιάς, Γ.), Τίτλος Πρωτοτύπου L' effet de seme, Αθήνα: Εναλλακτικές εκδόσεις (Έτος πρωτότυπης έκδοσης 1990).

ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

49. www.epa.gov/climatechange/ghgemissions/gases.html
50. www.simfonodimarxon.eu
51. physics4u.wordpress.com/2009/12/05/%CE%AF-%CE%AE-%CE%AE/
52. www.cirtl.net/node/2628
53. www.epa.gov/climatechange/students/basics/index.html
54. education.nationalgeographic.com/education/encyclopedia/greenhouse-effect/?ar_a=1
55. www.epa.gov/climatechange/kids/basics/today/greenhouse-effect.html

- 56. www.epa.gov/climatechange/kids/basics/today/greenhouse-gases.html
- 57. www.physicalgeography.net/fundamentals/7h.html
- 58. pdf.wri.org/navigating_numbers.pdf
- 59. cdiac.ornl.gov/pns/current_ghg.html
- 60. co2now.org/current-co2/co2-now/annual-co2.html
- 61. <http://www.wri.org/publication/navigating-numbers>