

Το Ανθρωπογενές «Φαινόμενο Θερμοκηπίου»: Ιδέες Φοιτητών του ΠΤΔΕ του ΑΠΘ Σχετικά με Αιτίες, Συνέπειες και Τρόπους Αντιμετώπισης

Σίμος Οικονομίδης¹, Δημήτρης Παπαναστασίου², Δημήτρης Μελάς³,
Σταύρος Αυγολούπης⁴

1. Διδάκτορας του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του ΑΠΘ
simos@ikonomidis.gr

2. Διδάκτορας του Τμήματος Φυσικής του ΑΠΘ
dkpapan@auth.gr

3. Αναπληρωτής καθηγητής Φυσικής της Ατμόσφαιρας του Τμήματος Φυσικής του
ΑΠΘ

melas@auth.gr

4. Καθηγητής Αστρονομίας του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης
του ΑΠΘ

avgoloup@eled.auth.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αυτή η εργασία διερευνά τις ιδέες φοιτητών του Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του ΑΠΘ σχετικά με το ανθρωπογενές φαινόμενο του θερμοκηπίου, και ειδικότερα σχετικά με τις αιτίες, τις συνέπειες και την αντιμετώπισή του. Για τον σκοπό αυτό 265 φοιτητές συμπλήρωσαν ένα ερωτηματολόγιο κλειστού τύπου. Τα αποτελέσματα έδειξαν σοβαρές παρανοήσεις σε όλους τους τομείς (αιτίες, συνέπειες, αντιμετώπιση). Η πιο συχνή παρανόηση που αναδείχθηκε από την έρευνα είναι η σύγχυση ανάμεσα στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και την αραίωση του στρώματος όζοντος. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, αυτή η παρανόηση είναι η πιο συχνή και σε άλλες έρευνες που έχουν γίνει διεθνώς. Ένα άλλο συμπέρασμα της έρευνας είναι ότι η κύρια πηγή ενημέρωσης των φοιτητών σχετικά με το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι το σχολείο. Αυτό το συμπέρασμα επισημαίνει την ανάγκη εκπαιδευτικών παρεμβάσεων για την καταπολέμηση των παρανοήσεων στην πηγή τους. Κάποιες προτάσεις προς αυτήν την κατεύθυνση γίνονται σε αυτή την εργασία.

ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ: Εκπαιδευτική έρευνα

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Φαινόμενο θερμοκηπίου, ιδέες, παρανοήσεις, Δημοτική Εκπαίδευση

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στη διάρκεια του 20ου αιώνα παρατηρήθηκε μια γραμμική τάση αύξησης της μέσης παγκόσμιας επιφανειακής θερμοκρασίας, η οποία φαίνεται να μεγαλώνει στον 21ο αιώνα (IPCC 2007). Αυτή η τάση είναι η πολυσυζητημένη παγκόσμια υπερθέρμανση (global warming). Όσον αφορά την ευθύνη του ανθρώπου για την παγκόσμια υπερθέρμανση (δηλαδή ότι το φαινόμενο του θερμοκηπίου εντείνεται

εξαιτίας ανθρωπογενών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, μεθανίου, CFCs και άλλων «θερμοκηπικών αερίων») έχουν εκφραστεί αντιρρήσεις. Ωστόσο, οι αντιρρήσεις αυτές χάνουν έδαφος, καθώς μια ολοένα μεγαλύτερη μερίδα της επιστημονικής κοινότητας συμφωνεί με την άποψη ότι η παγκόσμια υπερθέρμανση έχει ανθρωπογενή αίτια. Η 4η Έκθεση Αποτίμησης (4th Assessment Report – AR4) της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Αλλαγή του Κλίματος (Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC) συμπεραίνει: «Το μεγαλύτερο μέρος της αύξησης της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας από το μέσο του 20ου αιώνα και μετά είναι πολύ πιθανό (πιθανότητα μεγαλύτερη από 90%) να οφείλεται στην παρατηρούμενη αύξηση των συγκεντρώσεων των ανθρωπογενών θερμοκηπικών αερίων.»

Έχοντας τεκμηριώσει την ανθρωπογενή προέλευση της καταγεγραμμένης κλιματικής αλλαγής, προχωράμε στο δεύτερο βήμα, που είναι να διερευνήσουμε πόσο καλά εξηγείται το φαινόμενο στην εκπαίδευση και ποιες είναι οι αντιλήψεις και οι παρανοήσεις φοιτητών και μαθητών. Για το σκοπό αυτό έχουν γίνει πολλές έρευνες σε διάφορες χώρες του κόσμου, οι οποίες εξέτασαν τις ιδέες μαθητών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, φοιτητών, ακόμα και εν υπηρεσία δασκάλων. Οι έρευνες αυτές διαπίστωσαν πολλές παρανοήσεις. Με διαφορά, η πιο κοινή και επίμονη παρανόηση είναι η αιτιακή σχέση (δηλαδή ότι το ένα φαινόμενο προκαλεί το άλλο) ανάμεσα στο ανθρωπογενές φαινόμενο του θερμοκηπίου¹ (anthropogenic greenhouse effect) και την αραίωση του στρώματος όζοντος (Boyes, Chuckran & Stanisstreet 1993; Boyes & Stanisstreet 1993; Boyes & Stanisstreet 1997; Boyes, Stanisstreet & Papantoniou 1999; Boyes, Stanisstreet & Yonglinga 2008; Hansen 2010; Hestness, McGinnis, Riedinger & Marbach-Ad 2011; Kalipsi, Yener, & Özkadif 2009; Khalid 2001; Kılınç, Stanisstreet & Boyes 2008; Kızıoğlu, Gürbüz, Erkol, Akar & Akilli 2010; Liarakou, Athanasiadis & Gavrilakis 2011; Meadows & Wiesenmayer 1999; Papadimitriou 2004; Καρατάσος 2008).

Άλλες συχνές παρανοήσεις είναι:

- Η ραδιενέργεια είναι μια από τις αιτίες του ανθρωπογενούς φαινομένου του θερμοκηπίου (Boyes et al. 1993; Kılınç et al. 2008; Kızıoğlu et al. 2010).
- Η όξινη βροχή είναι μια από τις αιτίες του ανθρωπογενούς φαινομένου του θερμοκηπίου (Boyes et al. 1993; Papadimitriou 2004).
- Η χρήση αμόλυβδης βενζίνης μπορεί να μετριάσει το φαινόμενο του θερμοκηπίου (Boyes et al. 1993; Boyes et al. 2008; Kızıoğlu et al. 2010).
- Οι δράσεις για την προστασία του περιβάλλοντος μετριάζουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου (Boyes & Stanisstreet 1993; Kılınç et al. 2008; Papadimitriou 2004).

Ειδικότερα, η σύγχυση ανάμεσα στο ανθρωπογενές φαινόμενο του θερμοκηπίου και την αραίωση του στρώματος όζοντος έχει βρεθεί ότι απαντάται συχνά μεταξύ φοιτητών (Hestness et al. 2011; Kalipsi et al. 2009; Khalid 2001; Kızıoğlu et al. 2010; Papadimitriou 2004) αλλά και μεταξύ εν υπηρεσία δασκάλων (Καρατάσος 2008). Αυτά τα ευρήματα έχουν ιδιαίτερη βαρύτητα, καθώς οι δάσκαλοι μεταδίδουν τις παρανοήσεις τους στους μαθητές τους.

Όσον αφορά τον ρόλο της εκπαίδευσης, έχει υποστηριχτεί ότι η γνώση ενός προβλήματος δεν οδηγεί κατ' ανάγκη σε δράση για την επίλυσή του (Courtenay-Hall

¹ Σε μερικές έρευνες η σύγχυση είναι ανάμεσα στις έννοιες παγκόσμια υπερθέρμανση και αραίωση του στρώματος όζοντος.

& Rogers 2002; Kollmuss & Agyeman 2002). Ωστόσο, η γνώση είναι η προϋπόθεση, η αναγκαία συνθήκη, γιατί παρέχει κίνητρο για δράση. Από κει και πέρα, η γνώση μόνη της δεν μπορεί να εγγυηθεί ότι η δράση θα λάβει χώρα· άλλα η άγνοια μπορεί να εγγυηθεί ότι η δράση δεν θα λάβει χώρα.

Η ανάδειξη ιδεών και παρανοήσεων μπορεί να επιτευχθεί μέσω ανάλυσης των απαντήσεων που δίνονται σε ειδικά ερωτηματολόγια. Μια μέθοδος που μπορεί να εφαρμοστεί για τον σκοπό αυτό είναι η παραγοντική ανάλυση. Η Παραγοντική Ανάλυση (ΠΑ) είναι μια στατιστική μέθοδος πολλών μεταβλητών, η οποία έχει εφαρμοστεί σε περιβαλλοντικές, ιατρικές και κοινωνικές μελέτες. Στο πλαίσιο αυτής της στατιστικής μεθόδου ένα σύνολο αλληλοσχετιζόμενων μεταβλητών (σε αυτή την έρευνα τον ρόλο των μεταβλητών παίζουν οι προτάσεις) αντικαθίσταται από έναν μικρότερο αριθμό μεταβλητών που είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους και ονομάζονται παράγοντες (factors). Κάθε παράγοντας είναι γραμμικός συνδυασμός των αρχικών μεταβλητών και άσχετος με τους άλλους παράγοντες. Οι συντελεστές των γραμμικών συνδυασμών ονομάζονται παραγοντικά φορτία (loadings) και εκφράζουν τον βαθμό συσχέτισης μεταξύ του παράγοντα και των μεταβλητών. Η καλύτερη τιμή φορτίου για έναν παράγοντα είναι 1 (ή -1) και σημαίνει τέλεια συσχέτιση (ή αντι-συσχέτιση) ανάμεσα στη μεταβλητή και τον παράγοντα, ενώ τιμή μηδέν σημαίνει απουσία συσχέτισης.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στην έρευνα, που πραγματοποιήθηκε κατά τα ακαδημαϊκά έτη 2009-2010 και 2010-2011, συμμετείχαν 265 φοιτητές και φοιτήτριες του Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης. Από αυτούς, 26 ήταν άντρες, 230 γυναίκες, ενώ 9 δεν σημείωσαν το φύλο τους (τέτοια αναλογία φύλων δεν ξενίζει σε αυτό το Τμήμα). Όσον αφορά το έτος σπουδών, 85 ήταν πρωτοετείς, 81 δευτεροετείς, 20 τριτοετείς, 15 τεταρτοετείς, 4 είχαν υπερβεί την κανονική διάρκεια σπουδών και 60 δεν σημείωσαν το έτος σπουδών. Σημειώνεται ότι όλοι οι φοιτητές είχαν παρακολουθήσει το υποχρεωτικό μάθημα «Μελέτη φυσικού και κοινωνικού περιβάλλοντος», το οποίο προσφέρεται στο πρώτο εξάμηνο. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου περιλαμβάνεται στη διδακτέα ύλη αυτού του μαθήματος.

Στις γενικές ερωτήσεις της έρευνας τα αποτελέσματα ήταν τα εξής: 151 φοιτητές (57%) έδωσαν ικανοποιητική εξήγηση του φαινομένου του θερμοκηπίου και 114 (43%) μη ικανοποιητική. Εξάλλου, το φαινόμενο του θερμοκηπίου θεωρείται απαραίτητο για τη ζωή στη Γη από 175 φοιτητές (66%) και μη απαραίτητο από 63 φοιτητές (24%), ενώ οι υπόλοιποι 27 φοιτητές (10%) απάντησαν «δεν γνωρίζω». Κατά μέσο όρο οι φοιτητές εκτιμούν ότι διάφορες πηγές πληροφορίας έχουν συνεισφέρει στη γνώση τους σχετικά με το φαινόμενο του θερμοκηπίου ως εξής: σχολείο 52.34%, τηλεόραση 11.70%, βιβλία 10.51%, τύπος 8.70%, ίντερνετ 8.20%, συζητήσεις 7.17%, ραδιόφωνο 1.39%.

Ο κύριος κορμός του ερωτηματολογίου αποτελείται από προτάσεις, άλλες επιστημονικές και άλλες μη επιστημονικές, που αφορούν τις αιτίες, τις συνέπειες και τους τρόπους μετριασμού του φαινομένου του θερμοκηπίου και βασίστηκε στο ερωτηματολόγιο σχεδιάστηκε από τους Boyes και Stanisstreet και χρησιμοποιήθηκε στο Λίβερπουλ (1993) με μαθητές 11-16 ετών (Boyes & Stanisstreet 1993). Για τη

δική μας έρευνα το ερωτηματολόγιο εμπλουτίστηκε με 6 νέες προτάσεις (Ikonomidis et al. 2012).

Ζητήσαμε από τους φοιτητές να κρίνουν τις προτάσεις, σημειώνοντας δίπλα σε καθεμία μία από τις παρακάτω επιλογές:

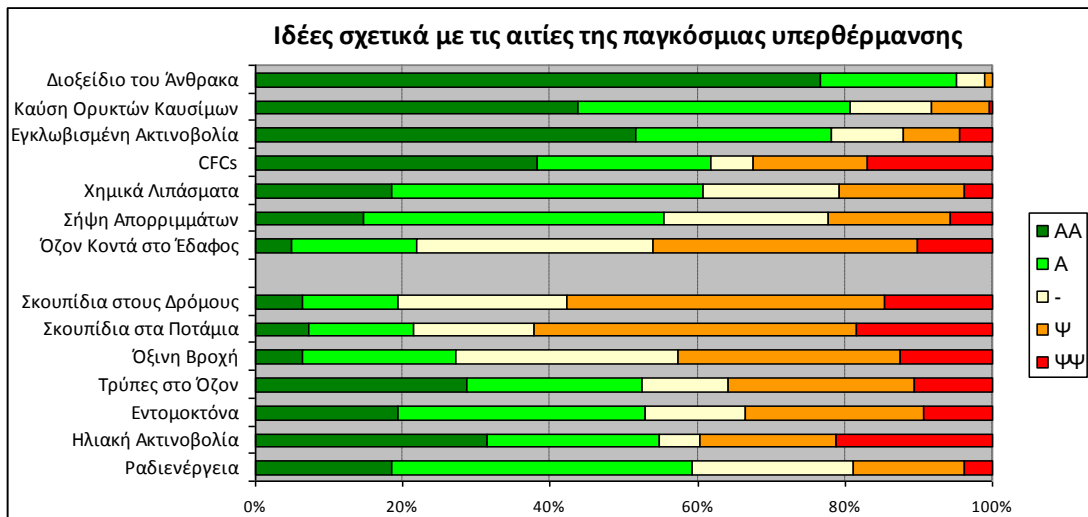
- ΑΑ** είμαι *σίγουρος/η* ότι η πρόταση είναι *αληθής*
- A** νομίζω ότι η πρόταση είναι *αληθής*
- δεν γνωρίζω
- Ψ** νομίζω ότι η πρόταση είναι *ψευδής*
- ΨΨ** είμαι *σίγουρος/η* ότι η πρόταση είναι *ψευδής*

Οι αποφάνσεις τους δίνονται αναλυτικά στα σχήματα 1-3. Οι επιστημονικά αποδεκτές προτάσεις είναι συγκεντρωμένες στο πάνω μέρος κάθε σχήματος κατά σειρά φθίνοντος ποσοστού των φοιτητών που έκριναν αληθή την πρόταση (συνδυασμός των απαντήσεων «σίγουρα αληθής» και «νομίζω αληθής»). Στο κάτω μέρος κάθε σχήματος είναι συγκεντρωμένες οι επιστημονικά μη αποδεκτές προτάσεις κατά σειρά αύξαντος ποσοστού των φοιτητών που έκριναν αληθή την πρόταση. Έτσι, οι πιο δημοφιλείς επιστημονικές προτάσεις είναι προς το πάνω μέρος του σχήματος, ενώ οι πιο κοινές παρανοήσεις είναι προς το κάτω μέρος του σχήματος. Τα ποσοστά που βαθμολογούν τον οριζόντιο άξονα εκφράζουν τη μερίδα των φοιτητών που έκριναν αληθή την πρόταση. Οι αποφάνσεις δίνονται με χρωματικό κώδικα, ως συμπληρωματικά ποσοστά του συνολικού δείγματος.

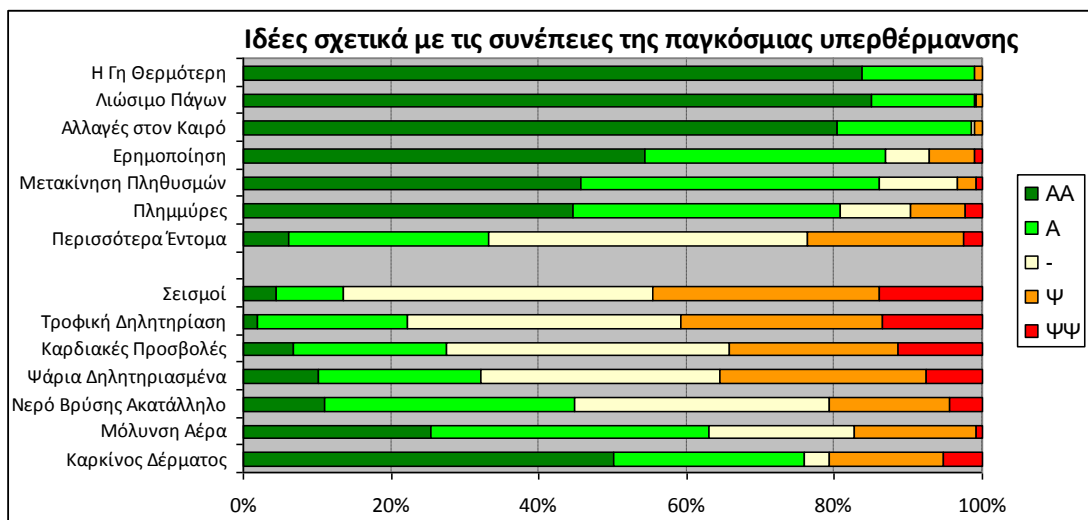
Όσον αφορά τις **αιτίες του ανθρωπογενούς φαινομένου του θερμοκηπίου**, διαπιστώνονται αρκετές παρανοήσεις: Ένα 59% του δείγματος ενοχοποιεί τα πυρηνικά απόβλητα από σταθμούς πυρηνικής ενέργειας, ένα 55% τις «υπερβολικά πολλές ακτίνες του Ήλιου που φτάνουν στη Γη», ένα 53% την αλόγιστη χρήση εντομοκτόνων στη γεωργία και ένα 52% τις τρύπες στο στρώμα του όζοντος. Επίσης, το 78% δεν γνωρίζει ότι η υπερβολική ποσότητα όζοντος κοντά στο έδαφος εντείνει το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Ως προς τις **συνέπειες του ανθρωπογενούς φαινομένου του θερμοκηπίου**, η πιο χαρακτηριστική παρανόηση είναι ότι αν το φαινόμενο του θερμοκηπίου ενταθεί, τότε περισσότεροι άνθρωποι θα παθαίνουν καρκίνο του δέρματος. Αυτό πιστεύει το 76% των ερωτηθέντων. Επίσης, ένα 63% πιστεύει (εσφαλμένα) ότι, αν το φαινόμενο του θερμοκηπίου ενταθεί, ο αέρας θα είναι πιο μολυσμένος, και ένα 45% ότι σε κάποιες περιοχές το νερό της βρύσης θα είναι ακατάλληλο για πόση. Ένα 13,5% πιστεύει ότι θα γίνονται περισσότεροι σεισμοί.

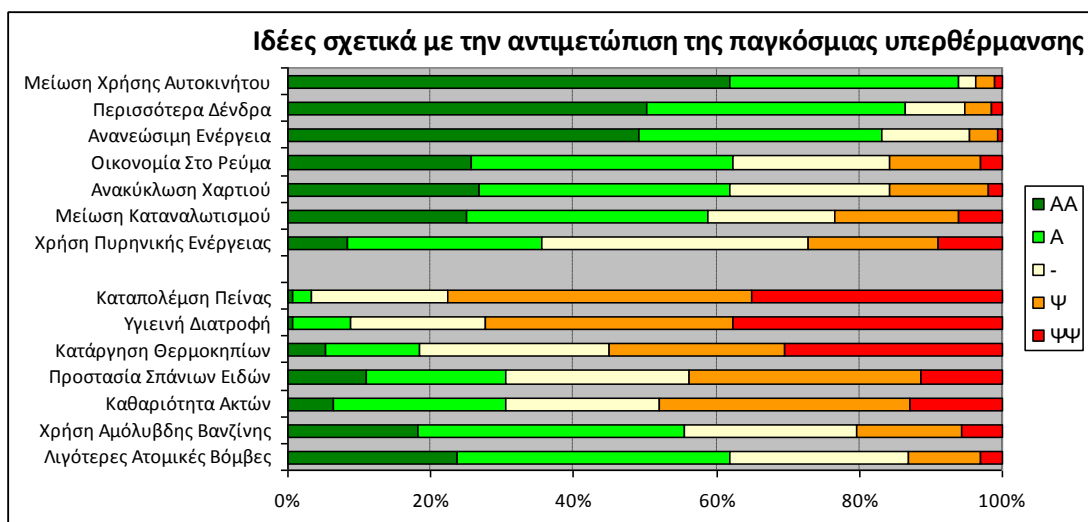
Τέλος, όσον αφορά τους **τρόπους μετριασμού του φαινομένου του θερμοκηπίου**, βλέπουμε ότι μεταξύ των δράσεων που πράγματι μπορούν να το



Σχήμα 1



Σχήμα 2



Σχήμα 3

μετριάσουν κάποιες δράσεις πήραν σχετικά χαμηλή ψήφο εμπιστοσύνης: ένα 65% δεν συμφωνεί ότι η χρήση πυρηνικής ενέργειας βοηθάει στην αντιμετώπιση του φαινομένου. Ένα 41% δεν πιστεύει ότι η μείωση του καταναλωτισμού θα βοηθούσε, ένα 38% δεν πιστεύει ότι η ανακύκλωση του χαρτιού θα βοηθούσε και ένα άλλο 38% δεν πιστεύει ότι η οικονομία στο ρεύμα θα βοηθούσε στην αντιμετώπισή του. Από την άλλη μεριά, δράσεις που δεν μπορούν να βοηθήσουν στον μετριασμό του φαινομένου του θερμοκηπίου πήραν ανέλπιστα ποσοστά εμπιστοσύνης ότι μπορούν: Λιγότερες ατομικές βόμβες (62%), Χρήση αμόλυβδης βενζίνης (55%), Καθαριότητα ακτών (31%), Προστασία σπάνιων ειδών (31%), Κατάργηση θερμοκηπίων (18%), Υγιεινή διατροφή (9%), Καταπολέμηση πείνας (3,4%).

Παραγοντική Ανάλυση (Factor Analysis)

Στα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου εφαρμόστηκε διερευνητική παραγοντική ανάλυση (exploratory Factor Analysis), με σκοπό να αποκαλυφθούν θέματα που προσδιόρισαν τις απαντήσεις των φοιτητών. Η ΠΑ εφαρμόστηκε με το πρόγραμμα SPSS (Statistical Package for the Social Sciences).

Για την εξαγωγή των παραγόντων εφαρμόστηκε ανάλυση κύριων συνιστωσών (principal components analysis), ενώ η μέθοδος περιστροφής (rotation) που εφαρμόστηκε ήταν η “varimax” με κανονικοποίηση κατά Kaiser. Κρατήσαμε μόνο όσους παράγοντες είχαν χαρακτηριστική ρίζα (eigenvalue) μεγαλύτερη από 1.

Εφαρμογή της ΠΑ. Η ΠΑ εφαρμόστηκε τρεις φορές, μία φορά για καθεμία από τις τρεις ομάδες προτάσεων (αιτίες, συνέπειες, τρόποι μετριασμού), με στόχο να προσδιοριστούν οι παράγοντες που κρύβονται πίσω από τις απαντήσεις των φοιτητών σε κάθε ερώτηση.

Αιτίες του ανθρωπογενούς φαινομένου του θερμοκηπίου

Η εφαρμογή της ΠΑ στις απαντήσεις που αφορούν τις αιτίες έδωσε πέντε παράγοντες, οι οποίοι εξηγούν το 59% της συνολικής διακύμανσης. Οι παράγοντες 1-5 εξηγούν το 15%, 14%, 12%, 10% και 8% αντίστοιχα της συνολικής διακύμανσης. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι φοιτητές ενδεχομένως να μην έχουν ξεκάθαρη αντίληψη των αιτιών του ανθρωπογενούς φαινομένου του θερμοκηπίου, με εξαίρεση την καύση ορυκτών καυσίμων. (Πιο αναλυτικά αποτελέσματα και σχετικός πίνακας στη δημοσιευμένη εργασία: Ikonomidis et al. 2012).

Συνέπειες του ανθρωπογενούς φαινομένου του θερμοκηπίου

Η εφαρμογή της ΠΑ στις απαντήσεις που αφορούν τις συνέπειες έδωσε τέσσερις παράγοντες, οι οποίοι εξηγούν το 48% της συνολικής διακύμανσης. Οι παράγοντες 1-4 εξηγούν το 16%, το 13%, το 10% και το 9% αντίστοιχα της συνολικής διακύμανσης. Ένα γενικό συμπέρασμα που μπορεί να συναχθεί είναι ότι οι φοιτητές φαίνεται να αντιλαμβάνονται τις ιδέες και τις παρανοήσεις που αφορούν τις συνέπειες του ανθρωπογενούς φαινομένου του θερμοκηπίου. (Πιο αναλυτικά αποτελέσματα και σχετικός πίνακας στη δημοσιευμένη εργασία: Ikonomidis et al. 2012).

Τρόποι μετριασμού του φαινομένου του θερμοκηπίου

Η εφαρμογή της ΠΑ στις προτάσεις που αποτελούν πιθανές απαντήσεις στην ερώτηση 6 έδωσε τέσσερις παράγοντες, οι οποίοι εξηγούν το 49% της συνολικής διακύμανσης (Πίνακας 1). Οι παράγοντες 1-4 εξηγούν το 19%, το 11%, το 10% και

το 9% αντίστοιχα της συνολικής διακύμανσης. Ο παράγοντας 1 περιλαμβάνει πέντε από τις επτά μη επιστημονικές προτάσεις που αφορούν τους τρόπους μετριασμού του φαινομένου του θερμοκηπίου (υγιεινή διατροφή, καταπολέμηση πείνας, καθαριότητα ακτών, προστασία σπάνιων ειδών, κατάργηση θερμοκηπίων) και αποκαλύπτει ότι οι φοιτητές γνωρίζουν ποιες δράσεις δεν θα έχουν αποτέλεσμα στον μετριασμό της παγκόσμιας υπερθέρμανσης. Τέσσερις επιστημονικές προτάσεις ομαδοποιούνται στον παράγοντα 2. Αυτός ο παράγοντας μπορεί να συνδεθεί με τη βιώσιμη ανάπτυξη και με την ανάγκη να προστατευθούν οι φυσικοί πόροι. Οι φοιτητές αντιλαμβάνονται ότι περισσότερα δέντρα, περισσότερη ανακύκλωση χαρτιού, λιγότερη χρήση αυτοκινήτου και λιγότερη κατανάλωση θα μπορούσαν να συνεισφέρουν στον μετριασμό των συνεπειών του φαινομένου του θερμοκηπίου. Αξίζει να αναφερθεί ότι αυτός ο παράγοντας περιλαμβάνει δράσεις τις οποίες μπορεί ο καθένας προσωπικά να αναλάβει, παραπέμποντας στην έννοια της ατομικής ευθύνης: οι πρωτοβουλίες του καθενός μπορούν να έχουν αποτέλεσμα στην αναχαίτιση της παγκόσμιας υπερθέρμανσης. Ο παράγοντας 3 επίσης σχετίζεται στενά με τη βιώσιμη ανάπτυξη, καθώς τονίζει την ανάγκη μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας και την ανάγκη εκμετάλλευσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Ο τελευταίος παράγοντας σχετίζεται με την πυρηνική ενέργεια και φαίνεται ότι οι φοιτητές δεν δέχονται τη χρήση πυρηνικής ενέργειας ως μέσο μετριασμού της παγκόσμιας υπερθέρμανσης. Σε αυτόν τον παράγοντα περιλαμβάνονται η μείωση των ατομικών βομβών και η χρήση αμόλυβδης βενζίνης. Ενδεχομένως η χρήση αμόλυβδης βενζίνης να ανήκει οριακά σε αυτόν τον παράγοντα, όπως υποδηλώνει η χαμηλή τιμή της συμμετοχικότητας.

Συνοτομογραφία πρότασης ²	Παράγοντας				Συμμετοχικότητα
	1	2	3	4	
Υγιεινή διατροφή	.832				.718
Καταπολέμηση πείνας	.767				.606
Καθαριότητα ακτών	.683	.218			.528
Προστασία σπάνιων ειδών	.619		.321		.535
Κατάργηση θερμοκηπίων	.594				.359
Περισσότερα δέντρα		.823			.719
Ανακύκλωση χαρτιού		.566	.391		.509
Μείωση χρήσης αυτοκινήτου		.503		.291	.353
Μείωση καταναλωτισμού	.327	.407	.235		.342
Ανανεώσιμη ενέργεια			.750		.600
Οικονομία στο ρεύμα			.663		.478
Χρήση πυρηνικής ενέργειας				.773	.631
Λιγότερες ατομικές βόμβες			.241	.582	.407
Χρήση αμόλυβδης βενζίνης				.403	.199

Πίνακας 1: Παράγοντες που προέκυψαν από περιστροφή varimax και αφορούν τις απαντήσεις των φοιτητών σχετικά με τις θεραπείες του φαινομένου του θερμοκηπίου. Παρουσιάζονται τα παραγοντικά φορτία που είναι μεγαλύτερα από $|0.20|$. Οι προτάσεις που πήραν τα μεγαλύτερα παραγοντικά φορτία σε κάθε παράγοντα έχουν ομαδοποιηθεί, ούτως ώστε να αναδεικνύονται οι κοινές θεματικές ιδέες.

² Για την πλήρη διατύπωση των προτάσεων βλ. τη δημοσιευμένη εργασία (Ikonomidis et al. 2012).

ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Όλες οι κλασικές παρανοήσεις που απαντώνται στη βιβλιογραφία (βλ. παραπάνω, *Εισαγωγή*) απαντώνται και εδώ. Η πιο συχνή είναι για άλλη μια φορά η σύγχυση του ανθρωπογενούς φαινομένου του θερμοκηπίου με την αραίωση του στρώματος όζοντος. Αυτή η σύγχυση δεν εκπλήσσει. Αν το εξετάσει κανείς, τα δύο φαινόμενα εύκολα συγχέονται. Πρώτον, είναι και τα δύο απειλή για τον άνθρωπο. Δεύτερον, πρωταγωνιστούν και στα δύο οι ακτίνες του ήλιου και ατμοσφαιρικά αέρια. Τρίτον, οφείλονται και τα δύο (είτε εν μέρει είτε εν όλω) σε ανθρωπογενείς εκπομπές αερίων. Επιπλέον, το όζον και οι χλωροφθοράνθρακες (CFCs) είναι κοινοί παράγοντες στους μηχανισμούς τους. Τέλος, σε κάποια σχολικά βιβλία παρουσιάζονται το ένα δίπλα στο άλλο.

Ένα ενδιαφέρον συμπέρασμα που προκύπτει από την έρευνα είναι ότι υπάρχει μια τάση των φοιτητών να εμπιστεύονται κάτι που γενικά φαίνεται «καλό» ως λύση του συγκεκριμένου προβλήματος. Έτσι, οι επτά μη επιστημονικές λύσεις που προτάθηκαν (λιγότερες ατομικές βόμβες, χρήση αμόλυβδης βενζίνης, καθαριότητα ακτών, προστασία σπάνιων ειδών, κατάργηση θερμοκηπίων, υγιεινή διατροφή, καταπολέμηση πείνας) πήραν κατά μέσο όρο την ψήφο εμπιστοσύνης του 34% των φοιτητών, προφανώς επειδή είναι δράσεις που ωφελούν το περιβάλλον ή την υγεία.

Από την άλλη μεριά, το 65% των φοιτητών δεν συμφωνεί ότι η χρήση πυρηνικής ενέργειας βοηθάει στην αντιμετώπιση του φαινομένου του θερμοκηπίου (ενώ όντως βοηθάει), ενδεχομένως επειδή η πυρηνική ενέργεια φέρει αρνητική ιστορική φόρτιση και είναι δυνάμει καταστροφική και επικίνδυνη, δηλαδή χαρακτηρίζεται γενικά ως κάτι «κακό» και ίσως να μοιάζει αντιφατικό το να προέρθει ένα όφελος ή μια λύση από κάτι «κακό».

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, προτείνεται τα σχολικά βιβλία, καθώς και οι διδάσκοντες, σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης, να κάνουν ρητή και κατηγορηματική διάκριση των δύο φαινομένων τα οποία συγχέουν πολλοί φοιτητές (φαινόμενο θερμοκηπίου και αραίωση στρώματος όζοντος). Χρειάζεται, επίσης, να γίνει διάκριση του φυσικού (και επωφελούς) από το ανθρωπογενές (και επιβλαβές) φαινόμενο του θερμοκηπίου. Επιπλέον, προτείνουμε την οργάνωση ενός διατμηματικού υποχρεωτικού μαθήματος περιβαλλοντικής εκπαίδευσης στα πανεπιστήμια. Λαμβάνοντας υπόψη τη σχετική πολυπλοκότητα των εν λόγω φυσικών φαινομένων, πιστεύουμε ότι η τριτοβάθμια εκπαίδευση είναι η μόνη βαθμίδα στην οποία αυτά μπορούν να εξηγηθούν και διευκρινιστούν επαρκώς. Εξάλλου, θεωρούμε ότι οι απόφοιτοι οποιασδήποτε πανεπιστημιακής σχολής πρέπει να γνωρίζουν τα κρίσιμα περιβαλλοντικά προβλήματα. Αν ένας από τους στόχους της εκπαίδευσης είναι η συμβολή στη διαμόρφωση υπεύθυνων πολιτών, ικανών να παίρνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις και να αναλαμβάνουν δράση για να προστατεύσουν τον εαυτό τους και την κοινωνία, τότε η περιβαλλοντική εκπαίδευση είναι απαραίτητη. Ένα τέτοιο διατμηματικό μάθημα θα μπορούσε να καλύπτει τα εξής θέματα: Φαινόμενο θερμοκηπίου, Αραίωση στρώματος όζοντος, Ατμοσφαιρική ρύπανση, Ρύπανση υδάτων, Πυρηνικοί κίνδυνοι, Αποψίλωση δασών, Γενετικά μεταλλαγμένοι οργανισμοί. Η ιδέα, εξάλλου δεν είναι καινούρια: Έλληνες ερευνητές έχουν ήδη προχωρήσει στον σχεδιασμό ενός εργαστηριακού μαθήματος με θέμα την ατμοσφαιρική ρύπανση και με σκοπό την καλύτερη κατανόηση αυτού του φαινομένου από μέρους των υποψηφίων δασκάλων (Mandrakas et al. 2012).

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστούμε τους φοιτητές του ΠΤΔΕ του ΑΠΘ που συμμετείχαν σε αυτήν την έρευνα και βοήθησαν στην υλοποίησή της.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Boyes, E., & Stanisstreet, M. (1993). The 'Greenhouse Effect': children's perceptions of causes, consequences and cures. *International Journal of Science Education*, 15 (5), 531-552.
- Boyes, E., & Stanisstreet, M. (1997). Children's Models of Understanding of Two Major Global Environmental Issues (Ozone Layer and Greenhouse Effect). *Research in Science & Technological Education*, 15 (1), 19-28.
- Boyes, E., Chuckran, D., & Stanisstreet, M. (1993). How Do High School Students Perceive Global Climatic Change: What Are Its Manifestations? What Are Its Origins? What Corrective Action Can Be Taken? *Journal of Science Education and Technology*, 2 (4), 541-557.
- Boyes, E., Stanisstreet, M., & Yonglinga, Z. (2008). Combating global warming: the ideas of high school students in the growing economy of South East China. *International Journal of Environmental Studies*, 65 (2), 233–245.
- Boyes, E., Stanisstreet, M., & Papantoniou, Spiliotopoulou V. (1999). The Ideas of Greek High School Students about the 'Ozone Layer'. *Science Education*, 83 (6) 724-37.
- Courtenay-Hall, P., & Rogers, L. (2002). Gaps in mind: problems in environmental education knowledge-behaviour modelling research. *Environmental Education Research*, 8 (3), 283-297.
- Hansen, P. J. K. (2010). Knowledge about the Greenhouse Effect and the Effects of the Ozone Layer among Norwegian Pupils Finishing Compulsory Education in 1989, 1993, and 2005—What Now? *International Journal of Science Education*, 32 (3), 397-419.
- Hestness, E., McGinnis, J. R., Riedinger, K., & Marbach-Ad, G. (2011). A Study of Teacher Candidates' Experiences Investigating Global Climate Change Within an Elementary Science Methods Course. *Journal of Science Teacher Education*, 22 (4), 351–369.
- Ikonomidis, S., Papanastasiou, D., Melas, D., Avgoloupis, S. (2012). The Anthropogenic 'Greenhouse Effect': Greek Prospective Primary Teachers' Ideas About Causes, Consequences and Cures. *Journal of Science Education and Technology*, DOI: 10.1007/s10956-012-9365-0.
- IPCC (2007). Fourth Assessment Report: Climate Change 2007 / Synthesis Report (www.ipcc.ch).
- Kalipsı, E., Yener, Y., & Özkadif, S. (2009). The opinions of teacher candidates about global warming, greenhouse effect and ozone layer. *World Applied Sciences Journal*, 7 (1), 67-75.
- Khalid, T. (2001). Pre-service teachers' misconceptions regarding three environmental issues. *Canadian Journal of Environmental Education*, 6, 102-120.

- Kılınç, A., Stanisstreet, M., & Boyes, E. (2008). Turkish students' ideas about global warming. *International Journal of Environmental & Science Education*, 3 (2), 89-98.
- Kıışoğlu, M., Gürbüz, H., Erkol, M., Akar, M. S., & Akilli 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 (2), 217-236.
- Kollmuss, A., & Agyeman, J. (2002). Mind the gap: why do people act environmentally and what are the barriers to pro-environmental behaviour? *Environmental Education Research*, 8 (3), 239-260.
- Liarakou, G., Athanasiadis, I., & Gavrilakis C. (2011). What Greek secondary school students believe about climate change? *International Journal of Environmental & Science Education*, 6 (1), 79-98.
- Mandrikas, A., Parkosidis, I., Psomiadis, P., Stoumpa, A., Chalkidis, A., Mavrikaki, E. & Skordoulis C. (2012). Improving pre-service elementary teachers' education via a laboratory course on air pollution: one university's experience. *Journal of Science Education and Technology*, DOI: 10.1007/s10956-012-9380-1.
- Meadows, G., & Wiesenmayer, R. L. (1999). Identifying and Addressing Students' Alternative Conceptions of the Causes of Global Warming: The Need for Cognitive Conflict. *Journal of Science Education and Technology*, 8 (3), 235-239.
- 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.
- Καρατάσος, Ν. (2008). Διερεύνηση των αντιλήψεων των δασκάλων για το φαινόμενο του θερμοκηπίου, 4^ο Συνέδριο ΠΕΕΚΠΕ (Ναύπλιο 12-14/12/2008).