



Κλιματική αλλαγή..

... μια πραγματικότητα που πρέπει να
αντιμετωπίσουμε

Ερευνητική εργασία
Τμήμα Α4 - 1ο ΛΥΚΕΙΟ ΖΑΚΥΝΘΟΥ
Σχ. Έτος 2012-2013

Κλιματική Αλλαγή
Μια πραγματικότητα που πρέπει να αντιμετωπίσουμε

Μαθητές:

1η ΟΜΑΔΑ

Πέττα Αναστασία
Πλέσσας Ανδρέας
Σιαφίλιος Χρήστος
Τετράδης Ρωμανός
Τζεμολλάρη Τζουλιάνο

2η ΟΜΑΔΑ

Πέττα Παναγιώτα
Πλέσσα Αγγελική
Πομόνης Δημήτρης
Σούλη Διόνη
Στουφή Ραφαέλα
Τσουκαλάς Μπάμπης

3η ΟΜΑΔΑ

Σκαλιστήρης Μιχαήλ
Στραβοπόδης Μηνάς
Τουρίκη Κατερίνα
Τουρκάκη Βάσια
Χαϊκάλης Σπύρος
Χρονοπούλου Χριστίνα

4η ΟΜΑΔΑ

Πέττα Χαρά
Ποταμίτη Γεωργία
Τσουκαλά Σοφία
Χαϊκάλη Ελένη
Χοτζαΐ Τζουλιάνο

5η ΟΜΑΔΑ

Πέττας Δημήτρης
Πλέσσα Έλενα
Σκιαδαρέσης Ανδρέας
Τρούσσα Αναστασία
Χατζηγιαννάκογλου Ιφιγένεια

Υπεύθυνος καθηγητής:

Παπαδάτος-Γιγάντες Αγησίλαος
ΦΥΣΙΚΟΣ (ΠΕ04.01)

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή.....	4
Τι αποκαλούμε κλίμα;.....	6
Παράγοντες που επηρεάζουν το τοπικό κλίμα	7
Πώς επηρεάζει το κλίμα τις ζωές των ανθρώπων;	8
A. Κλίμα-Αγροκαλλιέργεια.....	8
B. Κλίμα-Βιομηχανία.....	8
Γ. Κλίμα-Μέσα μεταφοράς.....	9
Δ. Κλίμα-Κουλτούρα.	9
E. Κλίμα και Υγεία.....	10
Παγκόσμιο κλίμα. Μέση θερμοκρασία της Γης	10
A. Φυσικοί παράγοντες.....	11
Ο ήλιος εκπέμπει ενέργεια	11
Φαινόμενο θερμοκηπίου	13
Τα ηφαίστεια	14
Οι Ωκεανοί	16
B. Ανθρωπογενείς παράγοντες.....	18
Η ιστορία των κλιματικών αλλαγών	19
Τι συμβαίνει σήμερα;	24
Συνέπειες από την Κλιματική Αλλαγή.....	26
A. Άνοδος της στάθμης της θάλασσας	26
B. Εντονότερα ακραία καιρικά φαινόμενα	28
Γ. Εξαφάνιση ειδών.....	29
Δ. Μόνιμοι κλιματικοί πρόσφυγες.....	30
E. Οικονομικές επιπτώσεις.....	31
ΣΤ. Επιπτώσεις στην υγεία.....	32
Μπορεί να αντιμετωπιστεί η κλιματική αλλαγή;	32
Μια διαφορετική άποψη	33
Ερωτηματολόγιο.....	36
Συμπεράσματα	41
Βιβλιογραφία	43

Εισαγωγή.

Η ερευνητική εργασία με την οποία ασχοληθήκαμε αφορά την κλιματική αλλαγή, τα αίτια , τις συνέπειες , τις επιπτώσεις και τους τρόπους αντιμετώπισης της. Αφορμή για αυτή την εργασία ήταν η μεταβολή , που παρατηρείται τα τελευταία χρόνια στο κλίμα ,που οφείλεται άμεσα ή έμμεσα στις ανθρώπινες δραστηριότητες , και οι καταστροφικές επιπτώσεις της.

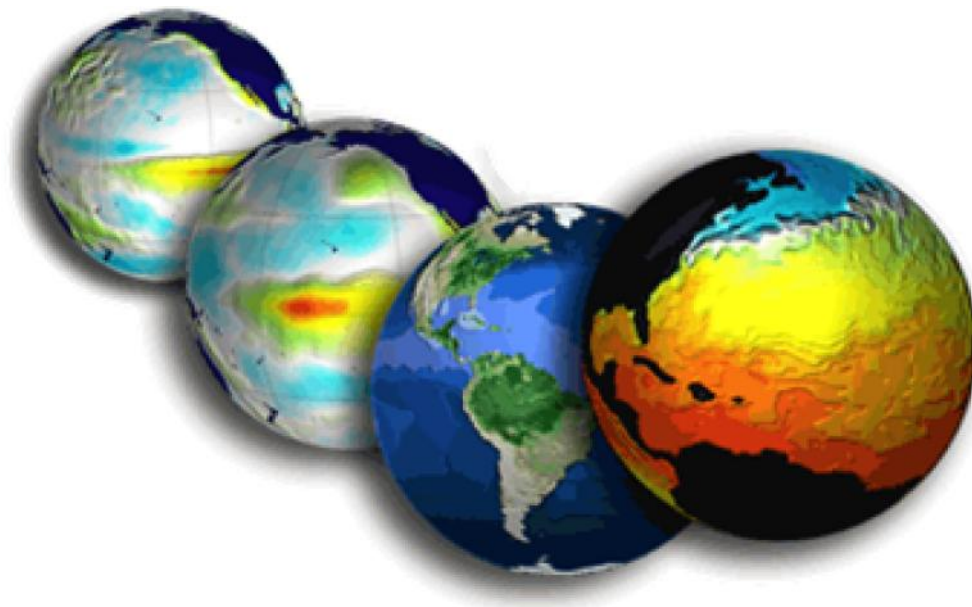
Ένα τόσο σοβαρό λοιπόν θέμα όπου οι κλιματικές αλλαγές που από κάποιους επιστήμονες χαρακτηρίζεται σαν τη μεγαλύτερη οικονομική και κοινωνική κρίση στην ιστορία της ανθρωπότητας δεν ήταν δυνατόν να μας αφήσει αδιάφορους. Ρίχνοντας μια πρώτη ματιά στα στατιστικά στοιχεία διαπιστώνουμε ότι περισσότεροι από 300,000 άνθρωποι σε ολόκληρο τον πλανήτη πεθαίνουν κάθε χρόνο εξαιτίας των κλιματικών αλλαγών. Ενώ περισσότερα από 125,000,000 δολάρια κοστίζουν κάθε χρόνο οι ζημιές που προκαλούνται από αυτές. Ήδη οι πρώτες επιπτώσεις των κλιματικών αλλαγών πλήττουν εκατομμύρια συνανθρώπους μας σε κάθε γωνιά του πλανήτη , ενώ ορισμένες μελλοντικές επιπτώσεις είναι αναπόφευκτες. Διαπιστώνουμε επίσης ότι η χώρα μας ανήκει στα κράτη που ήδη πλήττονται από τις κλιματικές αλλαγές. Η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη, έχει ήδη γίνει αισθητή. Επίσης η χώρα μας μαστίζεται από παρατεταμένους καύσωνες και ξηρασίες με καταστροφικές συνέπειες για το περιβάλλον , την υγεία και την οικονομία.

Σκοπός της ερευνητικής αυτής εργασίας είναι η μελέτη των κλιματικών αλλαγών , η ενημέρωση των συμμαθητών μας για τα προβλήματα που συνεπάγεται αλλά και η ευαισθητοποίηση και η ενεργοποίηση μας έτσι ώστε να λάβουμε μέτρα ως άτομα και ως πολιτεία για την αντιμετώπιση αυτού του σοβαρού προβλήματος.

Δομή: Οι μαθητές χωρίστηκαν σε ομάδες για να μπορέσουν να καλύψουν τις επιμέρους πλευρές του ζητήματος.

Στο τέλος οι ομάδες συνεργάστηκαν μεταξύ τους για τη δημιουργία της τελικής εργασίας η οποία περιλάμβανε σύνταξη ερωτηματολογίου και συμπλήρωση του από τους μαθητές του σχολείου προκειμένου να διαπιστώσουμε πόσο ενημερωμένα είναι για τις κλιματικές αλλαγές και τις επιπτώσεις τους. Επίσης χρησιμοποιήσαμε και

άλλα μέσα για την καλύτερη κατανόηση του θέματος , όπως βίντεο, πρόσθετες πληροφορίες από το ίντερνετ και διαγράμματα. Τα αποτελέσματα της προσπάθειας ήταν πολύ ενθαρρυντικά. Πιστεύουμε ότι οι μαθητές επέδειξαν περιβαλλοντική ευαισθησία και οικολογική συνείδηση και μπόρεσαν να αντιληφθούν ότι η τύχη του περιβάλλοντος και η δική μας εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τις δικές μας ενέργειες και δράσεις.



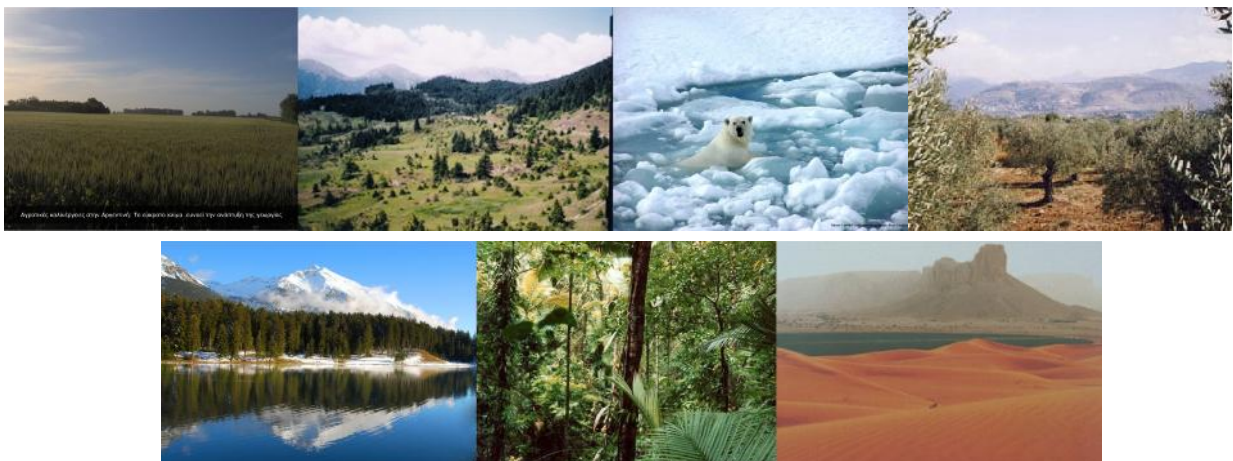
Εικόνα 1: Από την εποχή των Παγετώνων σε Υπερθέρμανση

Τι αποκαλούμε κλίμα;

Όταν λέμε για το κλίμα μια περιοχής αναφερόμαστε στις καιρικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή αυτή για μεγάλο χρονικό διάστημα. Πρόκειται δηλαδή για τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν συνήθως σ' αυτή την περιοχή και επαναλαμβάνονται λίγο πολύ κάθε χρόνο. Το κλίμα επομένως είναι κάτι διαφορετικό από τον καιρό, που χαρακτηρίζεται σαν μια φυσική κατάσταση της ατμόσφαιρας κατά τη διάρκεια μιας μικρής χρονικής περιόδου.

Το κλίμα διαδραματίζει σπουδαίο ρόλο, σε ολόκληρο το ζωικό και φυτικό βασίλειο. Από το κλίμα καθορίζονται οι ζώνες της βλάστησης καθώς και η κατανομή των ζώων και των ανθρώπων πάνω στη γη. Ο τύπος ενός κλίματος μπορεί και να καθορίζεται από την ταξινόμηση με βάση τη βλάστηση κάθε περιοχής. Μερικοί κλιματικοί τύποι είναι :

- Το εύκρατο
- το ηπειρωτικό
- το πολικό
- το μεσογειακό
- το ορεινό
- το τροπικό
- το κλίμα της ερήμου.



Εικόνα 2: Διάφοροι τύποι κλίματος ..

Παράγοντες που επηρεάζουν το τοπικό κλίμα

Το τοπικό κλίμα επηρεάζεται από ορισμένους παράγοντες. Οι κυριότεροι είναι

- **Γεωγραφικό πλάτος** . Οι ακτίνες του Ήλιου δεν πέφτουν σε όλη την επιφάνεια της Γης με την ίδια γωνία. Στον Ισημερινό πέφτουν κάθετα και θερμαίνουν πολύ την επιφάνεια της Γης, ενώ, όσο απομακρυνόμαστε από αυτό πέφτουν όλο και πιο πλάγια και θερμαίνουν τη Γη λιγότερο.
- **Απόσταση από την θάλασσα** Καθορίζει την ατμόσφαιρα η οποία μπορεί να είναι αρκετά υγρή, ανάλογα με την απόσταση του τόπου από τη θάλασσα
- **Ανάγλυφο και κάλυψη του εδάφους**. Οι κλιματολογικές συνθήκες επηρεάζονται από το ανάγλυφο του εδάφους, με αποτέλεσμα στα ορεινά να επικρατούν κατά τη διάρκεια του χειμώνα χαμηλές θερμοκρασίες.
- **Άνεμοι**. Επηρεάζουν αρνητικά π.χ. τυφώνες θετικά π.χ. μουσώνες
- **Ιδιαίτερες τοπικές συνθήκες**. Διάφορα στοιχεία τα οποία επηρεάζουν με ιδιαίτερο τρόπο το τοπικό κλίμα.

Πώς επηρεάζει το κλίμα τις ζωές των ανθρώπων;

Το κλίμα επηρεάζει τους ανθρώπους και το περιβάλλον με πολλούς τρόπους. Πιο συγκεκριμένα επηρεάζει τον τόπο κατοικίας τις καλλιέργειες, την βιομηχανία, τις μετακινήσεις, την κουλτούρα, την υγεία κ.α.

A. Κλίμα-Αγροκαλλιέργεια

Ο άνθρωπος ζει και κατοικεί σε ένα μέρος αν οι κλιματολογικές συνθήκες του το επιτρέπουν. Το κλίμα καθορίζει τι καλλιέργειες θα επιλέξει προκειμένου να παράγει τροφή.



Εικόνα 3: Αμπελώνας στη Γαλλία

B. Κλίμα-Βιομηχανία

Η επίδραση του κλίματος στη βιομηχανία χωρίζεται σε δυο κατηγορίες.

Σε εκείνη που επηρεάζει τη βιομηχανία λόγω της τοποθεσίας της και σε εκείνη που επηρεάζει τις βιομηχανικές λειτουργίες αφού έχουν εγκατασταθεί. (παράδειγμα: είναι δυνατόν μια αγροτική βιομηχανική μονάδα να κτυπηθεί από πολύ κακό καιρό)

Γενικά, οι βιομηχανίες και τα προϊόντα τους είναι λιγότερο ευαίσθητες στις κλιματικές αλλαγές από τους υπόλοιπους τομείς, όπως η γεωργία και τα οικοσυστήματα. Μερικές όμως δραστηριότητες είναι αρκετά ευπαθείς σε αιφνίδια και έντονα καιρικά συμβάντα. Οι βιομηχανίες αγροτικών προϊόντων, η παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας και άλλων μορφών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αλλά και οι περισσότερες μορφές συγκοινωνίας είναι μερικές από τις πιο ευάλωτες ανθρώπινες υποδομές. Επίσης σε επικίνδυνη κατάσταση βρίσκονται όλες οι εγκαταστάσεις (βιομηχανίες, λιμάνια, πολεοδομικά συγκροτήματα, τουριστικά θέρετρα κτλ.), που βρίσκονται σε

παράκτιες περιοχές, λόγω της ανόδου της θαλάσσιας στάθμης. Τον ίδιο κίνδυνο διατρέχουν και πολλά μικρά νησιά.

Γ. Κλίμα-Μέσα μεταφοράς

- **Αεροπλοΐα** . Τα αεροδρόμια πρέπει να χτίζονται σε επίπεδα μέρη γιατί διευκολύνεται η πρόσβαση των επιβατών σε αυτά. Η κατεύθυνση των τοπικών ανέμων καθορίζει τον προσανατολισμό των διαδρόμων.



Εικόνα 4

- **Ναυσιπλοΐα**. Ανάπτυξη ενός θαλάσσιου δικτύου για την εξυπηρέτηση τόσο των επιβατών όσο και των αγαθών. Η επιλογή της θέσης των λιμανιών έτσι ώστε να προφυλάσσεται από δυνατούς ανέμους κ.λ.π.



Εικόνα 5

- **Οδικό δίκτυο**. Σφοδρή χιονόπτωση ή βροχή έχει σαν αποτέλεσμα το κλείσιμο των δρόμων.



Εικόνα 6

Δ. Κλίμα-Κουλτούρα.

Το κλίμα είναι γνωστό ότι επηρεάζει την ανθρώπινη συμπεριφορά και για αυτό επηρεάζει τις τέχνες και συνήθειες των διαφόρων λαών. Έτσι από το κλίμα επηρεάζεται η αρχιτεκτονική, ο αθλητισμός, οι τέχνες, οι συνήθειες, οι τρόποι συμπεριφοράς (μουσική, χορός, διασκέδαση, παραδοσιακές ενδυμασίες...)

Ε. Κλίμα και Υγεία

Το κλίμα έχει μεγάλη επίδραση στην υγεία καθώς πλήθος από ασθένειες και νοσηρές καταστάσεις σχετίζονται με αυτό. Αναφέρουμε μερικά:

- Άσθμα, αναπνευστικές αλλεργίες και ασθένειες από τον ατμοσφαιρικό αέρα
- Νεοπλάσματα, καρκίνοι
- Καρδιοαναπνευστικά προβλήματα και εμφράγματα
- Τροφιμογενείς ασθένειες και λοιμώξεις
- Νοσηρότητα και θνησιμότητα από ακραίες καιρικές συνθήκες
- Επιπλοκές στην ανθρώπινη ανάπτυξη
- Ψυχική υγεία και διαταραχές άγχους
- Νευρολογικές διαταραχές
- Ασθένειες που προκαλούνται από το νερό

Παγκόσμιο κλίμα. Μέση θερμοκρασία της Γης

Παρά τις τεράστιες διαφορές στα κλίματα και τις τοπικές θερμοκρασίες ανά τον κόσμο οι επιστήμονες χρησιμοποιούν μια μέση θερμοκρασία για ολόκληρη την επιφάνεια της γης για να μετρήσουν τις ατμοσφαιρικές αλλαγές συνολικά και να έχουμε έτσι μια γενική εικόνα του παγκοσμίου κλίματος. Παρά το γεγονός ότι οι τοπικές θερμοκρασίες μπορεί να αυξάνονται ή να μειώνονται ανάλογα με τον τόπο, γεγονός είναι ότι κατά μέσο όρο η θερμοκρασία της γης αυξανόταν αλλά και συνεχίζει να αυξάνεται όσο περνούν τα χρόνια. Οι περισσότεροι επιστήμονες συμφωνούν ότι η μέση θερμοκρασία της γης είναι περίπου 14-15 βαθμούς Κελσίου αυτή την στιγμή.

Η μέση θερμοκρασία της Γης επηρεάζεται από φυσικούς και ανθρώπινους παράγοντες.

A. Φυσικοί παράγοντες

1) Ο ήλιος είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας καθώς αυτός παρέχει την θερμότητα η οποία είναι απαραίτητη για την επιβίωσή μας. Κατά την ημέρα η γη απορροφά την θερμότητα η οποία μεταφέρεται με τις ακτίνες του ήλιου και διατηρεί μέρος αυτής της θερμότητας και τη νύχτα.

2) Το φαινόμενο του θερμοκηπίου σύμφωνα με το οποίο η θερμοκρασία που μπαίνει στη γη δεν μπορεί να φύγει ολόκληρη αλλά ένα αρκετά μεγάλο μέρος της παγιδεύεται από την γήινη ατμόσφαιρα.

3) Έμμεσα το παγκόσμιο κλίμα επηρεάζεται από τους παρακάτω παράγοντες:

- Σύννεφα
- Ωκεανοί
- Τυχαία γεγονότα όπως Ηφαιστειακές Εκρήξεις, Δασικές πυρκαγιές, ή πτώσεις μεγάλων μετεωριτών.

Κάποιοι απ' αυτούς βοηθούν να γίνει πιο γρήγορα η παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου ενώ κάποιοι άλλοι ευτυχώς για μας μπορούν να επιβραδύνουν αυτή τη διαδικασία ή ακόμα και να συμβάλουν και στις δύο διαδικασίες.

Παρακάτω θα μελετήσουμε αναλυτικά έναν έναν τους πιο σημαντικούς φυσικούς παράγοντες που επηρεάζουν το κλίμα.

μ

Ο Ήλιος είναι μία τεράστια σφαίρα από διάφορα αέρια κυρίαρχα των οποίων είναι το υδρογόνο και το ήλιο. Η θερμοκρασία που επικρατεί στον Ήλιο είναι τόσο μεγάλη ώστε να εξαερώνονται ακόμη και τα μέταλλα. Η ύλη σε αυτές τις θερμοκρασίες βρίσκεται σε κατάσταση πλάσματος, δηλαδή τα άτομα έχουν χάσει τα ηλεκτρόνια τους και συνυπάρχουν ελεύθερα και σε άτακτη κίνηση ιόντα, πυρήνες και ηλεκτρόνια. Η

ύλη δηλαδή στην καρδιά των άστρων αποτελείται κυρίως από μίγμα ελεύθερων πυρήνων και ελεύθερων ηλεκτρονίων. Επειδή το υδρογόνο είναι κύριο συστατικό των άστρων, αυτό σημαίνει πως το αστρικό πλάσμα αποτελείται κυρίως από ελεύθερα πρωτόνια που θα πρέπει να συνδεθούν μεταξύ τους για να σχηματίσουν το στοιχείο ήλιο. Στην καρδιά του ήλιου οι πυρήνες του υδρογόνου «συνθλίβονται» από την βαρύτητα και μετατρέπονται σε πυρήνες του χημικού στοιχείου ηλίου (He).



Εικόνα 7: Ο Ήλιος στη δύση του

Η μετατροπή αυτή είναι μια πυρηνική αντίδραση σύντηξης. Δηλαδή σε αυτές τις συνθήκες ο Ήλιος είναι ένας τεράστιος θερμοπυρηνικός αντιδραστήρας που μετατρέπει το υδρογόνο σε ήλιο.

Έχει υπολογιστεί πως κάθε δευτερόλεπτο περίπου 655 εκατομμύρια τόνοι του χημικού στοιχείου υδρογόνου (H) από τη μάζα του ήλιου μετατρέπονται σε 650 εκατομμύρια τόνους του χημικού στοιχείου ηλίου (He) που συνεχίζουν να αποτελούν μάζα του Ήλιου. Από τη διαφορά αυτή 5 εκατομμύρια περίπου τόνοι ύλης μετατρέπονται σε ενέργεια.

Η ποσότητα ενέργειας που παράγεται είναι απίστευτη. Έχει προσδιοριστεί πως σε κάθε δευτερόλεπτο ο Ήλιος εκπέμπει τόση ενέργεια όση θα έδινε μια έκρηξη 4 δισεκατομμυρίων βομβών υδρογόνου των 100 μεγατόνων η κάθε μία. Και όλα αυτά για ένα μόνο δευτερόλεπτο, ενώ ο Ήλιος εκπέμπει εδώ και 5 δισεκατομμύρια χρόνια και θα συνεχίσει τουλάχιστον για άλλα τόσα.

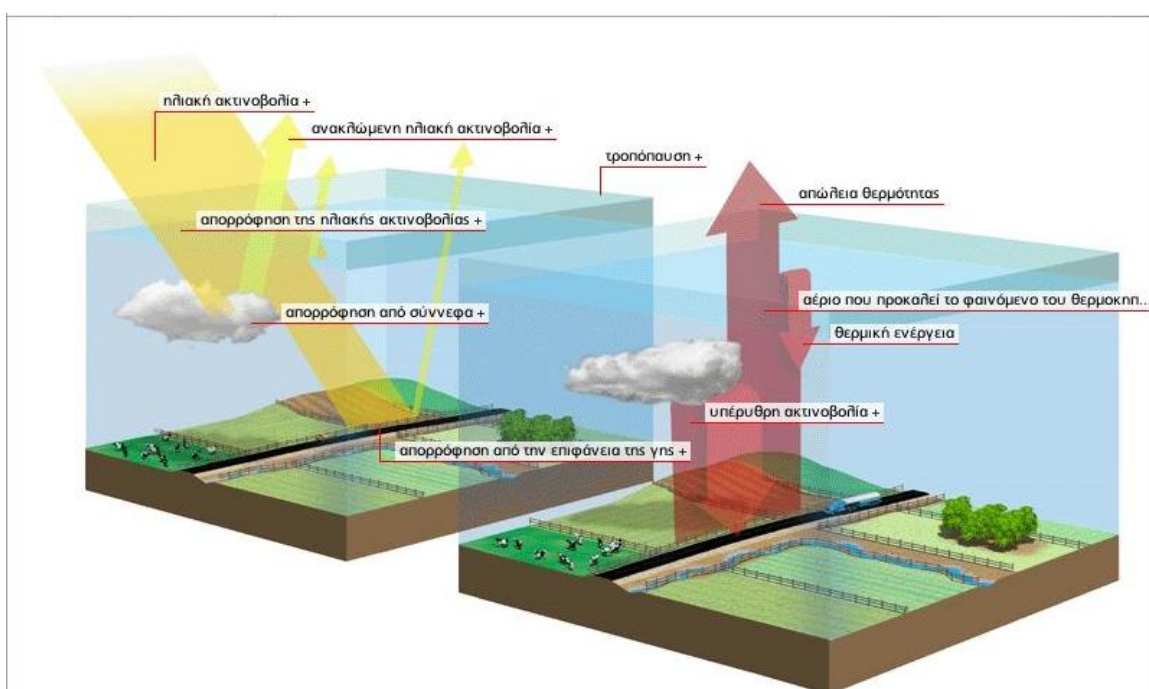
Από αυτή την ενέργεια που εκπέμπει στο διάστημα ένα μικρό μέρος το παίρνει η Γη. Συγκεκριμένα δέχεται 174×10^{15} W (δηλαδή 175.000.000.000.000.000 Joule = 48.600.000.000 κιλοβατώρες ενέργειας κάθε δευτερόλεπτο) στην ανώτερη ατμόσφαιρα. Αυτή η ενέργεια μεταφέρεται κυρίως από το ορατό φως και τις κοντινές περιοχές του υπέρυθρου και του υπεριώδους. Από αυτή ένα μέρος (περίπου το 30%)

ανακλάται προς το διάστημα και το υπόλοιπο απορροφάται από την Γη ανεβάζοντας τη θερμοκρασία της.

μ μ

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι μια φυσική διαδικασία. Χρειάζεται για να διατηρείται η Γη μας ζεστή, ώστε να υπάρχει ζωή και ανάπτυξη. Δίχως αυτό, η Γη θα ήταν κρύα (περίπου στους -20°C), και δεν θα μπορούσε να υπάρχει ζωή. Αντιθέτως, η μέση θερμοκρασία της Γης διατηρείται στο επίπεδο των 15°C , χάρη στο φαινόμενο αυτό.

Η Γη όπως είδαμε δέχεται συνολικά ηλιακή ακτινοβολία, που αντιστοιχεί σε ροή περίπου 1966 W/m^2 , στο όριο της ατμόσφαιρας. Περίπου το 30% της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας ανακλάται στο διάστημα, σε ποσοστό 6% από την ατμόσφαιρα, 3% από τα νέφη και 4% από την επιφάνεια της Γης. Το 70% της ηλιακής ακτινοβολίας (που κατά κύριο λόγο είναι στο ορατό μέρος του φάσματος) απορροφάται, κατά 32% από την ατμόσφαιρα (συμπεριλαμβανομένου και του στρατοσφαιρικού στρώματος του όζοντος), κατά 3% από τα νέφη και κατά το μεγαλύτερο ποσοστό (51%) από την επιφάνεια και τους ωκεανούς. Έτσι αυξάνεται η θερμοκρασία της Γης.



Εικόνα 8: Το φαινόμενο του θερμοκηπίου

Λόγω της θερμοκρασίας της, η Γη εκπέμπει επίσης θερμική ακτινοβολία (κατά τρόπο ανάλογο με τον Ήλιο), η οποία αντιστοιχεί σε μεγάλα μήκη κύματος (δηλαδή υπέρυθρη ακτινοβολία), σε αντίθεση με την αντίστοιχη ηλιακή ακτινοβολία, που είναι μικρού μήκους κύματος. Η ατμόσφαιρα της Γης διαθέτει μεγάλη αδιαφάνεια στην, μεγάλου μήκους κύματος, γήινη ακτινοβολία, έχει δηλαδή την ικανότητα να απορροφά το μεγαλύτερο μέρος της, ποσοστό περίπου 71%. Η ίδια η ατμόσφαιρα επανεκπέμπει θερμική ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος, μέρος της οποίας απορροφάται από την επιφάνεια της Γης, η οποία θερμαίνεται ακόμη περισσότερο. Η γήινη ατμόσφαιρα συμπεριφέρεται, με τον τρόπο αυτό, σαν μια «κουβέρτα» που εμποδίζει την ακτινοβολία που εκπέμπει η Γη να διαφύγει στο διάστημα.

Η διαδικασία αυτή μοιάζει με τη λειτουργία ενός θερμοκηπίου και ο Γάλλος μαθηματικός Fourier το ονόμασε το 1822 «Φαινόμενο Θερμοκηπίου».

Υπεύθυνα για την απορρόφηση της υπέρυθρης ακτινοβολίας από την ατμόσφαιρα είναι κάποια αέρια που περιέχει η ατμόσφαιρα.

Τα αέρια του θερμοκηπίου είναι περίπου 20 και έχουν όγκο μικρότερο από 1% του συνολικού όγκου της ατμόσφαιρας. Τα σημαντικότερα είναι οι υδρατμοί (H_2O), το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), το μεθάνιο (CH_4), το υποξείδιο του αζώτου (N_2O), οι χλωροφθοράνθρακες (CFCs) και το τροποσφαιρικό όζον (O_3). Κάθε μεταβολή στις συγκεντρώσεις αυτών των αερίων, διαταράσσει το ενεργειακό ισοζύγιο, προκαλεί μεταβολή της θερμοκρασίας και ως εκ τούτου κλιματικές αλλαγές.

Οι τεράστιες ηφαιστειακές εκρήξεις μπορούν να αλλάξουν το κλίμα σε όλο τον πλανήτη, όπως συνέβη πριν από λίγα χρόνια στην περίπτωση του ηφαιστείου Pinatubo στις Φιλιππίνες. Εδώ και εκατοντάδες χρόνια οι άνθρωποι έχουν βιώσει την ικανότητα των ενεργών ηφαιστειών να πετάνε υλικά στην ατμόσφαιρα και να μπλοκάρουν τον ήλιο, δημιουργώντας έτσι δροσερό κλίμα, τουλάχιστον για ένα έτος ή περισσότερο. Το 1815 η ηφαιστειακή έκρηξη του όρους Tambora στο ινδονησιακό νησί της

Sumbawa προκάλεσε στο μεγαλύτερο μέρος του πλανήτη το περίφημο «Έτος χωρίς καλοκαίρι» το 1816. Ωστόσο μόλις στις αρχές του εικοστού αιώνα ο φυσικός William Jackson Humphreys της Αμερικανικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας ήταν ο πρώτος που συνδύασε τα δύο γεγονότα μαζί και κατέθεσε την επιστημονική εξήγηση που μέχρι σήμερα επικρατεί.

Παρόλο που τα ηφαίστεια ελευθερώνουν τεράστιες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα και υδρατμών στην ατμόσφαιρα, οι οποίες ενισχύουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου το τελικό αποτέλεσμα τους είναι η μείωση της θερμοκρασίας για μερικά χρόνια.



Εικόνα 9: Το ενεργό ηφαίστειο Τουνγκουράουα στο Εκουαδόρ

Οι εκρήξεις απελευθερώνουν τεράστιες ποσότητες αερίων στην ατμόσφαιρα, όπως τόνους αερίων ενώσεων θείου, αλλά επίσης, πολύ μεγάλα ποσά αιθάλης και τέφρας στη στρατόσφαιρα, μειώνοντας έτσι το φως του ήλιου που πέφτει πάνω στον πλανήτη. Όλα αυτά μαζί δρουν σαν μία ομπρέλα, αποκλείουν την εισερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία και προσωρινά ψύχουν τον πλανήτη.

Πρόσφατες έρευνες σχετικά με τις επιπτώσεις των ηφαιστειών στο κλίμα παράγει μερικά εκπληκτικά αποτελέσματα. Η συμβατική σκέψη λέει ότι χαμηλότερες θερμοκρασίες σημαίνουν λιγότερη εξάτμιση, και σε απλά μοντέλα, λιγότερη εξάτμιση μεταφράζεται σε μικρότερη βροχόπτωση. Ωστόσο, μια πιο περίπλοκη εικόνα προκύπτει από μια έρευνα επιστημόνων οι οποίοι μελέτησαν δακτυλίους δέντρων στο Παρατηρητήριο Lamont-Doherty Earth του Πανεπιστημίου Κολούμπια και άλλα δεδομένα που συνέλλεξαν από διάφορες τοποθεσίες σε ολόκληρη την Ασία, που αφορούν 54 εκρήξεις ηφαιστειών σε 800 χρόνια. Αντί για απλή μείωση των βροχοπτώσεων, διαπίστωσαν ότι οι ηφαιστειακές εκρήξεις αναδιατάσσουν τις βροχοπτώσεις πάνω από την περιοχή της Ασίας κατά την περίοδο των μουσώνων. Σύμφωνα με την μελέτη μεγάλες εκρήξεις προκαλούν ξηρασία στο μεγαλύτερο μέρος της κεντρικής Ασίας. Αλλά

σε αντίθεση με εκτιμήσεις του μοντέλου, οι εκρήξεις φέρνουν περισσότερη βροχή στη Νοτιοανατολική Ασία - Βιετνάμ, το Λάος, την Καμπότζη, την Ταϊλάνδη και τη Μιανμάρ.

Η μελέτη, που δημοσιεύεται στο περιοδικό *Geophysical Research Letters*, επίσης παραπέμπει σε μια περίπλοκη σχέση μεταξύ της επίδρασης των ηφαιστειακών εκρήξεων και τους κύκλους του Ελ Νίνιο, οι οποίοι αλλάζουν τις θερμοκρασίες πάνω από τον Ειρηνικό και τον Ινδικό Ωκεανό. Σε ορισμένες περιπτώσεις το Ελ Νίνιο φαίνεται να αντισταθμίζει τις επιπτώσεις των ηφαιστειακών εκρήξεων. Σε άλλες, φαίνεται να ενισχύουν το ένα το άλλο.

Παρόλα αυτά η επίδραση των ηφαιστειών στο κλίμα συνήθως έχει μόνο τοπικό χαρακτήρα εκτός από την περίπτωση πολύ μεγάλων εκρήξεων που επηρεάζουν ολόκληρο τον πλανήτη. Αλλά σε κάθε περίπτωση οι επιδράσεις έχουν περιορισμένη χρονική διάρκεια που περιορίζεται το πολύ σε λίγα χρόνια.

Οι ωκεανοί είναι ένα παγκόσμιο σύστημα ελέγχου του κλίματος αφού ρυθμίζουν τη συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) στην ατμόσφαιρα. Αυτό το πετυχαίνουν απορροφώντας, αποθηκεύοντας και ελευθερώνοντας αυτό το αέριο του θερμοκηπίου με πολλαπλούς τρόπους και σε πολλά σημεία, επηρεάζοντας έτσι το κλίμα της Γης. Οι ωκεανοί αποτελούν μια τεράστια αποθήκη άνθρακα, πολύ μεγαλύτερη από αυτή της ατμόσφαιρας. Μέχρι τώρα οι ωκεανοί έχουν συγκρατήσει περίπου το 30% απ' όλες τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα που προέρχονται από τις ανθρωπίνες δραστηριότητες τα τελευταία 200 χρόνια, αλλά τελικά θα απορροφήσουν ακόμη πολύ περισσότερο. Βέβαια χρειάζεται αρκετός χρόνος για τον άνθρακα, σε μορφή διοξειδίου του άνθρακα, για να φτάσει μέχρι τα βάθη των ωκεανών. Η απομάκρυνση του CO_2 από την ατμόσφαιρα γίνεται με τους παρακάτω τρόπους:

- **Μέσω της φωτοσύνθεσης:** Όπως και τα δέντρα στη στεριά, έτσι και τα αμέτρητα μικροσκοπικά φυτά που ονομάζονται φυτοπλαγκτόν απορροφούν διοξείδιο του

άνθρακα καθώς αναπτύσσονται κοντά στην επιφάνεια των ωκεανών. Οι μεγαλύτεροι οργανισμοί «τσιμπολογάνε» το φυτοπλαγκτόν, και τα περιττώματά τους καταλήγουν στα βάθη των ωκεανών, όπου αποικοδομούνται, απελευθερώνοντας διοξείδιο του άνθρακα στα ψυχρά βαθιά νερά παραμένοντας εκεί χιλιάδες χρόνια.

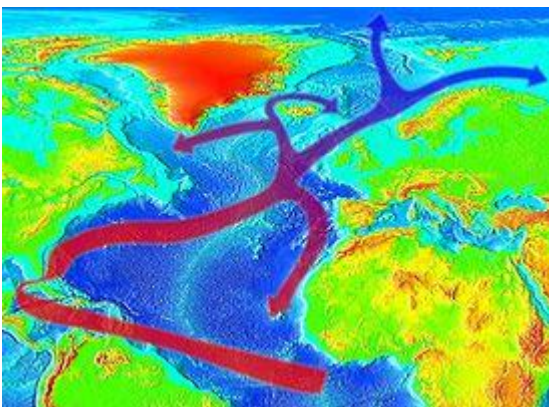
- **Απομάκρυνση μέσω κατασκευής κελυφών:** Πολλοί θαλάσσιοι οργανισμοί, από το φυτοπλαγκτόν μέχρι τα πιο οικεία θαλάσσια σαλιγκάρια, κατασκευάζουν κελύφη χρησιμοποιώντας διοξείδιο του άνθρακα. Όταν οι οργανισμοί πεθαίνουν, τα κελύφη τους πέφτουν στα βάθη των ωκεανών, όπου γίνονται μέρος του ιζήματος, αφαιρώντας αποτελεσματικά διοξείδιο του άνθρακα από τους ωκεανούς. Εναλλακτικά, σε πολύ βαθιές περιοχές του ωκεανού τα κελύφη αποσυντίθενται προτού προλάβουν να φτάσουν τον πυθμένα, απελευθερώνοντας διοξείδιο του άνθρακα στα βαθιά νερά. Όσο αντιφατικό κι αν φαίνεται, η δημιουργία κελυφών απελευθερώνει επίσης διοξείδιο του άνθρακα. Έτσι, σε περιοχές όπου δημιουργούνται οργανισμοί με κέλυφος το διοξείδιο του άνθρακα διοχετεύεται και από τον ωκεανό προς την ατμόσφαιρα.
- **Απομάκρυνση μέσω διάλυσης στο νερό:** Το διοξείδιο του άνθρακα διαλύεται στο νερό. Όσο πιο ψυχρό είναι το νερό, τόσο περισσότερο διοξείδιο του άνθρακα μπορεί να διαλυθεί σε αυτό. Όταν τα επιφανειακά νερά ψύχονται και βυθίζονται μακριά από τον ισημερινό, απορροφούν διοξείδιο του άνθρακα από την ατμόσφαιρα και το μεταφέρουν στα βάθη των ωκεανών. Αυτό το πλούσιο σε διοξείδιο του άνθρακα νερό μπορεί να χρειαστεί αιώνες έως χιλιετίες για να επιστρέψει στην επιφάνεια

Οι ωκεανοί είναι μέρος του κύκλου του νερού, καθώς το νερό εξατμίζεται από αυτούς και συμπυκνώνεται δημιουργώντας τα σύννεφα.

Ο ωκεανός λειτουργεί ως ένα γιγάντιο σφουγγάρι που απορροφά πολλά αέρια της ατμόσφαιρας αλλά και θερμότητα η οποία μεταφέρεται από το ωκεάνιο νερό με τα ρεύματα παντού στον πλανήτη. Το Ρεύμα του Κόλπου του Μεξικού, για παράδειγμα, είναι ένα ρεύμα που συντελεί στο ήπιο κλίμα και γενικότερα ρυθμίζει το κλίμα που υφίσταται σε πολλές χώρες του βόρειου ημισφαιρίου. Το αλάτι και η θερμότητα που

μεταφέρουν οι ωκεανοί είναι καθοριστικής σημασίας για την ομαλή λειτουργία της κλιματικής μηχανής.

Συγκεκριμένα τα σημαντικότερα ωκεάνια ρεύματα είναι το Ρεύμα του Κόλπου του Μεξικού και το Ρεύμα Κουροσίβο. Σε περίπτωση διακοπής τους θα διαταραχθεί η διαδικασία μεταφοράς θερμότητας. Οι επιστήμονες θεωρούν ότι αυτό μπορεί να είχε προκαλέσει την Εποχή των Παγετώνων.



Εικόνα 11: Το Ρεύμα του Κόλπου του Μεξικού



Εικόνα 10: Το Ρεύμα Κουροσίβο

B. Ανθρωπογενείς παράγοντες

Οι άνθρωποι επηρεάζουν το κλίμα με δύο τρόπους:

1) Με την ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου με την προσθήκη αερίων του θερμοκηπίου. Αυτό γίνεται με την καύση καυσίμων για παραγωγή ενέργειας. Τα συγκεκριμένα αέρια μπορούν να αυξήσουν την θερμοκρασία της γης σε παγκόσμιο επίπεδο.

2) Με παρεμβάσεις στην επιφάνεια της γης. Οι άνθρωποι καταστρέφουν τα δάση με σκοπό να δημιουργήσουν εκτάσεις για καλλιέργεια ή οικοδόμηση κτιρίων. Αλλάζουν έτσι τον τρόπο που η γη αντανακλά το φως της στην ατμόσφαιρα και ελευθερώνει θερμότητα.

Οι υδρατμοί, αν και απορροφούν το 65% της υπέρυθρης ακτινοβολίας, δεν φαίνεται να έχουν επηρεαστεί άμεσα από την ανθρώπινη δραστηριότητα. Αντίθετα, οι συγκε-

ντρώσεις των υπόλοιπων αερίων έχουν μεταβληθεί σημαντικά με σημαντικότερη τη μεταβολή του CO₂, καθώς αποτελεί αέριο που διαφεύγει στην ατμόσφαιρα με την καύση του πετρελαίου, του κάρβουνου και άλλων ορυκτών καυσίμων. Τα τελευταία χρόνια λέγοντας φαινόμενο Θερμοκηπίου δεν αναφερόμαστε στη φυσική διεργασία, αλλά στην έξαρση αυτής, λόγω της ρύπανσης της ατμόσφαιρας από τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες.

Η καύση ορυκτών καυσίμων έχει οδηγήσει στην αύξηση του ποσού του CO₂ αλλά και άλλων αερίων όπως το μεθάνιο και οξείδια του αζώτου, που εκλύονται στην ατμόσφαιρα.

Οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες (βιομηχανίες, αυτοκίνητα κ.ά.) έχουν αυξήσει σημαντικά τις συγκεντρώσεις των αερίων θερμοκηπίου των κατώτερων στρωμάτων της ατμόσφαιρας με αποτέλεσμα την αύξηση της απορροφούμενης ακτινοβολίας και την επακόλουθη θερμοκρασιακή μεταβολή.



Εικόνα 12

Οι ανθρώπινες δραστηριότητες όχι μόνο εκπέμπουν υψηλές συγκεντρώσεις CO₂ στην ατμόσφαιρα, αλλά βλάπτουν και την ικανότητα της γης να απορροφά το CO₂ και να το ενσωματώνει στους φυσικούς κύκλους ροής ενέργειας και ύλης, με την καταστροφή των δασών και του φυτοπλαγκτόν των ωκεανών

Η ιστορία των κλιματικών αλλαγών

Το κλίμα μεταβάλλεται. Και δεν μιλάμε για το παρόν. Πάντα μεταβαλλόταν όπως μαρτυρούν πολλά στοιχεία που έχουν συλλεγεί από το παρελθόν. Μάλιστα από παλιότερα απασχολούσε τους επιστήμονες η αλλαγή του κλίματος. Στα τέλη του 19^{ου} αιώνα, μελετητές αναρωτήθηκαν εάν το τοπικό κλίμα επηρεάστηκε από την αποψί-

λωση, ή κατά πόσο οι ηλιακές κηλίδες είχαν οποιαδήποτε επιρροή στον καιρό. Την ίδια εποχή ήταν που ιδρύθηκε στη βόρεια Νορβηγία το παρατηρητήριο Mount Haldde για το Σέλας επειδή, μεταξύ άλλων, υπήρχε η πεποίθηση ότι το Βόρειο Σέλας, μπορεί να επηρεάζει τον καιρό.

Πολλοί επιστήμονες πίστεψαν στο ότι το κλίμα ακολουθεί συγκεκριμένους κύκλους και έτσι αν γνωρίζαμε αυτές τις περιοδικές μεταβολές που συνέβησαν στο παρελθόν θα μπορούσαμε να προβλέψουμε την εξέλιξη του κλίματος στο μέλλον. Περίπου την ίδια εποχή, υπήρξαν επίσης ερευνητές που μελέτησαν τα αποτελέσματα των αυξήσεων στις ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις του CO₂. Οι μεταβολές στις συγκεντρώσεις του CO₂ ενδεχομένως θα βοηθούσαν να εξηγηθούν οι έντονες μεταβολές θερμοκρασίας που συνδέονται με τις εποχές παγετώνων. Αντίθετα οι επιδράσεις των αλλαγών της γήινης τροχιάς γύρω από τον Ήλιο θεωρήθηκαν αμελητέες.

Τα στοιχεία που καταδεικνύουν ότι το κλίμα είχε στο παρελθόν εποχές παγετώνων προέρχονται από γεωλογικές ανακαλύψεις και γεωλογικά στοιχεία. Θρυμματισμοί βράχων, παλαιοντολογικά ευρήματα, όπως υπολείμματα βλάστησης και ζώων τα οποία συνδέονται με θερμότερα κλίματα και απολιθώματα που υποδεικνύουν ότι κατά το παρελθόν η στάθμη της θάλασσας ήταν διαφορετική από τα σημερινά επίπεδα. Όλα δείχνουν σημαντικές μεταβολές στο παγκόσμιο κλίμα.

Επιπλέον σημαντικά στοιχεία για τις μεταβολές του κλίματος παίρνουμε από τους πυρήνες πάγου που εξορύσσονται με τρυπάνι από στρώματα πάγου στην Ανταρκτική και τη Γροιλανδία. Οι φυσαλίδες αέρα που παγιδεύονται στον πάγο, σε βάθη που αντιπροσωπεύουν το χρόνο στον οποίο διαμορφώθηκε το στρώμα του πάγου, παρέχουν τις ενδείξεις για τις θερμοκρασίες και τις συγκεντρώσεις συγκεκριμένων ατμοσφαιρικών αερίων.

Η περιοδικότητα του κλίματος μπορεί να εξηγηθεί με τους κύκλους του Μιλάνκοβιτς. Ο Μιλάνκοβιτς έκανε επί δεκαετίες λεπτομερείς υπολογισμούς για να εξαγάγει τις επιπτώσεις των τριών βασικών τροχιακών κύκλων. Για παράδειγμα, η κλίση του άξονα της Γης αυξομειώνεται κάθε 41.000 χρόνια, κάνοντας τα καλοκαίρια θερμότερα και τους χειμώνες ψυχρότερους. Το έργο του έμεινε στην αφάνεια ως τις δεκαετίες

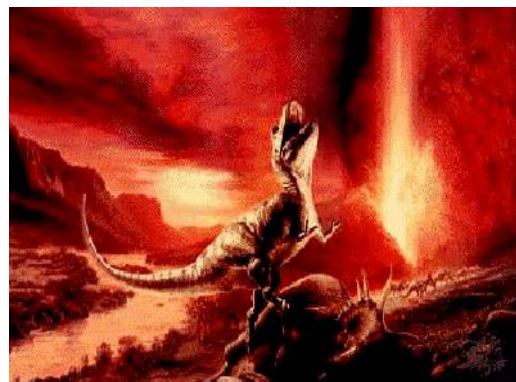
του 1960 και του 1970, όταν οι ερευνητές άρχισαν να συντάσσουν ένα λεπτομερές χρονοδιάγραμμα των εποχών των παγετώνων με βάση τα ισότοπα στα θαλάσσια ιζήματα. Οι μετρήσεις έδειξαν ότι οι εποχές των πάγων δεν ήταν μόνο τέσσερις αλλά δεκάδες. Επιπλέον η αυξομείωση των παγετώνων συνήθως συνέπιπτε με τις αλλαγές της τροχιάς, επιβεβαιώνοντας τη θεωρία του Μιλάνκοβιτς.

Η ιστορία ωστόσο δεν τελείωσε εδώ. Σήμερα γνωρίζουμε ότι οι πολικοί μόνιμοι παγετώνες άρχισαν να σχηματίζονται πριν από περίπου 30 εκατομμύρια χρόνια, με παράλληλη πτώση των επιπέδων του διοξειδίου του άνθρακα. Πριν από περίπου 2,5 εκατομμύρια χρόνια, όταν η θερμοκρασία έπεσε ακόμη περισσότερο, ξεκίνησε ένας κύκλος κατά τον οποίο μεγαλύτεροι παγετώνες απλώνονταν επαναλαμβανόμενα στο βόρειο ημισφαίριο και στη συνέχεια υποχωρούσαν. Αρχικά αυτές οι εποχές παγετώνων ήταν σχετικά μικρές και παρουσιάζονταν περίπου κάθε 41 χιλιάδες χρόνια - ακριβώς όπως θα περίμενε κανείς με βάση τις μεταβολές της κλίσης του άξονα της Γης.

Η δημιουργία της Γης άρχισε, σύμφωνα με τις επιστημονικές μελέτες πριν 4.500.000.000 χρόνια. Στη διάρκεια των χρόνων που πέρασαν γνώρισε πολλές γεωλογικές μεταβολές. Ηφαιστειακές εκρήξεις, σεισμοί, συγκρούσεις με μετεωρίτες, οροσειρές και ήπειροι αναδύθηκαν και διαβρώθηκαν, ωκεανοί και θάλασσες διαμόρφωσαν την επιφάνειά της, όπως είναι γνωστή σήμερα.

Παράλληλα με τις μεταβολές στην επιφάνεια της Γης συνέβηκαν και μεταβολές στο κλίμα.

Πριν 65.000.000 χρόνια έγινε μια σημαντική κλιματική αλλαγή ή οποία είχε ως αποτέλεσμα την εξαφάνιση του μεγαλύτερου μέρους του ζωικού βασιλείου της εποχής εκείνης. Είναι η εποχή εκείνη που εξαφανίστηκαν οι δεινόσαυροι. Η πιθανότερη αιτία της κλιματικής αλλαγής αυτής είναι η σύγκρουση της Γης με κάποιον μετεωρίτη.



Εικόνα 13: Η εξαφάνιση των δεινόσαυρων

Πριν από εκατομμύρια χρόνια στην Ελλάδα το κλίμα ήταν πολύ διαφορετικό, ήταν θερμότερο από το σημερινό και έμοιαζε με τροπικό. Αυτό μαρτυρούν απολιθώματα που έχουν βρεθεί σε διάφορα μέρη της Ελλάδας και αποδίδονται σε αυτήν την εποχή. Έχουν βρεθεί απολιθωμένοι νάνοι ελέφαντες στην Τήλο, ιπποπόταμοι στην Κύπρο, απολιθωμένα δάση από φοίνικες στην Λακωνία, αλλά και στο Νόστιμο Καστοριάς.

Η τελευταία γεωλογική περίοδος είναι η Τεταρτογενής η οποία ξεκίνησε περίπου πριν από 1.000.000 χρόνια. Αυτή περιλαμβάνει δύο εποχές την **Πλειστόκαινο** και την **Ολόκαινο** (η οποία διαρκεί μέχρι σήμερα)

Στην Πλειστόκαινο εποχή υπήρξαν, σύμφωνα με τους επιστήμονες, 4 Παγετώδεις περιόδους όπου το κλίμα ήταν πολύ κρύο. Ενδιάμεσα αυτών των κύκλων υπήρχαν περιόδους κατά τις οποίες οι θερμοκρασίες και η στάθμη της θάλασσας ήταν υψηλή, πολύ υψηλότερη από την σημερινή, είναι οι λεγόμενες **μεσοπαγετώδεις περιόδους**.

Η τελευταία παγετώδης περίοδος ήταν πριν 200.000 χρόνια. Το μεγαλύτερο μέρος του Βόρειου ημισφαιρίου της Γης ήταν καλυμμένο από παγετώνες, που έφταναν κοντά στην περιοχή, όπου τώρα βρίσκεται η Ελλάδα. Ο χώρος όμως της Ελλάδας δεν ήταν καλυμμένος από παγετώνες.



Εικόνα 14: Η παγοκάλυψη στην τελευταία εποχή των Παγετώνων

Οι παγετώνες είχαν δεσμεύσει μεγάλη ποσότητα νερού και η στάθμη της θάλασσας ήταν έως και 120 μέτρα κάτω από το σημερινό. Παλαιοντολογικά ευρήματα από εκείνη την εποχή στην Ελλάδα ήταν κόκαλα και χαυλιόδοντες μαμούθ στην Μεγαλόπολη και στη Φλώρινα.

Πριν από 16.000 χρόνια περίπου, άρχισαν οι παγετώνες να λιώνουν. Η Γη μπήκε κατά πολλούς γεωλόγους στην εποχή της Ολόκαινου η οποία και συνεχίζει μέχρι τις μέρες μας. Το νερό αποδεσμεύτηκε με αποτέλεσμα να ανέβει η στάθμη της θάλασσας. Πολλά από τα νησιά των Κυκλάδων δημιουργήθηκαν αυτή την περίοδο. Η θάλασσα σκέπασε την ξηρά και οι βουνοκορφές των βουνών γίνονταν νησιά. Λίγα πράγματα άλλαξαν από τότε. Η επιφάνεια της Γης στις βασικές μορφές της είναι αυτή που γνωρίζουμε και το κλίμα είναι αυτό που γνωρίζουμε από την ιστορία μας.

Σε αυτήν την περίοδο συνέβησαν πολλές κλιματικές ανωμαλίες, συνήθως μικρότερων θερμοκρασιακών ανωμαλιών, που ακολουθούν μια «κανονικότητα» και διαρκούν περίπου 500 χρόνια η κάθε μια. Βέβαια, και κατά τις περιόδους αυτές υπήρχαν διακυμάνσεις στην θερμοκρασία και οι ψυχρές περίοδοι διακόπτονταν από περιόδους που ο καιρός ήταν πιο ήπιος και θερμός. Ομοίως και οι θερμές περίοδοι διακόπτονται από διαστήματα, ας πούμε, κακού καιρού. Σαν τελευταίες κλιματικές αλλαγές, που έγιναν κατά την ιστορική περίοδο, αναφέρονται οι:

- Το Μεγάλο Μεσαιωνικό Καλοκαίρι (The Long Medieval Summer, θερμή περίοδος που διήρκεσε περίπου από το 900 μ.Χ. μέχρι το 1320 μ.Χ.)
- Η Εποχή των Μικρών Παγετώνων (Little Ice Age, ψυχρή περίοδος που τέλειωσε με την κορύφωση της βιομηχανικής επανάστασης το 1850 μ.Χ.)
- Η περίοδος που ζούμε και άρχισε από την κορύφωση της βιομηχανικής επανάστασης και διαρκεί μέχρι σήμερα. Χαρακτηρίζεται από συνεχή άνοδο της θερμοκρασίας. Ιδιαίτερα μετά την δεκαετία του 1950 η παρατηρούμενη αύξηση της θερμοκρασίας είναι ραγδαία.

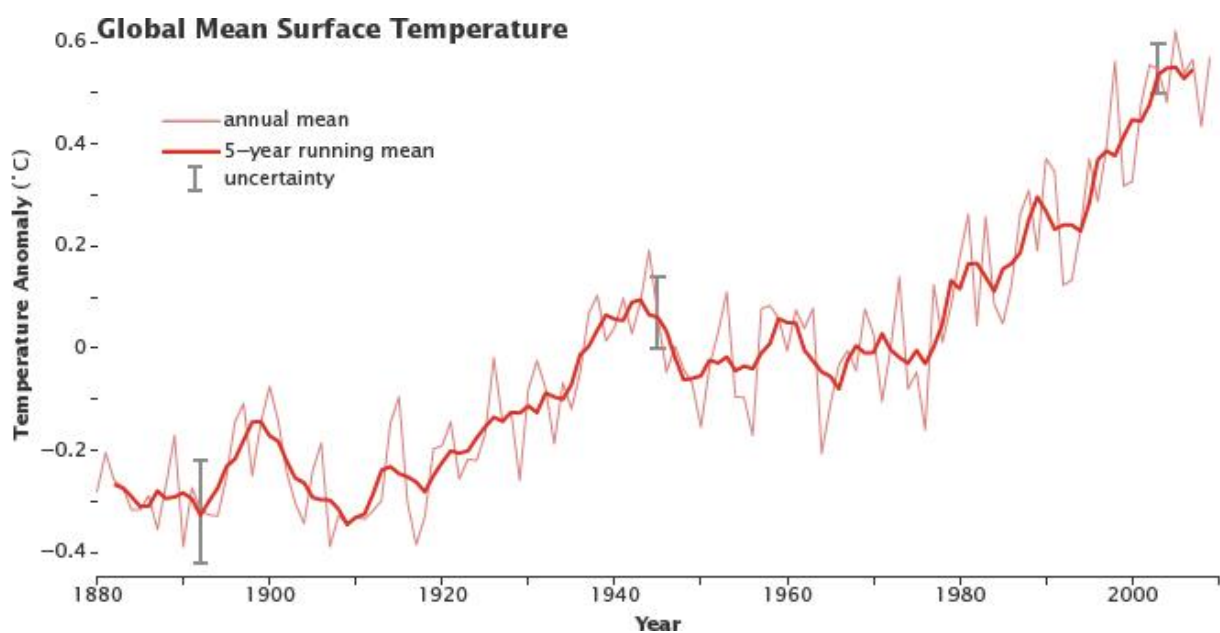
Πολλοί επιστήμονες μετά από έρευνες συσχετίζουν την ακμή ή την παρακμή των πολιτισμών με τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούσαν. Ένα χαρακτηριστικό παρά-

δειγμα αναφέρεται η παρακμή της αυτοκρατορίας των Μάγια στη Ν. Αμερική από κλιματική αλλαγή που οφείλεται σε παρόμοια φαινόμενα όπως το Ελ Νίνιο που γνωρίζουμε σήμερα.

Γνωρίζοντας τις κλιματικές αλλαγές στο παρελθόν είναι εύκολο να καταλάβουμε ότι η σημερινή κλιματική αλλαγή είναι μια φυσική μεταβολή. Μια μεταβολή που γίνεται στον πλανήτη μας και οφείλεται σε κάποιες φυσικές διεργασίες που γίνονται ασταμάτητα στο σύμπαν και που επηρεάζουν τον πλανήτη μας.

Τι συμβαίνει σήμερα;

Είναι φανερό ότι στις μέρες μας βιώνουμε μια συνεχή άνοδο της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη. Ήδη έχει μετρηθεί ότι η μέση θερμοκρασία της Γης έχει αυξηθεί κατά 0,5 με 0,6° C από το 1880. Πολύπλοκα μαθηματικά μοντέλα, γνωστά ως GCM (Global Climate Models) τα οποία επεξεργάζονται όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες για να προβλεφθούν οι μελλοντικές κλιματικές αλλαγές, δείχνουν ότι η μέση θερμοκρασίας της Γης θα αυξάνεται κατά μέσο όρο περίπου 0,3° C ανά δεκαετία για τα επόμενα 100 χρόνια. Μέχρι το έτος 2100, υπολογίζεται ότι η αύξηση της θερμοκρασίας θα είναι από 1,5 έως 5,8 °C.



Εικόνα 15: Η μέση θερμοκρασία της Γης από το 1880 μέχρι σήμερα

Αν συμβεί όμως μια τέτοια αύξηση, που φαινομενικά είναι μικρή, μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικές κλιματικές αλλαγές με απρόβλεπτες συνέπειες.

Η πλειοψηφία των επιστημόνων που ασχολούνται με το κλίμα θεωρούν ότι ο άνθρωπος έχει σημαντική ευθύνη για την υπερθέρμανση του πλανήτη μέσω των επιδράσεων που ήδη περιγράψαμε. Κατά την διάρκεια του τελευταίου αιώνα, η συγκέντρωση του ατμοσφαιρικού διοξειδίου του άνθρακα αυξάνεται ραγδαία. Τα επίπεδα που παρατηρήθηκαν έχουν ξεπεραστεί κατά πολύ, και σήμερα ξεπερνάει τα 379 ppm (μέρη στο εκατομμύριο). Σήμερα, το μεγάλο πρόβλημα που αντιμετωπίζει η ανθρωπότητα, είναι η αλματώδης άνοδος της συγκέντρωσης στην ατμόσφαιρα του διοξειδίου του άνθρακα και των άλλων αερίων, που συμβάλλουν στην δημιουργία του φαινόμενου του θερμοκηπίου και τελικά προκαλούν την παγκόσμια υπερθέρμανση. Και αυτό γιατί μερικές από τις πηγές εκπομπών τους είναι οι ανθρώπινες δραστηριότητες, δηλαδή η παραγωγή ενέργειας, οι μεταφορές, η βιομηχανική δραστηριότητα και οι κλιματιστικές συσκευές.

Βέβαια η ενίσχυση του φαινόμενου του θερμοκηπίου, δεν πρέπει να είναι η μόνη αιτία για την υπερθέρμανση της Γης. Οι κλιματικές διαφοροποιήσεις, η αύξηση της ενέργειας του γήινου συστήματος, οι σύνθετες αλληλεπιδράσεις των κλιματικών και μετεωρολογικών παραγόντων, είναι υπερβολικά σύνθετες διεργασίες, τις οποίες δεν μπορούμε ακόμα να μελετήσουμε με πολύ ακρίβεια. Για τον λόγο αυτό, όλα τα κλιματικά μοντέλα μας περιέχουν μεγάλες αβεβαιότητες και υψηλά ποσοστά πιθανοτήτων .

Όλα τα δεδομένα από τα ερευνητικά μοντέλα που τρέχουν δείχνουν το αδιαμφισβήτητο γεγονός ότι, ο κύριος παράγοντας που επηρεάζει αρνητικά το κλίμα είναι ο ίδιος ο άνθρωπος και οι δραστηριότητες του. Τα μοντέλα που δεν λαμβάνουν υπόψη τους τον ανθρωπογενή παράγοντα, δεν παράγουν αποτελέσματα που ταιριάζουν με τα σημερινά δεδομένα. Μόνο εκείνα στα οποία έχει ληφθεί, παράλληλα με τους φυσικούς παράγοντες, σαν παράγοντας κλιματικού εξαναγκασμού η ραγδαία μεταβολή των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου μας δείχνουν αποτελέσματα ίδια με τα σημερινά.

Συνέπειες από την Κλιματική Αλλαγή

Η παγκόσμια κλιματική αλλαγή θα επηρεάσει τους ανθρώπους και το περιβάλλον με πολλούς τρόπους. Παρόλο που θα μπορούσε κάποιος να βρει και θετικές επιδράσεις στην άνοδο της μέσης οι αρνητικές επιπτώσεις αναμένεται να αντισταθμίσουν τις θετικές.

Οι κυριότερες επιδράσεις είναι:

A. Άνοδος της στάθμης της θάλασσας

Ένα σημαντικό θέμα είναι η επίδραση που θα έχει η αύξηση της θερμοκρασίας στο επίπεδο της θάλασσας. Αναμένεται άνοδος της επιφάνειας που θα οφείλεται κατά 50% στη θερμική διαστολή των ωκεανών και το υπόλοιπο στο λιώσιμο των πάγων των οροσειρών και σε μικρότερο ποσοστό σε λιώσιμο των πάγων της Γροιλανδίας και της Ανταρκτικής.

Πιο αναλυτικά από το 1880 η μέση στάθμη της θάλασσας έχει ανυψωθεί κατά 17 cm (κατά μέσο όρο 0.13 mm το χρόνο).

Η ανύψωση αυτή οφείλεται κυρίως στη διαστολή της μάζας του θαλασσινού νερού, στην προσθήκη γλυκού νερού από το ξεπάγωμα των μόνιμα παγωμένων εδαφών που καλύπτουν κρύες περιοχές, από το λιώσιμο παγετώνων (ηπειρωτικών και της Γροιλανδίας), που συμβαίνουν εξαιτίας της υπερθέρμανσης του πλανήτη. Νέα έρευνα παρέχει τις πρώτες απτές αποδείξεις ότι η τήξη των πάγων σε Ανταρκτική και Γροιλανδία επιταχύνει την άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Οι επιστήμονες είδαν ότι τα τελευταία 20 χρόνια, τα πολικά παγοκαλύμματα που λιώνουν, έχουν ανεβάσει τη στάθμη των υδάτων κατά περισσότερα από 11 χιλιοστά. Τη δεκαετία του 1990, η τήξη των παγοκαλυμμάτων στους πόλους ήταν υπεύθυνη για το 10% της ανόδου της στάθμης της θάλασσας, όμως σήμερα το ποσοστό διαμορφώνεται σε πάνω από 30%.

Παρότι υπήρξαν μελέτες τα τελευταία χρόνια, που έδειχναν ότι το παγοκάλυμμα της ανατολικής Ανταρκτικής ενισχύεται, όπως εξήγησε ο Έρικ Άιβινς από το Jet

Propulsion Laboratory της NASA, τα δεδομένα δείχνουν «50% αύξηση των ρυθμών απώλειας» σε επίπεδο ηπείρου. Όσο για τη Γροιλανδία, σύμφωνα με τον Άιβινς, παρατηρείται σήμερα «απώλεια μάζας σχεδόν πενταπλάσια σε σχέση με τις αρχές της δεκαετίας του 1990». Η Γροιλανδία χάνει περίπου 200 κυβικά χιλιόμετρα πάγου το χρόνο.

Πριν από τον περασμένο αιώνα, η στάθμη της θάλασσας ανέβαινε πολύ πιο αργά. Μέσα στο 2005, έλιωσαν στο Βόρειο Πόλο 1.300.000 τετ. χμ. πάγων, περισσότερο από ό,τι συνήθως λιώνουν σε ένα χρόνο. Αυτό σημαίνει ότι μειώθηκε η κατάλευκη από τα χιόνια και τους πάγους επιφάνεια της Αρκτικής, που αντανακλά τις ηλιακές ακτίνες, κι αυξήθηκε η συγκριτικά πιο σκούρα επιφάνεια της ανοιχτή θάλασσας, που απορροφά την θερμότητα των ηλιαχτίδων. Με τη σειρά της, η αύξηση της θαλάσσιας θερμοκρασίας στην περιοχή επιταχύνει το λιώσιμο του πάγου που έχει απομείνει εκεί.

Σύμφωνα με διάφορα κλιματολογικά μοντέλα, η στάθμη των ωκεανών μπορεί να αυξηθεί κατά 18 έως 59 cm μέχρι το 2100. Και κάθε 1 εκατοστό άνοδου της στάθμης της θάλασσας αντιστοιχεί σε απώλεια ακτογραμμής 1 μέτρου.

Μια τέτοια αύξηση μπορεί να δημιουργήσει σοβαρές επιπτώσεις σε παράκτιες περιοχές με μεγάλους πληθυσμούς, όπως είναι το δέλτα του Νείλου, οι ακτές της Ινδίας και κάποια μικρά νησιά του Ειρηνικού. Επίσης ιστορικές πόλεις των ΗΠΑ ή της Ευρώπης (π.χ. Βενετία) θα αισθανθούν τα αποτελέσματα αν η στάθμη της θάλασσας ανέβει σημαντικά. Μεγάλο μέρος του κέντρου της Βοστώνης, για παράδειγμα, είναι χτισμένο πάνω σε επιχωματώσεις και σε χαμηλό ύψος. Αυτό σημαίνει ότι άνοδος της στάθμης της θάλασσας κατά 1 μέτρο θα είχε καταστροφικές κοινωνικές και



Εικόνα 16: Η Βενετία πλημμυρισμένη

οικονομικές επιπτώσεις. Εάν το στρώμα πάγου της Γροιλανδίας έλιωνε εντελώς, η στάθμη της θάλασσας θα ανέβαινε περίπου 7 μέτρα. Οι πρώτες συνέπειες της ανόδου της στάθμης της θάλασσας είναι οι αυξημένες πλημμύρες κατά τη διάρκεια θυελλωδών καταιγίδων και ο μόνιμος καταποντισμός παράκτιων περιοχών. Πιο ευάλωτες περιοχές είναι τα δέλτα των ποταμών -χαμηλού υψομέτρου περιοχές, όπου εκβάλλουν οι ποταμοί στη θάλασσα. Μερικές από τις μεγαλύτερες και πιο πυκνοκατοικημένες πόλεις του κόσμου βρίσκονται σε τέτοιες περιοχές. Περίπου 634 εκατομμύρια άνθρωποι ζουν στα πρώτα 10 μέτρα από τη στάθμη της θάλασσας. Σε κίνδυνο βρίσκονται επίσης και μικρά νησιά του Ειρηνικού, όπως αυτά του μικρού νησιώτικου έθνους του Τουβαλού. Με το σενάριο της ανύψωσης των υδάτων κατά 13 μέτρα, ένα μεγάλο μέρος αγγλικής ενδοχώρας θα βυθιζόταν κάτω από το νερό.

B. Εντονότερα ακραία καιρικά φαινόμενα

Επιστήμονες λένε πως όσο πιο πολύ θερμαίνονται οι υδάτινες περιοχές τόσο μεγαλώνει η πιθανότητα να μεταβληθεί η πορεία των θαλασσίων ρευμάτων. Αυτό θα προκαλέσει μεγάλες διεργασίες στην ατμόσφαιρα και την δημιουργία ακραίων και βίαιων καιρικών φαινομένων.

Παράλληλα η κατανομή και η συχνότητα των βροχοπτώσεων θα μεταβληθεί. Θα αυξηθούν οι πλημμύρες, οι καταιγίδες και γενικά οι ακραίες καιρικές συνθήκες θα είναι συχνότερες και εντονότερες. Σε άλλες περιοχές ξηρασίες και λειψυδρία θα θέσουν σε κίνδυνο την επιβίωση των κατοίκων. Σε άλλες θα έχουμε καταστροφικούς κυκλώνες.

Μια έρευνα για τις ηφαιστειακές εκρήξεις των προηγούμενων 300 χρόνων δείχνει ότι η ξαφνική δραστηριότητα στους μαγματικούς θαλάμους κάτω από τα ηφαιστεια μπορεί να είναι εποχιακή, αλλά και να επηρεάζεται από τη στάθμη των θαλασσών και τις μεταβολές του κλίματος.

Η αύξηση της θερμοκρασίας επιδρά στον φλοιό της Γης, μέσω της διαρκώς μεταβαλλόμενης πίεσης που ασκείται στον όγκο του νερού και του πάγου. Αρκεί να σκεφτεί κανείς πως ένα κυβικό μέτρο νερού ζυγίζει έναν τόνο- ίσος όγκος πάγου ζυγίζει 0,9

τόνους- για να φανταστεί την πίεση που δέχεται πλέον συνολικά η Γη. Επιπλέον, κάθε αλλαγή σε αυτόν τον όγκο, και την αντίστοιχα πίεση είναι δυνατόν να ενεργοποιήσει σεισμική και ηφαιστειακή δραστηριότητα, ακόμη και κατολισθήσεις στο βυθό της θάλασσας. Είναι φανερό πως η απομάκρυνση ενός χιλιομέτρου πάγου, που λιώνει εξαιτίας της αύξησης της θερμοκρασίας σε όλη τη Γη, επηρεάζει δραματικά τις ισορροπίες. Μέχρι σήμερα τέτοιου είδους αλλαγές γίνονταν αντιληπτές σε συγκεκριμένες περιόδους, όπως η αρχή ή το τέλος μιας εποχής παγετώνων. Στο άμεσο μέλλον, ωστόσο, αναμένεται να τις αντιλαμβανόμαστε και χωρίς την ύπαρξη τόσο ακραίων περιόδων.

Σύμφωνα με τους ειδικούς, ένα φαινόμενο «ντόμινο» συνδέει το την τήξη των πάγων με την υπερθέρμανση και τα ακραία γεωλογικά φαινόμενα: καθώς οι πολικές περιοχές θερμαίνονται, εξαιτίας των σταθερά αυξανόμενων εκπομπών θερμοκηπιακών ρύπων που προκαλεί ο άνθρωπος, διοχετεύουν ακόμη περισσότερο διοξείδιο του άνθρακα και μεθάνιο στην ατμόσφαιρα, που με τη σειρά τους ενισχύουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Οι επιστήμονες εκτιμούν πως η συχνότητα και η ένταση ακραίων γεωλογικών φαινομένων εξαρτάται πλέον από το ποιες και πόσες περιβαλλοντικές αλλαγές θα συμβούν εξαιτίας της αύξησης της παγκόσμιας θερμοκρασίας και το πόσο θα αντέξει ο φλοιός της Γης σε αυτές.

Γ. Εξαφάνιση ειδών

Η κλιματική αλλαγή θα επηρεάσει δραματικά τα οικοσυστήματα, για παράδειγμα, ξηρές συνθήκες μπορεί να προκαλέσουν την κατάρρευση των τροπικών δασών, όπως έχει συμβεί και στο παρελθόν. Έτσι θα κινδυνεύσουν και πιθανότατα δεν θα τα καταφέρουν πολλοί οργανισμοί που δεν θα τα καταφέρουν να προσαρμοσθούν στις νέες συνθήκες, και θα καταδικασθούν με εξαφάνιση.

Δ. Μόνιμοι κλιματικοί πρόσφυγες

Επιπτώσεις θα υπάρξουν και στους ανθρώπινους οικισμούς καθώς, αργά ή γρήγορα, κάποιες περιοχές θα αναγκαστούν να μεταναστεύσουν προς οποιοδήποτε μέρος προσφέρει καλύτερες συνθήκες διαβίωσης. Μια τέτοια μετανάστευση θα έχει τεράστιες διαστάσεις και ακόμα μεγαλύτερες επιπτώσεις. Οι περιβαλλοντικοί πρόσφυγες θα μετακινηθούν είτε από παράκτιες περιοχές που πλημμύρισαν προς την ενδοχώρα είτε λόγω ερημοποίησης της περιοχής που κατοικούσαν. Και στις δύο περιπτώσεις η μετακίνησή τους και η αναγκαστική εγκατάλειψη του τόπου τους συνιστά μια ανθρώπινη τραγωδία. Οι άνθρωποι αυτοί θα αναγκασθούν να εγκαταλείψουν περιουσίες, υποδομές και να ξεκινήσουν την ζωή τους από την αρχή σε έναν νέο τόπο που συνήθως δεν θα είναι φιλικός για αυτούς. Λόγω της μαζικότητας των μεταναστεύσεων που συμβαίνουν για περιβαλλοντικούς λόγους θα επέλθουν μοιραία συγκρούσεις σε σχέση με την επικράτηση επί των διαθέσιμων φυσικών πόρων. Το οικονομικό κόστος δε για τα κράτη που πλήττονται από τις κλιματικές αλλαγές θα είναι δυσβάσταχτο.



Εικόνα 17: Πρόσφυγες λόγω πλημμύρας στο Μπανγκλαντές.

Ε. Οικονομικές επιπτώσεις

Στον τομέα της γεωργίας οι κλιματικές ζώνες θα μετατοπιστούν, και θα συμπαρασύρουν και τις ζώνες βλάστησης. Η ευαισθησία των γεωργικών προϊόντων ποικίλει αρκετά από είδος σε είδος. Ενδεχομένως, κάποια είδη να μην μπορούν να ευδοκιμήσουν εκεί που καλλιεργούνταν μέχρι τώρα ενώ, κάποια άλλα να εμφανιστούν σε περιοχές που μέχρι πρόσφατα ήταν ακατάλληλες για αυτά. Γενικότερα κάποιες περιοχές θα ευνοηθούν ενώ κάποιες άλλες θα κινδυνέψουν. Μεγάλες θερμοκρασίες, μετατόπιση των μουσώνων και εκτεταμένες ξηρασίες, θα έχουν σίγουρα αρνητικό αντίκτυπο στις τροπικές και υποτροπικές περιοχές. Αντίθετα, αύξηση της θερμής περιόδου, σε περιοχές παραδοσιακά ψυχρές όπως η Βόρεια Ευρώπη και ο Καναδάς, θα τις ευνοήσει με καλύτερες και πλουσιότερες σοδειές.

Από την άλλη οι βιομηχανίες και τα προϊόντα τους είναι λιγότερο ευαίσθητες στις κλιματικές αλλαγές από τους υπόλοιπους τομείς. Μερικές όμως δραστηριότητες θα επηρεαστούν σημαντικά. Οι βιομηχανίες αγροτικών προϊόντων, η παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας και άλλων μορφών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αλλά και οι περισσότερες μορφές συγκοινωνίας είναι μερικές από τις πιο ευάλωτες ανθρώπινες υποδομές. Επίσης σε επικίνδυνη κατάσταση βρίσκονται όλες οι εγκαταστάσεις (βιομηχανίες, λιμάνια, πολεοδομικά συγκροτήματα, τουριστικά θέρετρα κτλ.), που βρίσκονται σε παράκτιες περιοχές, λόγω της ανόδου της θαλάσσιας στάθμης. Τον ίδιο κίνδυνο διατρέχουν και πολλά μικρά νησιά.

Ο τομέας της ενέργειας και της ενεργειακής κατανάλωσης θα επηρεαστεί σημαντικά. Για παράδειγμα λόγω της μείωσης του νερού στα υδροηλεκτρικά φράγματα στις περιοχές όπου θα πληγούν από ξηρασία ή του νερού που προορίζεται για την ψύξη των θερμικών και των πυρηνικών μονάδων ηλεκτροπαραγωγής. Επίσης πρόβλημα θα υπάρχει με τις ενεργειακές υποδομές εξαιτίας καταιγίδων και πλημμυρών και της αύξησης της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας για κλιματισμό.

ΣΤ. Επιπτώσεις στην υγεία

Σημαντικότερη θα είναι και η επίδραση της κλιματικής αλλαγής και στην υγεία. Οι τρεις κυριότερες κατηγορίες των κινδύνων για την υγεία είναι: (i) άμεσες επιδράσεις (που οφείλονται π.χ. σε κύματα καύσωνα, ή στην ενίσχυση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, ή σε φυσικές καταστροφές και καιρικές συνθήκες), (ii) προβλήματα που σχετίζονται με αλλαγές σε οικοσυστήματα (π.χ. απόδοση των καλλιεργειών, τα κουνούπια, θαλάσσια παραγωγικότητα), και (iii) έμμεσες επιπτώσεις που αφορούν την εξαθλίωση, τον εκτοπισμό, συγκρούσεις για τους πόρους (π.χ. νερό), και προβλήματα ψυχικής υγείας.

Μπορεί να αντιμετωπιστεί η κλιματική αλλαγή;

Σύμφωνα με τους επιστήμονες, για να αποφευχθούν τα καταστροφικά επίπεδα κλιματικής αλλαγής, (αν δεχθούμε ότι ο άνθρωπος συμβάλει σημαντικά σε αυτή) η συγκέντρωση των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα πρέπει να σταθεροποιηθεί στα 450-550 ppm (μέρη στο εκατομμύριο). Για να επιτευχθεί η σταθεροποίηση αυτή, οι παγκόσμιες εκπομπές πρέπει να μειωθούν κατά 80-90% πριν το τέλος του αιώνα. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με δύο τρόπους:

A) Την αποδοτικότερη χρήση της ενέργειας.

B) την χρήση ανανεώσιμων μορφών ενέργειας.

Το πρώτο μπορεί να συμβεί αφενός με βελτίωση της απόδοσης των μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, κατά δεύτερον με περιορισμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που μπορεί να συμβαίνουν κατά τη διάρκεια βιομηχανικών διεργασιών ή κατά την μεταφορά για παράδειγμα λόγω ελαττωματικού εξοπλισμού ή αστοχίας υλικών και τέλος με την τροποποίηση της σύστασης των καυσίμων .

Όσο για την χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας θα αναφέρουμε κυρίως την υδροηλεκτρικά εργοστάσια, ηλιακή, αιολική και γεωθερμία. Οι μορφές αυτές αφενός είναι ανανεώσιμες αφού οι πηγές τους είναι διαρκείς αφετέρου δεν επιβαρύνουν το

περιβάλλον με αέρια του θερμοκηπίου όπως κάνουν οι ευρέως χρησιμοποιούμενες μη ανανεώσιμες (πετρέλαιο, άνθρακας, φυσικό αέριο).



Εικόνα 18: Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Μια διαφορετική άποψη

Οι περισσότεροι επιστήμονες συμφωνούν ότι ο άνθρωπος είναι τουλάχιστον συνυπεύθυνος για την κλιματική αλλαγή που βιώνουμε. Παρόλα αυτά υπάρχει και η διαφορετική άποψη. Υπάρχουν αρκετοί επιστήμονες που αμφισβητούν τους παραπάνω ισχυρισμούς, ότι δηλαδή το φαινόμενο της υπερθέρμανσης οφείλεται σε ανθρώπινες δραστηριότητες και θεωρούν ότι η άποψη αυτή κρύβει πίσω της παιχνίδια πολιτικής και εξουσίας. Επισημαίνουν ότι η διαπίστωση ότι το CO₂ είναι υπεύθυνο για τον έλεγχο του κλίματος έχει προωθηθεί από τον Al Gore (πρώην αντιπρόεδρος των Η.Π.Α. και ιδρυτής της «Alliance for climate protection»), πράγμα το οποίο είναι ύποπτο κατά την γνώμη τους και έχει πολιτικές προεκτάσεις και σκοπιμότητες.

Θεωρούν ότι οι στατιστικές που είχε παρουσιάσει έχουν σκόπιμα ερμηνευτεί με λανθασμένο τρόπο. Οι καμπύλες μεταβολής της θερμοκρασίας και των συγκεντρώσεων του διοξειδίου στην ατμόσφαιρα, παρουσιάζουν μια ισχυρή συσχέτιση αλλά αυτό από μόνο του δεν φανερώνει ότι φταίει το διοξείδιο για την θερμοκρασία αφού θα μπορούσε να συμβαίνει το αντίστροφο (δηλαδή η αύξηση της θερμοκρασίας προκαλεί αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα). Μάλιστα θεωρούν ότι το δεύτερο συμβαίνει διότι όπως φαίνεται από τις καμπύλες το η καμπύλη του CO₂ υστερεί χρονικά από αυτήν της θερμοκρασίας. Σύμφωνα με αυτούς η υπερθέρμανση της γης απλά υφί-

σταται εξαιτίας φυσικών αιτίων και δεν έχει ο άνθρωπος ευθύνη, καθώς το κλίμα της γης ήταν πάντα μεταβλητό. Για παράδειγμα αναφέρουν υπήρξε τον 14^ο αιώνα μ.Χ. η μικρή εποχή των παγετώνων και ακόμα πιο πριν η μεσαιωνική θερμή περίοδος με θερμοκρασίες υψηλότερες απ' ότι σήμερα. Επιπροσθέτως η μεγαλύτερη αύξηση της θερμοκρασίας στον 20^ο αιώνα έγινε πριν το 1940 περίπου όπου η βιομηχανική παραγωγή ήταν ακόμα σε μεγάλο βαθμό περιορισμένη, ενώ κατά την διάρκεια της βιομηχανικής ανάπτυξης οι θερμοκρασίες άρχισαν να μειώνονται και άρχισαν να ανεβαίνουν το 1975 την περίοδο δηλαδή μιας οικονομικής κρίσης.

Επιπλέον, τα ποσοστά CO₂ που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα είναι πολύ μικρά σε σχέση με άλλα αέρια που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα ούτε είναι το σημαντικότερο από τα αέρια του θερμοκηπίου. Αξίζει επιπλέον να επισημανθεί ότι ο άνθρωπος παράγει ένα πολύ μικρό ποσοστό του είδη μικρού ποσοστού του CO₂, ενώ οι ωκεανοί από μόνοι τους παράγουν περισσότερο από όλες τις βιομηχανίες, Μ.Μ.Μ. και τις καθημερινές δραστηριότητες του ανθρώπου μαζί. Επίσης με βάση μελέτες που έχουν γίνει δεν έχει αποδειχθεί ποτέ ότι το CO₂ έχει καθορίσει την θερμοκρασία της γης. Το CO₂ είναι απαραίτητο για την διατήρηση της ζωής πάνω στη γη. Τα φυτά το χρησιμοποιούν και παράγουν οξυγόνο. Σε καιρούς που το CO₂ ήταν 10 φορές υψηλότερο οι δεινόσαυροι κυριαρχούσαν στη Γη.

Το θέμα της κλιματικής αλλαγής έχει πλέον πάρει πολιτικές διαστάσεις καθώς κατά αυτούς, πολιτικοί έχουν δωροδοκήσει Ακαδημίες επιστημονικές για να βγάλουν συμπεράσματα για την κλιματική αλλαγή τα οποία δεν έχουν επιστημονική βάση, καθώς παράγοντες όπως ο ήλιος δεν έχουν ληφθεί υπόψη. Ο ήλιος και ειδικότερα οι ηλιακές κηλίδες επηρεάζουν το κλίμα της γης, αφού αυτές είναι που παράγουν την ηλιακή ακτινοβολία και σύμφωνα με μελέτη του Δανικού Μετεωρολογικού Ινστιτούτου η συμπεριφορά του ήλιου έχει στενή σχέση με την θερμοκρασία της γης. Υπάρχει μια ιδιαίτερη σχέση μεταξύ ήλιου και σύννεφων, πιο αναλυτικά τα σύννεφα ελέγχουν τα ποσά της ηλιακής ακτινοβολίας που πέφτουν πάνω στη γη, τα σύννεφα δημιουργούνται με τη βοήθεια της ηλιακής ακτινοβολίας, η οποία ελέγχεται από τον ήλιο. Πρέπει να επισημανθεί ότι οι κλιματικές διαταραχές (τυφώνες, ανεμοστρόβιλοι) οφείλονται στις διαφορές θερμοκρασίας ανάμεσα στις τροπικές ζώνες και τους

πόλους, όμως τις αποδίδουμε στην κλιματική αλλαγή. Αν αυτό ίσχυε τότε θα είχαμε ένα πιο ζεστό πλανήτη οπότε οι διαφορές μεταξύ πόλων και τροπικών ζωνών θα ήταν ασήμαντες.

Η αλήθεια είναι, σύμφωνα με αυτούς που αντιτίθενται στην θεωρία τις υπερθέρμανσης, ότι τα τελευταία 9 περίπου χρόνια ο πλανήτης βρίσκεται σε μια κατάσταση ψύξης, ενώ η αύξηση της στάθμης της θάλασσας οφείλεται σύμφωνα με επιστήμονες στη διαστολή των ωκεανών. Ως αποτέλεσμα η στάθμη της θάλασσας δεν αυξάνεται, και αν αυξάνεται αυτό γίνεται με πολύ αργούς ρυθμούς. Ακόμα ο πληθυσμός των αρκτικών αρκούδων δεν μειώνεται, ενώ αντίθετα τα τελευταία χρόνια ο πληθυσμός τους έχει αυξηθεί. Αυτό συμβαίνει λόγω της ψύξης των τελευταίων 9 ετών, αφού το στρώμα πάγου έχει αυξηθεί βοηθώντας και την αύξηση του πληθυσμού των αρκούδων.



Εικόνα 19

Ερωτηματολόγιο

Για να ελέγξουμε την άποψη των συμμαθητών μας για την κλιματική αλλαγή μοιράσαμε το παρακάτω ερωτηματολόγιο. Απάντησαν και καθηγητές του σχολείου μας.

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ για την ερευνητική εργασία του τμήματος Α4 «Κλιματική αλλαγή μια πραγματικότητα που πρέπει να αντιμετωπίσουμε»

1. Τι ηλικία έχετε;

 Από 15 -25 Από 25-35 Από 35 και άνω
2. Ο τόπος διαμονής σας είναι:

 Πόλη Ορεινή περιοχή Πεδινή περιοχή Παραθαλάσσια
3. Πώς σας φαίνεται το κλίμα στην Ζάκυνθο;

 Θερμό Ήπιο Υγρό Ξηρό
4. Λαμβάνετε υπόψη σας τις απόψεις των επιστημόνων για την κλιματική αλλαγή;

 Αρκετά Λίγο Καθόλου
5. Έχετε παρατηρήσει ήδη κάποιες αλλαγές στο κλίμα του τόπου σας; Εάν ναι αναφέρετε μια.

 Ναι (.....) Όχι
6. Έχετε παρατηρήσει ήδη κάποιες αλλαγές στο παγκόσμιο κλίμα; Εάν ναι αναφέρετε μια.

 Ναι (.....) Όχι
7. Πιστεύετε ότι στο μέλλον οι αλλαγές του κλίματος θα επηρεάσουν τις ζωές μας;

 Ναι, κατά πολύ Ναι, αλλά όχι αισθητά Καθόλου
8. Ποιο από τα παρακάτω προβλήματα θεωρείτε ότι θα μας απασχολήσει στο κοντινό μέλλον;

 Ξηρασία Υψηλές θερμοκρασίες Άνοδος στάθμης θάλασσας

 Βίαια καιρικά φαινόμενα
9. Πιστεύετε ότι η κλιματική αλλαγή οφείλεται :

 Μόνο σε ανθρώπινες δραστηριότητες

 Μόνο σε φυσικές δραστηριότητες

 Και στα δύο παραπάνω
10. Ποιες ανθρώπινες δραστηριότητες νομίζετε ότι συντελούν στην υπερθέρμανση του πλανήτη;

 Βιομηχανία Συγκοινωνίες

 Καταστροφή δασών Μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
11. Θεωρείτε ότι ο άνθρωπος μπορεί να αποτρέψει το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής; Αν ναι, προτείνετε τρόπους.

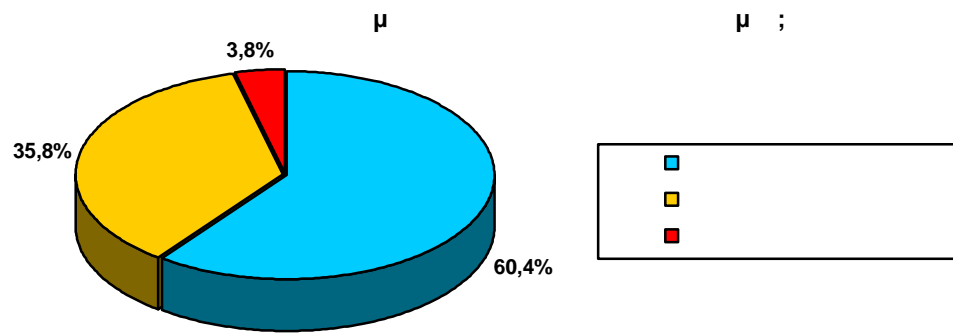
 Ναι (.....)

 Όχι

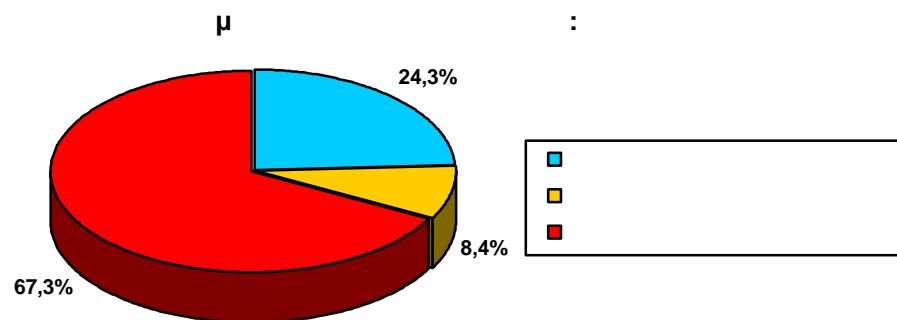
12. Σε 50 χρόνια πως φαντάζεστε τον πλανήτη;
 Χειρότερο Καλύτερο Όπως σήμερα
13. Πάνω από τα μισά ζώα και φυτά που υπάρχουν αυτή τη στιγμή στον πλανήτη θα εξαφανιστούν μέσα στα επόμενα χρόνια εξαιτίας της "κλιματικής αλλαγής". Πως νιώθετε γι' αυτό;
 Αδιάφορα
 Είναι κρίμα
 Η φύση θα βρει τον τρόπο να ανταπεξέλθει σε αυτό
 Εμείς να είμαστε καλά
14. Είστε ενήμεροι για τυχόν ομάδες ή οργανώσεις που δραστηριοποιούνται για περιβαλλοντολογικά θέματα στην περιοχή σας;
 Ναι Όχι
15. Συμμετέχετε ενεργά σε κάποιες από αυτές (τις περιβαλλοντικές οργανώσεις);
 Ναι Όχι

Οι απαντήσεις που πήραμε ήταν:

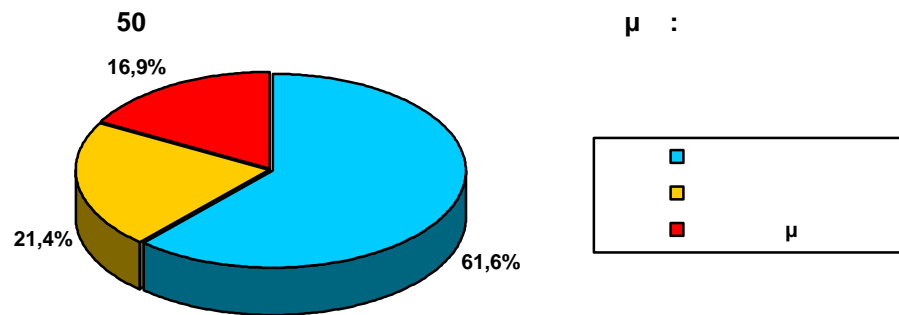
1. Τι ηλικία έχετε;
Από 15 -25: **97** Από 25-35: **3** Από 35 και άνω: **13**
2. Ο τόπος διαμονής σας είναι:
Πόλη: **47** Ορεινή περιοχή: **8** Πεδινή περιοχή: **45** Παραθαλάσσια: **23**
3. Πώς σας φαίνεται το κλίμα στην Ζάκυνθο;
Θερμό: **15** Ήπιο: **39** Υγρό: **54** Ξηρό: **2**
4. Λαμβάνετε υπόψη σας τις απόψεις των επιστημόνων για την κλιματική αλλαγή;
Αρκετά: **33** Λίγο: **57** Καθόλου: **18**
5. Έχετε παρατηρήσει ήδη κάποιες αλλαγές στο κλίμα του τόπου σας; Εάν ναι αναφέρετε μια.
Ναι: **64**
Όχι: **53**
6. Έχετε παρατηρήσει ήδη κάποιες αλλαγές στο παγκόσμιο κλίμα; Εάν ναι αναφέρετε μια.
Ναι: **67**
Όχι: **37**
7. Πιστεύετε ότι στο μέλλον οι αλλαγές του κλίματος θα επηρεάσουν τις ζωές μας;
Ναι, κατά πολύ: **64** Ναι, αλλά όχι αισθητά: **38** Καθόλου: **4**



8. Ποιο από τα παρακάτω προβλήματα θεωρείτε ότι θα μας απασχολήσει στο κοντινό μέλλον;
 Ξηρασία: **16** Υψηλές θερμοκρασίες: **53** Άνοδος στάθμης θάλασσας: **38**
 Βίαια καιρικά φαινόμενα: **34**
9. Πιστεύετε ότι η κλιματική αλλαγή οφείλεται :
 Μόνο σε ανθρώπινες δραστηριότητες: **26**
 Μόνο σε φυσικές δραστηριότητες: **9**
 Και στα δύο παραπάνω: **72**



10. Ποιες ανθρώπινες δραστηριότητες νομίζετε ότι συντελούν στην υπερθέρμανση του πλανήτη;
 Βιομηχανία: **58**
 Συγκοινωνίες: **25**
 Καταστροφή δασών: **36**
 Μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας: **38**
11. Θεωρείτε ότι ο άνθρωπος μπορεί να αποτρέψει το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής; Αν ναι, προτείνετε τρόπους.
 Ναι: **63**
 Όχι: **46**
12. Σε 50 χρόνια πως φαντάζεστε τον πλανήτη;
 Χειρότερο: **69**
 Καλύτερο: **24**
 Όπως σήμερα: **19**



13. Πάνω από τα μισά ζώα και φυτά που υπάρχουν αυτή τη στιγμή στον πλανήτη θα εξαφανιστούν μέσα στα επόμενα χρόνια εξαιτίας της "κλιματικής αλλαγής". Πώς νιώθετε γι' αυτό;
 Αδιάφορα: **3**
 Είναι κρίμα: **71**
 Η φύση θα βρει τον τρόπο να ανταπεξέλθει σε αυτό: **23**
 Εμείς να είμαστε καλά: **16**
14. Είστε ενήμεροι για τυχόν ομάδες ή οργανώσεις που δραστηριοποιούνται για περιβαλλοντολογικά θέματα στην περιοχή σας;
 Ναι: **67**
 Όχι: **43**
15. Συμμετέχετε ενεργά σε κάποιες από αυτές (τις περιβαλλοντικές οργανώσεις);
 Ναι: **17**
 Όχι: **92**

Η έρευνα περιορίστηκε σε μαθητές του σχολείου μας. Ο τόπος διαμονής τους ήταν μοιρασμένος, σε διάφορες περιοχές με διαφορετικά είδη κλίματος. Οι περισσότεροι που ρωτήθηκαν έχουν χαρακτηρίσει το κλίμα της Ζακύνθου ήπιο και υγρό το οποίο συμφωνεί με την κοινή άποψη. Το μεγαλύτερο ποσοστό των ερωτηθέντων ανησυχεί σχετικά με τη κλιματική αλλαγή από λίγο έως πολύ. Όσον αφορά για το αν έχουν παρατηρήσει κλιματική αλλαγή στο τόπο τους οι απόψεις διίστανται. Στο παγκόσμιο κλίμα οι ερωτηθέντες όμως έχουν αρχίσει να βλέπουν αλλαγές με κυριότερη το λιώσιμο των πάγων (όπως προφανώς πληροφορούνται από τα μέσα μαζικής ενημέρωσης). Το μεγαλύτερο ποσοστό φαίνεται προβληματισμένο για τις αλλαγές και το πως θα επηρεαστεί η ζωή μας στο μέλλον. Αυτά που προκαλούν την μεγαλύτερη ανησυχία είναι αφενός οι υψηλές θερμοκρασίες και ακολουθεί η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, τα βίαια καιρικά φαινόμενα και τέλος η ξηρασία. Οι περισσότεροι θεωρούν πως η ευθύνη για την κλιματική αλλαγή μοιράζεται στις ανθρώπινες δραστη-

ριότητες και σε φυσικές διαδικασίες. Κατά την γνώμη τους η βιομηχανία συντελεί περισσότερο από τις υπόλοιπες παραμέτρους (χωρίς όμως αυτές να υστερούν σημαντικά) στη υπερθέρμανση του πλανήτη. Κατά την γνώμη της πλειοψηφίας ο άνθρωπος, μπορεί με προσπάθεια να αποτρέψει το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής αρκεί να αλλάξει τις συνήθειές του και να χρησιμοποιήσει περισσότερο ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Σε πενήντα χρόνια από τώρα οι περισσότεροι φαντάζονται το πλανήτη σε χειρότερη κατάσταση. Η απαισιόδοξη άποψη κάποιων επιστημόνων ότι στα επόμενα χρόνια πάνω από τα μισά ζώα και φυτά που υπάρχουν στο πλανήτη θα έχουν εξαφανιστεί δεν άφησε αδιάφορους τους ερωτηθέντες με τους περισσότερους να δηλώνουν την λύπη τους για το γεγονός.

Αν και γνωρίζουν την ύπαρξη ομάδων ή οργανώσεων που δραστηριοποιούνται για το περιβάλλον είναι λυπηρό ότι το ποσοστό των συμμετεχόντων σε αυτές τις ομάδες/οργανώσεις είναι πολύ μικρό.

Συμπεράσματα

Αποτελεί πραγματικότητα το γεγονός ότι ένα από τα πιο πολυσυζητημένα θέματα στις μέρες μας είναι η κλιματική αλλαγή σε παγκόσμιο επίπεδο. Γι' αυτό επιλέξαμε το θέμα της ερευνητικής εργασίας. Είναι αλήθεια ότι πάνω στο θέμα «κλιματική αλλαγή» οι απόψεις δίστανται. Πιο συγκεκριμένα, μέσα από την συνεχή συλλογή πληροφοριών επ' αυτού του θέματος διαπιστώσαμε ότι μεγάλος αριθμός επιστημόνων υποστηρίζουν ότι η κλιματική αλλαγή είναι αποτέλεσμα της κακής συμπεριφοράς των ανθρώπων απέναντι στη φύση και γενικότερα στο περιβάλλον. Σε αντίθεση με μια άλλη μερίδα επιστημόνων οι οποίοι υποστηρίζουν ότι η κλιματική αλλαγή που παρατηρούμε γύρω μας (π.χ. λιώσιμο των πάγων, αύξηση της θερμοκρασίας κ.α.) είναι κάτι που έχει ξανασυμβεί στο παρελθόν και απλώς επαναλαμβάνεται ως κύκλος, και δεν έχει άμεση σχέση με τις ανθρώπινες δραστηριότητες.

Αμετάθετο χρέος έχουμε όλοι ως κοινωνία αλλά και ως άτομα να προστατέψουμε, όσο είναι στο χέρι μας, το περιβάλλον. Ακόμη και αν δεν οφείλεται αποκλειστικά σε ανθρωπογενείς παράγοντες η κλιματική αλλαγή, δεν μπορεί να αρνηθεί κανείς στην άποψη ότι έστω κατά ένα μέρος οφείλεται. Έτσι, πρέπει, αφού μπορούμε, να εμποδίσουμε την καταστροφή του περιβάλλοντος. Παρατηρούμε ότι κατά καιρούς το κράτος εφαρμόζει δράσεις για ένα πιο καθαρό και υγιές περιβάλλον. Αυτό μπορούμε να το επιβεβαιώσουμε με μια φράση η οποία χρησιμοποιείται από τις κυβερνήσεις: «Αειφόρος (Βιώσιμη) Ανάπτυξη». Δηλαδή, ανάπτυξη η οποία στηρίζεται στην ορθολογική χρήση των φυσικών πόρων έτσι ώστε να μην διακυβεύεται η δυνατότητα χρήσης των πόρων αυτών και από τις μελλοντικές γενεές.

Επειδή επικρατεί η άποψη ότι η κλιματική αλλαγή είναι είτε άμεσα είτε έμμεσα συνδεδεμένη με ανθρωπογενείς δραστηριότητες πρέπει να αναζητήσουμε ένα πιο οικολογικό τρόπο ζωής. Με άλλα λόγια, θα πρέπει να μειώσουμε την υπερβολική παραγωγή καυσαερίων. Παράλληλα, η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (αιολική, ηλιακή κ.α.), μόνο καλά μπορεί να προσφέρει.

Σκοπός αυτής της ερευνητικής εργασίας ήταν από την αρχή, η όσο το δυνατόν σωστότερη ενημέρωσή μας, έτσι ώστε να αποκτήσουμε μια ορθή άποψη επ' αυτού του

θέματος. Επιπλέον, μέσα από αυτήν την διαδικασία θέλουμε να περάσουμε ως μήνυμα ότι πρέπει να ευαισθητοποιηθούμε όλοι σαν κοινωνία για το περιβάλλον γιατί είναι το μέρος στο οποίο ζούμε, αναπαραγόμαστε, τρεφόμαστε και γενικότερα περνάμε ολόκληρη την πορεία της ζωής μας. Έτσι, είναι φυσικό το ότι θα πρέπει να το προστατέψουμε και να το διατηρήσουμε καθαρό και κατάλληλο για μια υγιή ζωή.



Εικόνα 20

Βιβλιογραφία

- ΒΙΒΛΙΟ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ Α΄ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ
- ΒΙΒΛΙΟ ΓΕΩΛΟΓΙΑ-ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ Β΄ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ
- ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ [Οδηγός εκπαιδευτικών] - Δ. Μελάς, Γ. Ασωνίτης, Β. Αμοιρίδης
- «ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΙ ΠΡΟΣΦΥΓΕΣ» - [Διπλωματική Εργασία]
- Μητροπούλου Ιωάννα-Μαρία
- http://www.ehow.com/about_4616962_what-average-temperature-earth.html
- «Ο Καιρός, το Κλίμα, το Ανθρωπογενές Περιβάλλον και οι αλληλεπιδράσεις τους» -
<http://5dim-pyrgou.ilei.sch.gr/climate>
- «Climate change & Marine Ecosystems – Educational Pack» - http://www.euroceans.info/medias/documents/malette_GR.pdf
- «Atmosphere-Ocean Climate Interactions» - <http://www.pfeg.noaa.gov/research/climatemarine/cmfoceanatm/cmfoceanatm2.html>
- <http://www.youtube.com/watch?v=DKnVEFI1ALM>
- «Θεματική Ενότητα: Κλιματική Αλλαγή» - ΠΥΛΗ ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ - <http://www.env-edu.gr/>
- «Οι επιπτώσεις του φαινομένου του Θερμοκηπίου» - Σώκος Χρήστος – Δασολόγος Περιβαλλοντολόγος - <http://www.rodia-elafos.gr/portal/perivantologika/80---to--toy->
- «Το φαινόμενο του θερμοκηπίου» - <http://www.aegean.gr/gympeir/thermokipio.htm>
- « WWF Εκστρατεία για την Κλιματική Αλλαγή» - climate.wwf.gr/
- «Το φαινόμενο του Θερμοκηπίου» - Άρθρο στην ΝΕΑ ΑΚΡΟΠΟΛΗ από το επιστημονικό περιοδικό Περισκόπιο της επιστήμης Νο 140-127-156 - <http://www.nea-acropoli.gr/index.php>

- «Ο ΗΛΙΟΣ , 'Ένα λαμπρό παρελθόν κι ένα ακόμα λαμπρότερο μέλλον» - *Douglas R O Morisson* - <http://www.physics.ntua.gr/POPPHYS/articles/Sun.html>
- «ΚΛΙΜΑ – Τελευταίες Ειδήσεις» - www.econews.gr/category/climate/
- www.wikipedia.gr
- www.propagator.gr