



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ ΠΟΡΩΝ**

**ΕΡΓΑΣΙΑ**

ΓΙΑ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ

**ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ**

---

**ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ ΚΑΙ ΣΤΑΘΜΗ**  
**ΘΑΛΑΣΣΑΣ**

---

**ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ ΠΑΡΑΣΧΟΣ**

*Εργαστήριο Γεωδαισίας & Πληροφορικής των Γεωεπιστημών*

*Διευθυντής: Καθηγητής Μερτίκας Στυλιανός*

*Υπεύθυνος : Φραντζής Ξενοφών*

ΧΑΝΙΑ, 2012



# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	4
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ : ΚΛΙΜΑ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ</b>	
1. Κλίμα	6
2. Κλιματική αλλαγή	8
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ : ΤΑ ΑΙΤΙΑ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ</b>	
1. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου	10
2. Η τρύπα του όζοντος	12
3. Η ρύπανση του περιβάλλοντος	14
4. Η όξινη βροχή	16
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ : ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ</b>	
1. Η άνοδος της θερμοκρασίας	18
2. Το λιώσιμο των πάγων	19
4. Τα ακραία καιρικά φαινόμενα	20
5. Η άνοδος της στάθμη της θάλασσας	20
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ : Η ΑΝΟΔΟΣ ΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ</b>	
1. Ελλάδα	23
2. Αρκτική	25
3. Ανταρκτική	28
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ: Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ</b>	32
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ : ΤΙ ΜΠΟΡΟΥΜΕ ΝΑ ΚΑΝΟΥΜΕ ΓΙΑ ΝΑ ΣΩΣΟΥΜΕ ΤΟΝ ΠΛΑΝΗΤΗ</b>	38
<b>ΕΠΙΛΟΓΟΣ</b>	41
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	43

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η κλιματική αλλαγή, είναι από τα σημαντικότερα προβλήματα που αντιμετωπίζει η ανθρωπότητα σήμερα. Η συμμετοχή του ανθρώπου στην καταστροφή του περιβάλλοντος, είναι καθοριστική, καθώς οι δράσεις του συμβάλλουν καθημερινά σε ραγδαίες κλιματικές αλλαγές, που σύμφωνα με μελέτες ειδικών, είναι σε θέση σε ορισμένα χρόνια να θέσουν σε κίνδυνο, τη βιωσιμότητα του ίδιου του πλανήτη. Πάρα τις έντονες ενστάσεις μίας μερίδας ατόμων για την ύπαρξη κλιματικής αλλαγής, έχει αποδειχθεί πλήρως ότι η παγκόσμια θερμοκρασία έχει αυξηθεί κατά 0,74°C, σε σχέση με τα προβιομηχανικές εποχές (WWF Ελλάς 2012).

Τα αίτια που θέτουν σε κίνδυνο την παγκόσμια ισορροπία, ποικίλουν. Η μόλυνση της ατμόσφαιρας, του νερού και του εδάφους, η όξινη βροχή, η ρύπανση του περιβάλλοντος, η τρύπα του όζοντος και πολλά ακόμη αίτια, έχουν οδηγήσει τα τελευταία χρόνια στην έξαρση έντονων καιρικών φαινομένων, και την κατάργηση εν μέρει των τεσσάρων εποχών. Η σχέση του ανθρώπου με την φύση, βρίσκεται πλέον σε πλήρη αποξένωση, με αποτέλεσμα καύσωνες, έντονες βροχοπτώσεις, ξηρασίες, και τυφώνες, ν' αποτελούν καθημερινά φαινόμενα σε πολλά σημεία του πλανήτη, και την ευθύνη για τη δημιουργία τους, φέρει η αλόγιστη επιθυμία του ανθρώπου για ευημερία και ανάπτυξη.

Οι επιπτώσεις των εν λόγω κλιματικών αλλαγών, έχουν σοβαρές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία παγκοσμίως, μέσω ασθενειών και επιδημιών που οφείλονται στο περιβαλλοντικό πρόβλημα. Επιπλέον, σημαντική συνέπεια αποτελεί η άνοδος της θερμοκρασίας του πλανήτη, που οδηγεί καθημερινά στο λιώσιμο των πάγων που καταλήγει στις θάλασσες και οδηγεί την άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Το μείζον αυτό πρόβλημα, αν δεν υπάρξει η κατάλληλη πρόληψη και αντιμετώπιση από τις ηγεσίες του πλανήτη, πολύ σύντομα είναι πιθανό να οδηγήσει ακόμα και στην εξαφάνιση ορισμένων κρατών, που καλυφθούν από νερό. Συγκεκριμένα, αν η παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας, ξεπεράσει τους 2°C, οι πλημμύρες στις ακτές, θα θέσουν σε κίνδυνο τη ζωή περίπου 50 εκατομμυρίων ανθρώπων, ενώ αν ξεπεράσει τους 3°C, η μετανάστευση σε άλλες χώρες και περιοχές, θα καταστεί μοναδική λύση, για μία μεγάλη μερίδα του πληθυσμού.

Η αντιμετώπιση του προβλήματος, μπορεί να επέλθει μόνο μέσα από συλλογικές, αλλά και μεμονωμένες, δράσεις των ατόμων, παγκοσμίως. Η ευαισθητοποίηση της κοινής γνώμης από

τις χώρες-κράτη για τη σοβαρότητα του προβλήματος και η ενημέρωση για την επικινδυνότητα της κλιματικής αλλαγής και των συνεπειών της, κρίνονται αναγκαία, ώστε ν' αποφευχθεί όσο το δυνατό ταχύτερα η καταστροφή του περιβάλλοντος και η δημόσια υγεία.

Στην παρούσα εργασία, θ' αναλυθεί το πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής και θα δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στην άνοδο της θερμοκρασίας και κατά συνέπεια της στάθμης της θάλασσας. Στο πρώτο κεφάλαιο, θα γίνει μία εισαγωγή στους όρους «κλίμα» και «κλιματική αλλαγή», με απώτερο σκοπό, την κατανόηση του κλιματικού συστήματος. Στη συνέχεια στο δεύτερο κεφάλαιο, θα παρουσιαστούν οι αιτίες του φαινομένου. Στο τρίτο κεφάλαιο, θα παρουσιασθούν οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και παράλληλα, θα γίνει μία εκτενής αναφορά στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας, την οποία μελετά κατά κύριο λόγο το υπό πραγμάτευση θέμα. Στο τέταρτο κεφάλαιο, θ' αναλυθούν οι κίνδυνοι της κλιματικής αλλαγής στη χώρα μας και οι προβλεπόμενες επιπτώσεις του προβλήματος παγκοσμίως, σύμφωνα με την Τέταρτη Έκθεση Αξιολόγησης της IPCC, αλλά και με βάση τις εξελίξεις που διαδραματίζονται καθημερινά σε πολλά σημεία του πλανήτη. Επιπλέον, στο τέταρτο κεφάλαιο θα παρουσιαστεί η συμβολή της επιστήμης της γεωδαισίας και στη συγκεκριμένα η λειτουργία της δορυφορικής αλτιμετρίας, στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, και τέλος, στο έκτο κεφάλαιο, θα παρουσιασθούν οι δράσεις των ατόμων, που είναι ικανές να συνεισφέρουν στον περιορισμό και την εξάλειψη της καταστροφής του περιβάλλοντος που τελείται καθημερινά, καθώς τα ίδια τα άτομα, αποτελούν την πηγή του προβλήματος που έχει θέσει σε κίνδυνο τη ζωή του πλανήτη μας.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

### ΚΛΙΜΑ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

#### 1. Κλίμα


Με τον όρο «κλίμα» ορίζεται η μέση καιρική κατάσταση ή καλύτερα ο μέσος καιρός μιας περιοχής, που προκύπτει από τις μακροχρόνιες παρατηρήσεις των διάφορων μετεωρολογικών στοιχείων. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το κλίμα, είναι κάτι διαφορετικό από τον καιρό, οποίος χαρακτηρίζεται σαν μια φυσική κατάσταση της ατμόσφαιρας κατά τη διάρκεια μιας μικρής χρονικής περιόδου. Το κλίμα, παίζει σπουδαίο ρόλο, τόσο στο φυτικό όσο και στο ζωικό κόσμο. Από το κλίμα ορίζονται οι ζώνες της βλάστησης, καθώς και η κατανομή των ζώων και των ανθρώπων πάνω στη γη. Ο τύπος ενός κλίματος συνήθως καθορίζεται από την ταξινόμηση κατά Köppen, που υιοθετεί διαφορετικές κλιματικές ζώνες με βάση τη βλάστηση κάθε περιοχής. Στη μεταβολή του κλίματος, συντελούν το γεωγραφικό πλάτος και υψόμετρο, η διανομή ξηράς και θάλασσας, το ανάγλυφο και κάλυψη του εδάφους, οι άνεμοι, τα κέντρα υψηλής και χαμηλής πίεσης κ.ά.<sup>1</sup>

Ο Alexandrer Hubmolt, από την άλλη, διατύπωσε ένα ορισμό για το κλίμα, ο οποίος αναφέρεται στην επιρροή που ασκείται σε αυτό, από τον παράγοντα άνθρωπο: «κλίμα, είναι οι αλλαγές της ατμόσφαιρας που επηρεάζουν σημαντικά τις αισθήσεις του ανθρώπου, όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, η αλλαγή της βαρομετρικής πίεσης του αέρα, ο άνεμος, η καθαρότητα της ατμόσφαιρας, ή η παρουσία βλαβερών αερίων». Ο ορισμός αυτός, όπως θα δούμε στη συνέχεια, είναι ο πλησιέστερος για το κλίμα, καθώς η κυριότερη αιτία των κλιματικών αλλαγών, είναι η δραστηριότητα του ανθρώπου που συντελεί καθοριστικά στην επιδείνωση των αλλαγών.

Θα πρέπει ν' αναφέρουμε ακόμα, ότι το κλίμα διαιρεί τον πλανήτη σε πέντε ζώνες, την ισημερινή ή διακεκαυμένη, δύο εύκρατες και δύο πολικές ζώνες. Η διαίρεση αυτή που έγινε από τους Έλληνες τον 5ο αι., στη συνέχεια βελτιώθηκε, διαιρώντας τον πλανήτη σε ζώνες θερμοκρασίας ανέμου και βροχής. Καθώς οι εν λόγω ζώνες δε μπορούν να έχουν το ίδιο κλίμα, ακολούθησε μια εκ νέου ταξινόμηση, κατά την οποία ενώνονται τα διάφορα κλιματικά στοιχεία και συνιστούν τους κλιματικούς τύπους. Οι βασικότεροι κλιματικοί τύποι είναι ο ηπειρωτικός ή χερσαίος, ο θαλάσσιος ή ωκεάνιος και ο τύπος ορέων και ύψους. Στην κάτωθι εικόνα, παρουσιάζονται τα κλίματα σύμφωνα με την ταξινόμηση του Köppen<sup>2</sup>.



Το μακροκλίμα της Γής

 <u>Τροπικό κλίμα ομβρόφιλων δασών</u>	 <u>Κλίμα σαβάνας</u>
 <u>Κλίμα στέπας</u>	 <u>Κλίμα ερήμου</u>
 <u>Κλίμα μεσογειακού τύπου</u>	 <u>Υγρό εύκρατο κλίμα</u>
 <u>Σινικό κλίμα</u>	 <u>Υγρό ηπειρωτικό κλίμα</u>
 <u>Διασιβηρικό κλίμα</u>	 <u>Ψυχρό κλίμα, ξηρό κατά τους θερινούς μήνες</u>
 <u>Κλίμα τούνδρας</u>	 <u>Πολικό κλίμα</u>

Το κλίμα στον πλανήτη Γη, εμφανίζει σημαντικές διακυμάνσεις χρονικά, εξ αιτίας ποικίλων παραγόντων. Οι παράγοντες αυτοί, αφορούν την ηλιακή δραστηριότητα της οποίας η ένταση αυξάνεται διαρκώς, την τροχιά της Γης, καθώς και τους μετεωρίτες που είτε προσκρούονται στη Γη, είτε ουράνια σώματα τα οποία προσεγγίζουν τον πλανήτη και αφορούν εξωτερικά αίτια τα οποία συνδράμουν στην αλλαγή του κλίματος. Επιπλέον, ορισμένα φυσικά αίτια, όπως η ηφαιστειακή δράση –που είναι πιθανό μέσω των εκρήξεων ηφαιστειών να προκαλέσει τη δημιουργία παγετώνων, αλλά και λόγω άλλων απρόβλεπτων φυσικών φαινομένων –όπως η αύξηση της θερμοκρασίας, είναι δυνατό να επηρεάσουν το κλίμα του πλανήτη και να δημιουργήσουν απροσδόκητες αλλαγές.

Η σημαντικότερη όμως παράμετρος, η οποία επηρεάζει το κλίμα είναι η ανθρώπινη δραστηριότητα. Έτσι, οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, η εξαφάνιση των δασών εξ αιτίας της μετατροπής τους σε καλλιεργούμενες εκτάσεις από τον άνθρωπο, η ρύπανση της ατμόσφαιρας κ.α., αποτελούν το σημαντικότερο παράγοντα που επηρεάζει το κλίμα και οδηγεί σε κλιματικές αλλαγές που βλάπτουν θανάσιμα τη βιωσιμότητα του πλανήτη (Παπαγεωργίου & Καραφέρη & Μανταφούνης 2008).

Έτσι, αφού μελετήσαμε το κλίμα και τι συμβάλει στην αλλαγή αυτού, θα πρέπει τώρα να δούμε τι ορίζεται «κλιματική αλλαγή» και τι έπεται η ύπαρξη της, για τη ζωή του πλανήτη Γη.

## 2. Κλιματική αλλαγή

Με τον όρο κλιματική αλλαγή, αναφερόμαστε στη μεταβολή του παγκόσμιου κλίματος και ειδικότερα στις μεταβολές των μετεωρολογικών συνθηκών. Οι μεταβολές αυτές, αφορούν σημαντικές διακυμάνσεις της μέσης κατάστασης του κλίματος ή της μεταβλητότητάς του. Τα αποτελέσματα τους, δεν εμφανίζονται άμεσα, αλλά σε βάθος χρόνου δεκαετιών ή ακόμη και περισσότερων ετών (United Nations 1992).

Η κλιματική αλλαγή, είναι γνωστή και με τον όρο «φαινόμενο του θερμοκηπίου». Συγκεκριμένα, αναφέρεται στην αύξηση της θερμοκρασίας της γης, η οποία προκαλείται από την αύξηση στην ατμόσφαιρα των συγκεντρώσεων αερίων, που έχουν την ιδιότητα να παγιδεύουν θερμότητα -όπως συμβαίνει με το γυαλί, που παγιδεύει τη θερμότητα σε ένα θερμοκήπιο. Από τα «αέρια του θερμοκηπίου», το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) παίζει καθοριστικό ρόλο στην κλιματική αλλαγή, καθώς αντιστοιχεί στο 80% των συνολικών εκπομπών. Η σημαντική αύξηση των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, οφείλεται σε ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Σύμφωνα με τις μετρήσεις εμπειρογνομόνων, η μέση θερμοκρασία του πλανήτη έχει αυξηθεί κατά 0,76°C από το 1850. Τα τελευταία 50 χρόνια, η αύξηση αποδίδεται στο μεγαλύτερο βαθμό σε ανθρωπογενείς πηγές. Οι ανθρωπογενείς εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου οφείλονται κυρίως στην καύση ορυκτών, τη γεωργία και τις αλλαγές στις χρήσεις γης όπως η αποψίλωση των δασών. (Υπουργείο Περιβάλλοντος 2012). Ειδικότερα, η καύση ορυκτών καυσίμων (γαιάνθρακας, πετρέλαιο, φυσικό αέριο) για την παραγωγή ηλεκτρισμού, είναι υπεύθυνη για το 37% των ανθρωπογενών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και αποτελεί την κυριότερη αιτία της κλιματικής αλλαγής. Πέραν της καύσης ορυκτών πόρων για παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας, η συνεχιζόμενη αποψίλωση των δασών, η χρήση λιπασμάτων, η ανεξέλεγκτη διάθεση απορριμμάτων, και οι βιομηχανικές διεργασίες εκλύουν επίσης μεγάλες ποσότητες αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα. Αποτέλεσμα των ανωτέρω, είναι ότι η Γη θερμαίνεται σε τέτοιο βαθμό, που οι επιπτώσεις βλάπτουν σοβαρά στη ζωή του πλανήτη και θέτουν σε κίνδυνο τους κατοίκους της.

Επιπλέον, την κλιματική αλλαγή, αποτελούν η αύξηση των χερσαίων και θαλάσσιων θερμοκρασιών, καθώς και η μεταβολή της στάθμης και της κατανομής των βροχοπτώσεων, με αποτέλεσμα την άνοδο της μέσης στάθμης των θαλασσών, την τήξη των πάγων, την αύξηση του κινδύνου διάβρωσης των ακτών και της έντασης των σχετιζόμενων με τον καιρό φυσικών



καταστροφών, όπως πυρκαγιές, πλημμύρες και ξηρασίες. Οι μεταβολές αυτές, θα επιφέρουν με τη σειρά τους επιπτώσεις στην προσφορά τροφής, την υγεία, τη βιομηχανία, τις μεταφορές και την ακεραιότητα των οικοσυστημάτων.

Σήμερα, κλιματική αλλαγή, είναι το σημαντικότερο περιβαλλοντικό πρόβλημα, ενώ παράλληλα η επικινδυνότητα του φαινομένου, αποτελεί κοινωνική και οικονομική απειλή για τον πλανήτη. Επηρεάζει κάθε γωνιά του πληθυσμού της Γης και για το λόγο αυτό, η αντιμετώπιση της, θα πρέπει να είναι παγκόσμια (WWF Ελλάς 2012).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

### ΤΑ ΑΙΤΙΑ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ

#### 1. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου

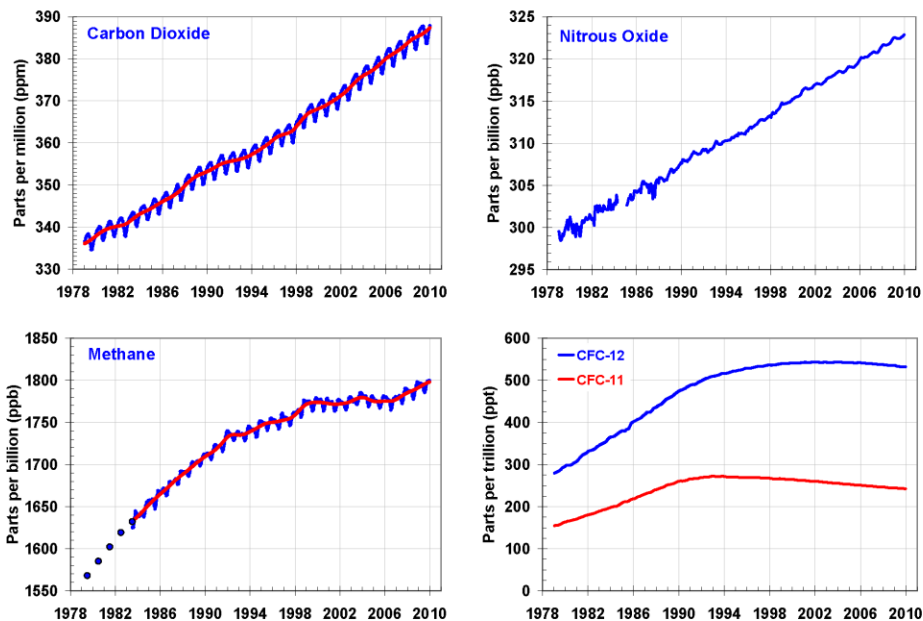
Όπως γνωρίζουμε, η ηλιακή ακτινοβολία, θερμαίνει την επιφάνεια της Γης. Έτσι, καθώς η θερμοκρασία στη Γη αυξάνεται, η θερμότητα επιστρέφει στην ατμόσφαιρα και ένα μέρος της απορροφάται ή αντανακλάται πίσω στη Γη από τα αέρια του θερμοκηπίου, που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα, όπως το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), οι υδρατμοί, το οξείδιο του αζώτου, το μεθάνιο και το όζον. Αυτή η φυσική διαδικασία ονομάζεται φαινόμενο του θερμοκηπίου και ευθύνεται για τη ζωή στον πλανήτη.

Τα αέρια του «θερμοκηπίου», είναι το διοξείδιο του άνθρακα, οι υδρατμοί, το μεθάνιο, τα οξείδια του Αζώτου, το όζον και οι χλωροφθοράνθρακες. Σημαντικότερο όμως από αυτά, είναι το διοξείδιο του άνθρακα, καθώς η Γη, περιβάλλεται από ένα λεπτό στρώμα που αποτελείται από διοξείδιο του άνθρακα και υδρατμούς, το οποίο είναι σε θέση να κρατά ζεστό τον πλανήτη, μέσω της ηλιακής ακτινοβολίας, ακριβώς όπως το γυαλί ενός θερμοκηπίου, απ' όπου πήρε και την ονομασία του. Έτσι, εμποδίζεται η έξοδος της θερμότητας προς το διάστημα και η επιφάνεια της Γης συγκρατεί το ποσό θερμότητας που χρειάζεται για να διατηρεί σταθερή τη μέση θερμοκρασία της και να διατηρείται η ζωή πάνω σε αυτή, καθώς χωρίς το φαινόμενο του θερμοκηπίου, ο μέσος όρος θερμοκρασίας του πλανήτη, θα ήταν -18°C.

Όμως, η αύξηση της συγκέντρωσης αερίων του θερμοκηπίου και ειδικότερα του διοξειδίου του άνθρακα, τα τελευταία χρόνια, συμβάλλει στην κλιματική αλλαγή. Η ανθρώπινη δραστηριότητα στο περιβάλλον τον τελευταίο αιώνα, είναι υπεύθυνη για αυτή την αλλαγή, μέσω της συγκέντρωσης αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, καθώς το 80% από αυτά, αποτελεί το CO<sub>2</sub>, το οποίο καθίσταται σήμερα το υψηλότερο ποσοστό των τελευταίων 650.000 χρόνων. Αυτό, έχει ως αποτέλεσμα να αυξηθεί ο μέσος όρος της θερμοκρασίας, κατά 0,74°C σε όλο τον κόσμο και κατά 1°C ειδικά στην Ευρώπη (Βλοντάκης 2009).

Ένα μέρος των αλλαγών, οφείλεται στις αλλαγές που συντελούνται στο έδαφος, κυρίως μέσω της αποδάσωσης, αλλά το κυριότερο μέρος τους, οφείλεται στη χρήση καυσίμων. Με τη χρήση ορυκτών καυσίμων από τον άνθρωπο, όπως για παράδειγμα της βενζίνης και του

πετρελαίου, έχει προκληθεί η έκλυση τεραστίων ποσοτήτων CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα, τα οποία δυσχεραίνουν την ικανότητα της Γης να τις απορροφά και να τις ενσωματώνει στους φυσικούς κύκλους ροής ενέργειας και ύλης, με την καταστροφή των δασών και του φυτοπλαγκτού των ωκεανών. Το πλαγκτόν αποτελεί τον κύριο “απορροφητή” διοξειδίου του άνθρακα του πλανήτη, καθώς πρόκειται για φυτικούς οργανισμούς που χρησιμοποιούν το CO<sub>2</sub> κατά τη φωτοσύνθεση<sup>3</sup>.



*Η αυξητική τάση στη συγκέντρωση βασικών αερίων του θερμοκηπίου (στοιχεία μέχρι 1/2003).*

Πηγή: wikipedia.org

Οι συνέπειες του φαινομένου του θερμοκηπίου, είναι ασφαλώς, η ανύψωση της στάθμης των θαλασσών, λόγω της τήξεως των πάγων και η ερημοποίηση περιοχών της εύκρατης ζώνης με μετακίνηση των ζωνών βροχόπτωσης από τον ισημερινό προς βορρά.

## 2. Η τρύπα του όζοντος

Το φυσικό στρώμα όζοντος (O<sub>3</sub>), που βρίσκεται στη στρατόσφαιρα (25 χλμ. περίπου πάνω από τη γη) και δρα προστατεύοντας τον πλανήτη από την υπεριώδη ακτινοβολία, σήμερα κινδυνεύει άμεσα. Το όζον, προστατεύει την ζωή στη Γη και απορροφά το μεγαλύτερο μέρος της υπεριώδους ακτινοβολίας του ήλιου, η οποία είναι βλαβερή για τους ζωντανούς

οργανισμούς, ενώ παράλληλα η στρατόσφαιρα επιτρέπει τη διέλευση ενός μικρού μέρους της υπεριώδους ακτινοβολίας, η οποία είναι απαραίτητη για τη διαβίωση των ζωντανών οργανισμών. Τα τελευταία χρόνια όμως, η στιβάδα του όζοντος έχει μειωθεί κατά 6-7%, λόγω των διάφορων αέριων που χρησιμοποιούν οι άνθρωποι. Οι χλωροφθοριούχοι άνθρακες (CFC's), που απελευθερώνονται από τα αεροζόλ, τις κλιματιστικές συσκευές, τα ψυγεία, τους πυροσβεστήρες κ.α., εισέρχονται στη στρατόσφαιρα, με αποτέλεσμα την αραιώση του στρώματος του όζοντος και τη δημιουργία της τρύπας του όζοντος, πάνω από την Ανταρκτική. Όπως είναι φανερό, χρειάζεται να παρθούν άμεσα νέα μέτρα, για να διασφαλιστεί ότι τα επίπεδα της στοιβάδας του όζοντος θα σταθεροποιηθούν<sup>4</sup>.

Σύμφωνα με το Διεθνές Ινστιτούτο για την Ψύξη (IRR), «το στρώμα του όζοντος για την ώρα σταθεροποιείται αλλά δεν θα μπορέσει να ανακάμψει πριν το 2050». Έτσι, αποφασίστηκε να γίνει την απόσυρση του μεθυλοβρωμιδίου και των υδροχλωροφθορανθράκων (HCFCs), οι οποίοι έχουν αντικαταστήσει τους χλωροφθοράνθρακες (CFSs). Η απόσυρση, θα πρέπει να συντελεστεί στις αναπτυσσόμενες χώρες, πριν από το 2040, ενώ οι ανεπτυγμένες χώρες έως το 2030. Παράλληλα, εκτός από την απόσυρση, για την αντιμετώπιση του φαινομένου κρίθηκε απαραίτητη η αντικατάσταση των ψυγείων που συμμετέχουν σε μεγάλο ποσοστό την αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας, και η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας σε όλους τους εξοπλισμούς και τα συστήματα (IRR 2007).

### **3. Η ρύπανση του περιβάλλοντος**

Η ρύπανση του περιβάλλοντος, οφείλεται κατά κύριο λόγο στην ανθρώπινη δραστηριότητα. Η τεχνολογική πρόοδος και η ραγδαία βιομηχανική ανάπτυξη, είναι σαφές ότι έχουν προκαλέσει ανεπανόρθωτη ρύπανση στο περιβάλλον. Οι ποσότητες απορριμμάτων που προέρχονται από τους ανθρώπους καθημερινά, είναι τόσο μεγάλες που ακόμη και οι χωματερές δεν αρκούν για την εναπόθεση τους. Έτσι, η ρύπανση που προκαλείται, μεγαλώνει διαρκώς, δημιουργώντας προβλήματα στην ατμόσφαιρα, το νερό και το έδαφος και κατ' επέκταση στην υγεία του ανθρώπου, αλλά και του πλανήτη.

Η μόλυνση της ατμόσφαιρας, αποτελεί ένα ακόμη μείζον πρόβλημα, το οποίο συνεισφέρει στην κλιματική αλλαγή, ιδιαίτερα τις τελευταίες δεκαετίες. Η μόλυνση, προέρχεται από τα εργοστάσια, τις μονάδες παραγωγής ενέργειας, τις μονάδες επεξεργασίας

μεταλλευμάτων (π.χ. χυτήρια χαλκού), τα σύγχρονα μέσα μεταφοράς (αυτοκίνητα, αεροπλάνα) και οδηγεί στην εκπομπή βλαβερών αερίων και σωματιδίων στην ατμόσφαιρα<sup>5</sup>.

Ακόμη, φυσικά φαινόμενα όπως οι πυρκαγιές και η έκρηξη ηφαιστειών συμβάλλουν στην κλιματική αλλαγή, κυρίως στις βιομηχανικές πόλεις, όπου ο μολυσμένος αέρας διακρίνεται ακόμα και από την αλλαγή του χρώματος του. Η αλλαγή αυτή, ονομάζεται «νέφος», έχει καφέ χρώμα και είναι βλαβερή για τους ανθρώπους, αλλά και για τα δέντρα, τα φυτά και τα ζώα. Εξίσου σημαντικό, είναι το γεγονός ότι η μόλυνση της ατμόσφαιρας επιφέρει βλαβερές συνέπειες στην αγροτική παραγωγή και στα τρόφιμα που καταναλώνουμε.



*Η ρύπανση της ατμόσφαιρας από την ανθρώπινη δραστηριότητα*

Ένας άλλος παράγοντας που επιβαρύνει το περιβάλλον, είναι η μόλυνση του νερού. Από το νερό εξαρτάται κάθε ζωντανός οργανισμός για να μπορέσει να επιβιώσει, γι' αυτό το λόγο καθίσταται σαφής η χρησιμότητα του. Η ρύπανση όμως των ποταμών, των λιμνών, των θαλασσών αλλά και των υπόγειων υδάτων, που παρατηρείται, επειδή τα εργοστάσια εναποθέτουν εκεί τα σκουπίδια και τα απόβλητά τους, οδηγεί σταθερά στη μόλυνση τους, θέτοντας σε κίνδυνο την υγεία και τη ζωή στον πλανήτη. Έτσι, τα υπόγεια ύδατα μολύνονται, όταν χύνονται στο έδαφος διάφορα βλαβερά και επικίνδυνα για την υγεία υγρά, που απορροφούνται από το έδαφος και καταλήγουν στον υδροφόρο ορίζοντα. Τα υγρά αυτά, μπορεί να είναι η βενζίνη, τα λάδια από αυτοκίνητα ή μηχανές, τα απορρυπαντικά, τα διαλυτικά, ορισμένα λιπάσματα, φυτοφάρμακα και εντομοκτόνα που χρησιμοποιούνται για την καλλιέργεια

της γης και την περιποίηση των κήπων. Παράλληλα, η ρύπανση μπορεί να προκληθεί από τα πλαστικά, τα ελαστικά (αυτοκινήτων, εξαρτημάτων μηχανημάτων κ.λπ.), τα είδη αλουμινίου (τενεκεδάκια αναψυκτικών, οικιακές συσκευές, κ.λπ.), καθώς όλα αυτά καταλήγουν στη θάλασσα και ευθύνονται για το θάνατο χιλιάδων θαλάσσιων θηλαστικών, πουλιών και ψαριών. Σε κίνδυνους τίθεται φυσικά και ο άνθρωπος, εφόσον η κατανάλωση μολυσμένου νερού, έχει διαπιστωθεί ότι έχει προκαλέσει επιδημίες στις χώρες του τρίτου κόσμου. Τέλος, το νερό της θάλασσας, έχει παρατηρηθεί βλάπτεται ιδιαίτερα, καθώς προκαλείται η θερμική και βιολογική ρύπανση του, καθώς και η οργανική ρύπανση των ποταμών και των λιμνών.

Τέλος, το έδαφος το οποίο αποτελεί τον αποδέκτη μεταξύ της ατμόσφαιρας και της υδρόσφαιρας μολύνεται επίσης ταχύρρυθμα. Το επιφανειακό αυτό στρώμα του φλοιού της Γης, το οποίο συνίσταται από ανόργανη και οργανική ύλη, νερό, αέρα και ζωντανούς οργανισμούς, απειλείται καθημερινά από τη διάβρωση, τη μείωση της οργανικής ύλης, τη μείωση της βιοποικιλότητας, τις πλημμύρες, τις κατολισθήσεις και τη ρύπανση. Στη μόλυνση του, συμβάλλουν οι τοξικές ουσίες, οι ρύποι, τα σκουπίδια κ.λπ. Οι ρύποι της ατμόσφαιρας και η όξινη βροχή, αποτελούν μερικές από τις κύριες αιτίες της μόλυνσης του, καθώς επηρεάζεται η ποιότητά του και κατά συνέπεια υπάρχει αντίκτυπο στη βλάστηση, τα δάση και την παραγωγή<sup>6</sup>.

Επιπλέον, η υπερεκμετάλλευση της Γης για σκοπούς παραγωγής γεωργικών προϊόντων, οδηγεί αναμφίβολα στην εξασθένηση του εδάφους, με αποτέλεσμα να μην αποδίδει όπως προηγούμενα χρόνια. Είναι αναμενόμενο επομένως, ότι όπως η ρύπανση της ατμόσφαιρας και του νερού, έτσι και η ρύπανση του εδάφους, μέσω καλλιεργειών παραγωγής τροφίμων και ζωοτροφών, καθώς και μέσω της εκτροφής ορισμένων ζώων, επηρεάζει την ασφάλεια των τροφίμων και των ζωοτροφών και έμμεσα την υγεία και ασφάλεια των ανθρώπων.

#### **4. Η όξινη βροχή**

Το φαινόμενο της όξινης βροχής, παρατηρείται τις τελευταίες δεκαετίες, κυρίως στις βιομηχανικές περιοχές της Γης. Η παρέμβαση του ανθρώπου και εδώ είναι εμφανής, καθώς η δημιουργία της οφείλεται στα καυσαέρια των αυτοκινήτων, τα αέρια που εκπέμπουν τα εργοστάσια και οι βιομηχανίες, τα οποία αναμειγνύονται με το νερό και το καθιστούν όξινο. Αποτέλεσμα όλων αυτών, είναι η βροχή και το χιόνι που πέφτουν στη Γη και περιέχουν τα βλαβερά και μολυσμένα αέρια, δηλαδή, όξινη βροχή. Η όξινη βροχή είναι βλαβερή για όλους

τους ζωντανούς οργανισμούς που κατοικούν στον πλανήτη, καθώς και για τα ποτάμια, τις λίμνες και τους οργανισμούς που ζουν εκεί. Αν η βροχή είναι μολυσμένη, οι λίμνες και τα ποτάμια, νεκρώνονται, ενώ παράλληλα καταστρέφονται τεράστιες εκτάσεις δασών. Επιπρόσθετα, η όξινη βροχή μπορεί να μολύνει ακόμα και το πόσιμο νερό, που καταναλώνουν οι άνθρωποι και τα ζώα. Ακόμη, επιδρά αρνητικά σε πετρώματα, όπως τα μάρμαρα, οι ασβεστόλιθοι, ο βασάλτης και άλλα. Τα μνημεία που είναι εκτεθειμένα στις καιρικές συνθήκες, εδώ και χιλιάδες χρόνια, υφίστανται διάβρωση με κίνδυνο σε λίγα χρόνια να χάσουν τη μορφή τους και να γίνουν σκόνη, εξ αιτίας της όξινης βροχής<sup>7</sup>.



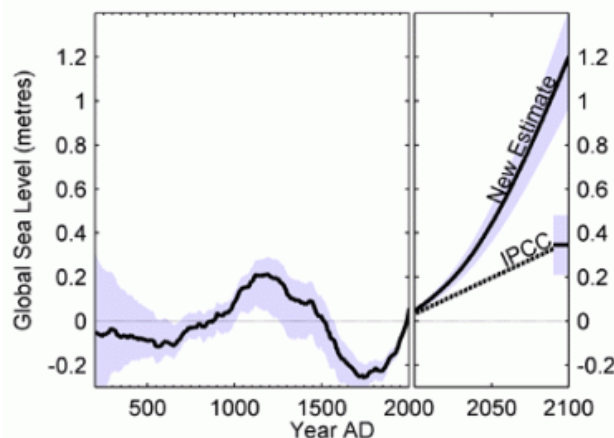
*Καταστροφή δέντρων από την όξινη βροχή*

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

### ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ

#### 1. Η άνοδος της θερμοκρασίας

Η αύξηση της θερμοκρασίας που τελείται εξ αίτιας της κλιματική αλλαγής, έχει οδηγήσει στη ραγδαία αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα. Συγκεκριμένα, οι πιο ψηλές θερμοκρασίες παρατηρήθηκαν από το 1991 έως σήμερα. Οι επιστημονικές προβλέψεις, δείχνουν ότι η θερμοκρασία σε όλο τον πλανήτη ενδέχεται να αυξηθεί κατά 1,1 μέχρι 6,4°C κατά τον 21<sup>ο</sup> αιώνα, εάν δε ληφθούν τα απαραίτητα μέτρα για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Αναλυτικότερα, στη νότια Ευρώπη, οι κλιματικές αλλαγές αναμένεται να επιδεινώσουν τις ήδη υπάρχον συνθήκες, δηλαδή τις υψηλές θερμοκρασίες και την ξηρασία, δεδομένου ότι πρόκειται για μια περιοχή, η οποία είναι ιδιαίτερα ευάλωτη στις διακυμάνσεις του κλίματος. Κατά συνέπεια, η άνοδος της θερμοκρασίας αναμένεται να αυξήσει τη συχνότητα των πυρκαγιών και να επιφέρει περαιτέρω μείωση στο διαθέσιμο νερό. Η έκθεση του IPCC το 2001, επισήμανε ότι η αύξηση της θερμοκρασίας μπορεί να φτάσει τους 6 βαθμούς μέχρι το 2100, όπως παρουσιάζεται στο κατωτέρω διάγραμμα, ενώ νεώτερες μελέτες την ανεβάζουν στους 10 βαθμούς.



*Πρόβλεψη για την αύξηση της θερμοκρασίας στον πλανήτη έως το 2100*

Πηγή: IPCC 2001



Μία τέτοια αύξηση, θα είχε σοβαρές συνέπειες στη ζωή του πλανήτη Γη, όπως την άνοδο της στάθμης της θάλασσας, την εμφάνιση ακραίων καιρικών φαινομένων (όπως πλημμύρες, τσουνάμι κτλ.), καθώς και την εξαφάνιση πολλών ειδών του ζωικού βασιλείου. Επιπρόσθετα, οι συνέπειες θα ήταν καθοριστικές και για τον άνθρωπο, λόγω της εξάπλωσης πολλών επιδημιών και ασθενειών και λόγω της αναγκαστικής μετακίνησης πολλών ομάδων του πληθυσμού σε άλλες πόλεις και περιοχές.

## **2. Το λιώσιμο των πάγων**

Το των πάγων στους δύο πόλους της Γης, αποτελεί ασφαλώς συνέπεια της αύξησης της θερμοκρασίας και της τελούμενης κλιματικής αλλαγής. Η θαλάσσια περιοχή που καλύπτεται από τον Αρκτικό πάγο στο Βόρειο Πόλο έχει συρρικνωθεί κατά 10% κατά τις τελευταίες δεκαετίες. Επίσης, το πάχος του πάγου πάνω από το νερό έχει σημειώσει μείωση κατά 40%. Στην Ανταρκτική, ο πάγος έχει καταστεί ασταθής. Επίσης, οι παγετώνες στη Βόρεια Ευρώπη, τη Βόρεια Αμερική και όπου αλλού υπάρχουν θα συρρικνωθούν. Επιπρόσθετα, όσον αφορά τους παγετώνες των Ελβετικών Άλπεων, είναι πιθανόν να εξαφανιστεί το 75% τους, μέχρι το 2050.

Συνέπεια όλων αυτών, δε θα είναι μόνο η οικολογική καταστροφή και η πρόκληση ακραίων καιρικών φαινομένων, αλλά και εξαφάνιση πολλών ειδών. Προβλέπεται ότι σε περιοχές με υψηλή επικάλυψη πάγου, διάφορα είδη θα εξαφανιστούν όταν η κάλυψη πάγου μειωθεί στο 50%. Αν οι πάγοι λιώσουν πλήρως, περίπου 9 με 14 είδη θα εξαφανιστούν εντελώς, αντιπροσωπεύοντας το 11% της ποικιλότητας στο Εκουαδόρ, το 16% στις Άλπεις και 38% στην Αλάσκα. Σύμφωνα με τον John Brittain, βιολόγο στο υδάτινο αλπικό περιβάλλον στο Μουσείο Φυσικής Ιστορίας του Όσλο: «Αν οι πάγοι εξαφανιστούν εντελώς, δεν θα υπάρξει κατάλληλος βιότοπος για πολλά από αυτά τα είδη, τα οποία δεν μπορούν να ανταπεξέλθουν σε θερμότερα, πιο σταθερά οικοσυστήματα. Σε περιοχές όπου οι παγετώνες εξαφανίζονται τελείως, δεν μπορούμε να κάνουμε πολλά. Αλλά ορισμένοι παγετώνες παραμένουν υψίστης σημασίας, καθώς από αυτούς τρέφονται ποτάμια που είναι ακόμα παρθένα και δεν έχουν υποστεί ανθρωπογενείς επιπτώσεις» (Κούλογλου 2012)

### **3. Τα ακραία καιρικά φαινόμενα**

Τα καιρικά φαινόμενα, που θα δημιουργήσουν η άνοδος της θερμοκρασίας και το λιώσιμο των πάγων, ποικίλουν όπως προαναφέραμε, αλλά δεν παύουν να θεωρούνται άκρως επικίνδυνα για τη δημόσια ζωή. Η ξηρασία, οι καταιγίδες, οι πλημμύρες και οι καύσωνες, αναμένεται να είναι συχνότερα και εντονότερα φαινόμενα τις επόμενες δεκαετίες. Την τελευταία δεκαετία σε ολόκληρο τον κόσμο σημειώθηκαν τρεις φορές περισσότερες φυσικές καταστροφές, σε σχέση με τη δεκαετία του 1960. Από το 2070 και μετά, οι προβλέψεις δείχνουν ότι ο πλανήτης θα πληγεί από καύσωνες που θα σημειώνονται κάθε δύο χρόνια. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το κύμα καύσωνα που σημειώθηκε στην Ευρώπη το 2003, προκαλώντας το θάνατο αρκετών Ευρωπαίων πολιτών και προξενώντας πυρκαγιές μεγάλης έκτασης καθώς και γεωργικές καταστροφές ύψους πάνω από 10 δισεκατομμύρια ευρώ.

Παράλληλα, η κλιματική αλλαγή θα αυξήσει τον κίνδυνο ερημοποίησης, που ήδη έχει αρχίσει στη Νότια Ευρώπη. Οι καταιγίδες και οι πλημμύρες θα προκαλέσουν καταστροφή των καλλιεργειών και διάβρωση του εδάφους, με αντίκτυπο στη γεωργία. Ενδέχεται, επίσης, να δημιουργηθούν προβλήματα στην ποιότητα του νερού, λόγω μόλυνσης των πηγών, γεγονός το οποίο θα έχει άμεσες επιπτώσεις και στην ανθρώπινη υγεία, αφού αυξάνεται ο κίνδυνος μολύνσεων, αναπνευστικών προβλημάτων και θανάτων. Παρεμφερής επίπτωση αποτελεί και η διεύρυνση των περιοχών που επηρεάζονται από την αύξηση της ξηρασίας, τη μείωση των βροχοπτώσεων και τη μείωση της ποσότητας πόσιμου νερού. Το γεγονός αυτό θα δημιουργήσει προβλήματα στη γεωργία (μείωση παραγωγής, καταστροφή σοδειών, θάνατος ζώων, αυξημένος κίνδυνος για πυρκαγιές). Η αναζήτηση νερού και τροφής καθώς και οι ασθένειες θα οδηγήσουν στη μετακίνηση πληθυσμών με σκοπό την εξεύρεση καλύτερων συνθηκών διαβίωσης.

### **4. Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας**

Μία σημαντική επίπτωση της κλιματικής αλλαγής που διαδραματίζεται στον πλανήτη, σύμφωνα με ειδικούς, είναι η αύξηση της στάθμης της θάλασσας. Σύμφωνα με την Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος, η μέση θερμοκρασία του πλανήτη έχει αυξηθεί κατά  $0.6 \pm 0.2$  °C από τα τέλη του 19ου αιώνα και η αύξηση, οφείλεται κατά κύριο λόγο

στην ανθρώπινη δραστηριότητα των τελευταίων 50 ετών (IPCC 2001). Η παρατηρούμενη άνοδος της θερμοκρασίας κατά τα τελευταία 18.000 χρόνια είχε σαν συνέπεια, μεταξύ άλλων, και την άνοδο της στάθμης της παγκόσμιας θάλασσας, λόγω της τήξης των παγετώνων, που υπήρχαν στο βόρειο ημισφαίριο, κατά την τελευταία παγετώδη περίοδο. Αν η θερμοκρασία του πλανήτη, αυξηθεί επιπλέον κατά 2°C, υπολογίζεται ότι 25-50 εκατομμύρια άνθρωποι κινδυνεύουν από την αύξηση της στάθμης της θάλασσας και από πλημμύρες στις ακτές. Αν αυξηθεί κατά 3°C, η ζωή περίπου 180 εκατομμυρίων ανθρώπων θα τεθεί σε κίνδυνο από τις πλημμύρες που θα προκύψουν και θ' αναγκασθούν να μεταναστεύσουν σε άλλες χώρες ή περιοχές (WWF Ελλάς 2012.).

<b>Μεταβολές της παγκόσμιας στάθμης</b>		
<b>Κάπου μεταξύ:</b>		
7.500 – 6.800 B.P.	=	-10 m.
9.000 – 6.800 B.P.	=	-15 m.
9.400 – 7.300 B.P.	=	-20 m.
9.800 – 7.700 B.P.	=	-25 m.
10.200 – 8.200 B.P.	=	-30 m.
11.300 – 8.500 B.P.	=	-35 m.
10.000 – 9.000 B.P.	=	-40 m.
11.400 – 10.000 B.P.	=	-45 m.
12.200 – 11.400 B.P.	=	-49 m.
13.000 – 12.200 B.P.	=	-52 m.
13.500 – 13.000 B.P.	=	-57m.
13.800 – 13.500 B.P.	=	-61 m.
14.000 – 13.800 B.P.	=	-67 m.
14.700 – 14.000 B.P.	=	-73 m.
15.000 – 14.700 B.P.	=	-94 m.
16.000 – 15.000 B.P.	=	-100 m.
18.000 – 16.000 B.P.	=	-115 m
18.000 B.P.	=	-125 / -150 m.

*Μεταβολές παγκόσμιας στάθμης της θάλασσας κατά τα τελευταία 18.000 χρόνια*

Πηγή: <http://www.geodifhs.com>

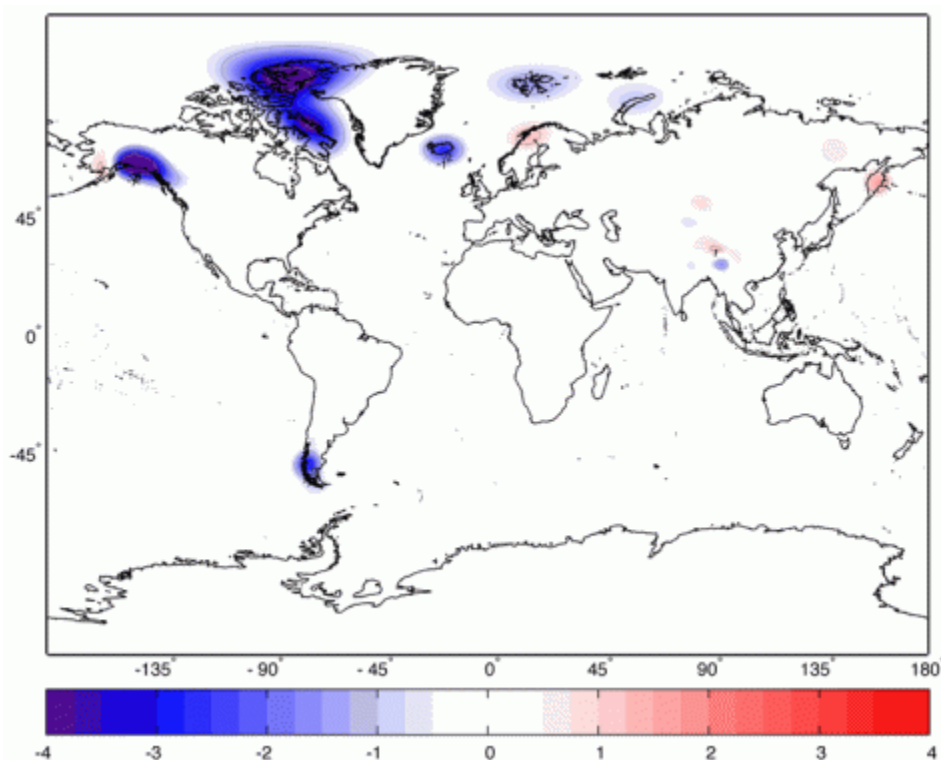
Η Ανταρκτική, είναι η ψυχρότερη ήπειρος του πλανήτη και περίπου το 98% της επιφάνειας της Ανταρκτικής είναι καλυμμένη από πάγο, με μέσο πάχος τουλάχιστον 1 μίλι..

Λόγω της θέσης της στο νότιο πόλο, δέχεται σχετικά λίγη ηλιακή ακτινοβολία και είναι αναμενόμενο το νερό να βρίσκεται κατά κύριο λόγο με την μορφή του πάγου. Η Ανταρκτική είναι παγωμένη έρημος με λίγες βροχοπτώσεις, στον δε Νότιο Πόλο το ύψος βροχοπτώσεων είναι χαμηλότερο από 10 cm τον χρόνο, κατά μέσο όρο. Οι θερμοκρασίες φτάνουν ένα ελάχιστο μεταξύ  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$  και  $-90\text{ }^{\circ}\text{C}$  στο εσωτερικό τον χειμώνα και μέγιστο μεταξύ  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$  και  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$  κοντά στις ακτές το καλοκαίρι (British Antarctic Survey). Η κατακρημνίσεις είναι χαμηλές, καθώς το μεγαλύτερο τμήμα της Ανταρκτικής είναι έρημος και σχεδόν πάντα, με τη μορφή του χιονιού, το οποίο συσσωρεύεται και σχηματίζει το γιγαντιαίο παγοκάλυμμα, που καλύπτει την στεριά. Τμήματα του παγοκαλύματος, σχηματίζουν κινούμενους παγετώνες, οι οποίοι ρέουν προς τις άκρες της ηπείρου. Μετά την ηπειρωτική ακτή υπάρχουν πολλές παγοκρηπίδες, οι οποίες είναι επιπλέουσες επεκτάσεις των παγετώνων που εκρέουν από την ηπειρωτική μάζα πάγου. Πέρα από τις ακτές, η θερμοκρασία είναι επίσης αρκετά χαμηλή, έτσι ώστε να σχηματίζεται πάγος από το θαλασσινό νερό, κατά τη μεγαλύτερη διάρκεια του έτους. Ο θαλάσσιος πάγος επεκτείνεται ετησίως κατά τον ανταρκτικό χειμώνα και το μεγαλύτερο μέρος του λιώνει το καλοκαίρι. Ο πάγος, σχηματίζεται από το νερό του ωκεανού και επιπλέει σε αυτό, με αποτέλεσμα να μην συμβάλει στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Η έκταση του θαλάσσιου πάγου γύρω από την Ανταρκτική, έχει παραμείνει εν γένει σταθερή τις τελευταίες δεκαετίες, αν και η αλλαγές στο πάχος του δεν είναι ξεκάθαρες (Hugo 2007).

Το λιώσιμο των επιπλέοντων παγοκρηπίδων, δεν συμβάλει ιδιαίτερα στην άνοδο της θαλάσσιας στάθμης, καθώς εκτοπίζει νερό αντίστοιχο με τη μάζα του. Αυτή η εκροή πάγου από την στεριά, που σχηματίζει την παγοκρηπίδα, προκαλεί την άνοδο της στάθμης και αντισταθμίζεται από την χιονόπτωση στην ήπειρο. Τις τελευταίες δεκαετίες έχουν καταγραφεί πολλές καταρρεύσεις μεγάλων παγοκρηπίδων στις ακτές της Ανταρκτικής, ιδιαίτερα κατά μήκος της Ανταρκτικής Χερσονήσου. Γι' αυτό το λόγο, έχουν εκφραστεί ανησυχίες ότι η διατάραξη των παγοκρηπίδων ενδέχεται να προκαλέσει αυξημένη παγετώνια εκροή από τον ηπειρωτικό πάγο (Rignot & Casassa & Gogineni & Krabill & Rivera & Thomas 2004:L18401).

Στην ήπειρο της Ανταρκτικής σήμερα, ο όγκος πάγου περιέχει περίπου το 70% του παγκόσμιου πόσιμου νερού. Αυτό το παγοκάλυμμα συνεχώς κερδίζει πάγο από τις χιονοπτώσεις και χάνει από τις εκροές προς την θάλασσα. Στην Δυτική Ανταρκτική, υπάρχει πλέον πλεόνασμα εκροής πάγου από τους παγετώνες, πράγμα που θα αυξήσει μακροπρόθεσμα την στάθμη της θάλασσας. Η Ανατολική Ανταρκτική είναι ψυχρή περιοχή με εδαφική βάση πάνω από τη

στάθμη της θάλασσας και καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος της ηπείρου. Η περιοχή κυριαρχείται από μικρές συσσωρεύσεις χιονοπτώσεων οι οποίες γίνονται πάγος και κατά συνέπεια τελικώς παγετώσης ροές προς τη θάλασσα. Η ισορροπία μάζας στο Παγοκάλυμμα της Ανατολικής Ανταρκτικής ως σύνολο πιστεύεται ότι είναι ελαφρώς θετική (κατεβάζοντας τη στάθμη της θάλασσας) ή σχεδόν μηδενική (Shepherd & Wingham 2007: 1529–1532).



Στοιχεία των δορυφόρων της NASA Gravity Recovery and Climate Experiment (GRACE) σχετικά με την μείωση του πάχους των πάγων μεταξύ 2003 και 2010

Πηγή: <http://www.apocalypsejohn.com>

Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, δεν είναι ένα φαινόμενο που παρουσιάζεται πρώτη φορά στον πλανήτη μας. Είναι ένα γεγονός που έχει επαναληφθεί αμέτρητες φορές ειδικότερα κατά τα τελευταία 2.000.000 χρόνια. Οι δύο σημαντικότερες αιτίες της παγκόσμιας ανόδου είναι η θερμική διαστολή των ωκεανών και η απώλεια χερσαίου πάγου λόγω της αυξανόμενης τήξης του. Και οι δύο αιτίες όμως οφείλονται στις αλλαγές που υφίσταται το κλίμα της Γης. Τα αίτια είναι κυρίως αστρονομικά και συνδέονται με περιοδικές μεταβολές στην περιστροφή του πλανήτη μας: γύρω από τον ήλιο και γύρω από τον άξονά του. Η ανθρώπινη παρέμβαση, τα τελευταία χρόνια, όπως ειπώθηκε και παραπάνω, παίζει καθοριστικό ρόλο στην κλιματική

αλλαγή. Η άνοδος της στάθμης της, οφείλεται στο λιώσιμο των πάγων. Όταν λιώνουν οι πάγοι έχουμε άνοδο της θαλάσσιας στάθμης, ενώ όταν έχουμε αύξηση των παγετώνων, παρατηρείται μείωση της στάθμης της θάλασσας. Μέχρι το 2100 η στάθμη μπορεί να ανέβει έως και 1,40 μέτρα και θα απειλήσει παράκτιες περιοχές από το Μπανγκλαντές μέχρι τη Νέα Υόρκη. Το χρονοδιάγραμμα ανόδου της θερμοκρασίας και ο ρυθμός ανόδου των σταθμών της θάλασσας μέσα στον 20ο αιώνα, έχει παρατηρηθεί ότι είναι σε αναλογία με το ρυθμό ανόδου της θερμοκρασίας. Για κάθε αύξηση κατά ένα βαθμό Κελσίου, η στάθμη θα ανυψώνεται κατά 10 έως 30 μέτρα, αν και η άνοδος αυτή χρειάζεται χιλιάδες χρόνια για να ολοκληρωθεί. Όπως γίνεται αντιληπτό, σημαντικό ρόλο στην λειτουργία της Γης διαδραματίζουν οι κλιματικές μεταβολές και κυρίως η τεκμηριωμένη διαδοχή ψυχρών/παγετωδών με θερμές/μεσοπαγετώδεις περιόδους (Γεωδίφης 2012).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

### Η ΑΝΟΔΟΣ ΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ

#### 1. Ελλάδα

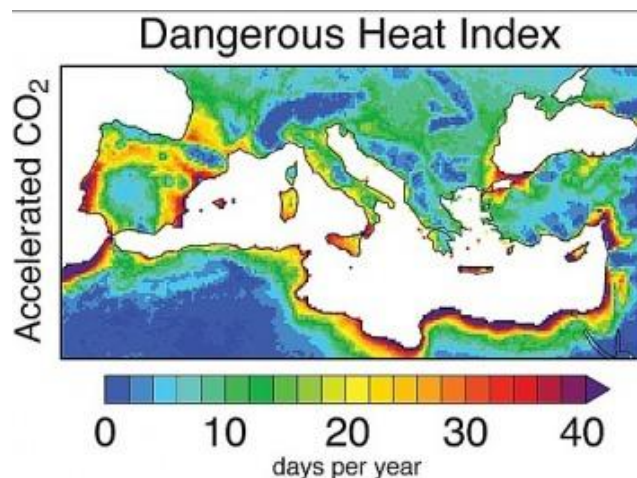
Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, έχει δημιουργήσει έντονα προβλήματα και στη χώρα μας, καθώς ανεβαίνει από μισό έως ένα μέτρο τον χρόνο σε αρκετές περιοχές της Ελλάδας. Εκτιμάται, ότι μέσα στα επόμενα ενενήντα χρόνια θα εξαφανιστούν περισσότερα από 800 τετραγωνικά χλμ. περιοχών της χώρας, λόγω της ανόδου της στάθμης της θάλασσας και των κλιματικών αλλαγών.

Οι σοβαρότατες κλιματικές αλλαγές, που διαδραματίζονται στο πέρασμα του χρόνου, σε συνδυασμό την επιδείνωση τους που προκαλείται από την παρέμβαση του ανθρώπινου παράγοντα στην ισορροπία του οικοσυστήματος και η διάβρωση του, είναι πιθανό πολύ σύντομα να οδηγήσουν στην επικάλυψη από νερό πολλών παραλιών και παράκτιων περιοχών. Πολλές πόλεις κινδυνεύουν από κατακλυσμούς και έντονες πλημμύρες, ενώ σημαντικές υποδομές, κινδυνεύουν να καταστραφούν, ενώ λιμνοθάλασσες, υδροβιότοποι και ακτογραμμές αναμένεται πολύ σύντομα να αφανιστούν. Καθίσταται σαφές, ότι το περιβαλλοντικό πρόβλημα, αποτελεί απειλή, η οποία θα έχει τεράστιες επιπτώσεις στην οικονομική και την κοινωνική ζωή της χώρας. Οι φυσικές καταστροφές, η μείωση της γεωργικής παραγωγής, οι ξηρασίες, οι πλημμύρες, οι καύσωνες, οι ασθένειες, τα μειωμένα αποθέματα νερού, οι περιβαλλοντικοί πρόσφυγες και οι ανυπολόγιστες ζημιές στις υποδομές και στην τουριστική βιομηχανία των παράκτιων περιοχών είναι μόνο μερικά από τα προβλήματα που θα δημιουργήσει αυτή η εξέλιξη που θα πλήξει τη χώρα τα επόμενα χρόνια.

Οι μορφολογικές μεταβολές σε αρκετές περιοχές της χώρας μας είναι εμφανείς ήδη από τα προηγούμενα χρόνια. Σύμφωνα με τον καθηγητή Φυσικών Καταστροφών στο Πολυτεχνείο της Κρήτης, Κώστα Συνολάκη: «Το 2002 οι μελέτες της Διακυβερνητικής Επιτροπής του ΟΗΕ για την Αλλαγή του Κλίματος (IPCC) έδειχναν ότι η στάθμη των υδάτων θα ανέβει από μισό έως ένα μέτρο σε βάθος 100 χρόνων. Αυτήν τη στιγμή που μιλάμε οι συγκεκριμένες έρευνες έχουν αναθεωρηθεί και δίνουν αύξηση της στάθμης από 0,90 έως 2 μέτρα μέχρι το 2100, σενάριο ακόμη πιο εφιαλτικό»

Αναλυτικότερα, ο καθηγητής, επισημαίνει τη χαρακτηριστική περίπτωση από την περιοχή Καλύβες της Κρήτης, όπου η παραλία του Πλατανιά τη δεκαετία του '60 και έως το 2010, είναι μειωμένη σε μήκος και σε πλάτος. Το γεγονός αυτό, επιβεβαιώνει τις προβλέψεις των γεωλόγων: «Τις δεκαετίες του '40 και του '50 η παραλία στις Καλύβες είχε πλάτος περίπου 100 μέτρων και το μήκος της ξεπερνούσε το 1 χιλιόμετρο, όπως φαίνεται από φωτογραφίες της εποχής που μας έδωσαν οι κάτοικοι. Αργότερα όμως για την κατασκευή του αεροδρομίου και των αυτοκινητοδρόμων δεκάδες φορτηγά έφταναν καθημερινά στις Καλύβες και έπαιρναν την άμμο από τη θάλασσα, με αποτέλεσμα να αφαιρεθούν από την παραλία περισσότεροι από 225 τόνοι άμμου! Μία δεκαετία αργότερα, και συγκεκριμένα το 1965, άρχισαν να φαίνονται οι πρώτες συνέπειες από τη διάβρωση, όταν τα σπίτια πλημμύριζαν με τις βροχοπτώσεις, ενώ πολύ γρήγορα το πλάτος της παραλίας συρρικνώθηκε στα 10 μέτρα από τα 50 που ήταν κάποτε. Η θάλασσα κατάπιε ό,τι απέμενε από την αμμουδιά και το 1990 η παραλία χάθηκε για πάντα».

Επιπρόσθετα, σε ορισμένες παραλίες της Κρήτης, η διάβρωση γίνεται με ραγδαίο ρυθμό που φτάνει το μισό έως το ένα μέτρο το χρόνο. Συγκεκριμένα, σύμφωνα με εκτιμήσεις, η παραλία που βρίσκεται στη Γεωργιούπολη των Χανίων, μέσα στα επόμενα χρόνια θα εξαφανιστεί, γιατί η στάθμη θα έχει τόσο, που το νερό θα εισχωρήσει σε βάθος 500 μέτρων στην ενδοχώρα. Ακόμη, έρευνα του κ. Συνολάκη, έδειξε ότι στο Κολυμπάρι Χανίων, από το 1983 έως το 2005 χάθηκαν περίπου 8μ. πλάτος από την παραλία του χωριού.



*Χάρτης επικινδυνότητας από την αύξηση της θερμότητας στην περιοχή της Μεσογείου*

Πηγή: <http://www.geodifhs.com>



Οι περιοχές που θα σκεπαστούν από νερό τα επόμενα 100 χρόνια σύμφωνα με εκτιμήσεις είναι οι εξής<sup>8</sup>:

Δυτικός Θερμαϊκός: Πρόκειται για μία από τις πλέον επικίνδυνες ζώνες που βρίσκεται στη Θεσσαλονίκη, από το Καλοχώρι μέχρι το Μικρό Εμβολο και τις Αλυκές του Κίτρου. Υπάρχει καταβύθιση της παράκτιας ζώνης με πολύ μεγάλες ταχύτητες, περίπου 10 μέτρα τα εκατό χρόνια.

Κορινθιακός Κόλπος – Αίγιο: Ανησυχητικά είναι τα φαινόμενα-τσουνάμι που έχουν παρουσιαστεί κατά τη διάρκεια του 20ού αιώνα (επτά στον αριθμό), αλλά και οι διαβρωτικές τάσεις στο πρηνές της περιοχής, από το οποίο χάνεται λόγω κατολισθήσεων περίπου μισό μέτρο τον χρόνο. Οι υπόγειες καταβυθίσεις είναι συνεχείς.

Δυτική Πελοπόννησος και Πάτρα: Καταβύθιση στην περιοχή της Πάτρας περίπου 1,6 με 1,7 μέτρα των αιώνων. Από το Δέλτα Αλφειού μέχρι την Κυλλήνη, μετατόπιση ακτογραμμής πάνω από ενάμισι μέτρο τα τελευταία χρόνια. Σύμφωνα με τους επιστήμονες, εξαιρετική προσοχή χρειάζεται στις περιοχές: Θίνες Βαρθολομιού, Λίμνη Καϊάφα και παραλία Ζαχάρως.

Κως: Σε κόκκινο συναγερμό βρίσκονται αρκετές παραλίες του νησιού και ιδιαίτερα όσες έχουν πολύ μικρή κλίση και μεγάλο μήκος. Σύμφωνα με τις επιστημονικές παρατηρήσεις, τα τελευταία εξήντα χρόνια η ακτογραμμή έχει υποχωρήσει κατά 190 μέτρα!

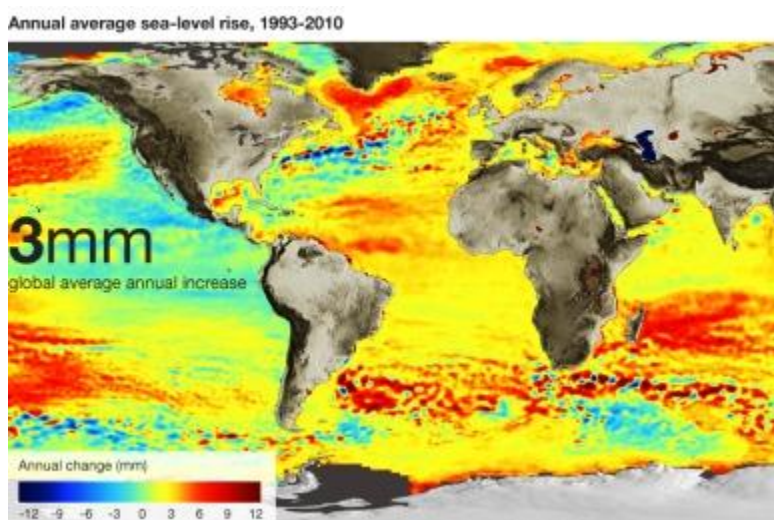
Βόρεια Κρήτη: Από τα Χανιά μέχρι τον Άγιο Νικόλαο και τη Χερσόνησο μέσα στην επόμενη δεκαετία θα χαθεί πάνω από το 50% του πλάτους των παραλιών σε μια ακτίνα μήκους 50 χιλιομέτρων. Το πρόβλημα είναι ήδη ορατό εδώ και χρόνια στα χωριά Κολυμπάρι, Καλύβες, Γεωργιούπολη και Πλατανιάς. Μέχρι το 2020 δεν θα υπάρχει νερό στα 5 χιλιόμετρα από τον σημερινό αιγιαλό λόγω υφαλμύρωσης.

Μεσολόγγι: Άμεσα κινδυνεύει και η ευρύτερη περιοχή του Μεσολογγίου, καθώς και το μεγαλύτερο μέρος της παραλιακής πόλης που βρίσκεται σε ιδιαιτέρως χαμηλό υψόμετρο. Σοβαροί φόβοι εκφράζονται και για τη λιμνοθάλασσα, που σε βάθος χρόνου κινδυνεύει να εξαφανιστεί από τον χάρτη.

## 2. Αρκτική

Όπως παρατηρούμε, οι εκτιμήσεις των ειδικών επιστημόνων, δείχνουν ότι στο άμεσο μέλλον ο γεωγραφικός χάρτης της Ελλάδας θα παρουσιάσει μεγάλες αλλαγές. Η Ελλάδα όμως, δεν είναι το μόνο στο μέρος του πλανήτη που κινδυνεύει από τις συνέπειες της κλιματικής αλλαγής και της ανόδου της στάθμης της θάλασσας. Οι παρατηρήσεις των επιστημόνων, έχουν δείξει ότι το φαινόμενο είναι παγκόσμιο και με το πέρασμα του χρόνου, η γεωγραφική μετατόπιση ή εξαφάνιση πολλών περιοχών ή νησιών θα είναι γεγονός.

Στην Ιταλία, στο συμπόσιο με τίτλο «20 χρόνια προόδου στη Υψομετρία Ραντάρ», παρουσιάστηκε ο χάρτης που βλέπουμε παρακάτω, σύμφωνα με τον οποίο η αύξηση της στάθμης των ωκεανών εξαιτίας των λιωμένων πάγων και παγοκαλυμμάτων, όπως εκείνο της Αρκτικής, προκαλούν την υπερθέρμανση του πλανήτη. Στην εν λόγω μελέτη, συμμετείχαν τα κράτη-μέλη της Ευρωπαϊκής Υπηρεσίας Διαστήματος και παρουσιάστηκαν οι πρώτες παρατηρήσεις από το 1991, που διεξήχθησαν από το ευρωπαϊκό, διαστημικό σκάφος ERS-1. Στο συμπόσιο, επισημάνθηκε ιδιαίτερος, ότι θα πρέπει να εντοπιστεί ο ρυθμός επιτάχυνσης της ανόδου της στάθμης των θαλασσών και ν' απομονωθούν οι μακροχρόνιες τάσεις της των ωκεάνιων υδάτων, οι οποίες θα δυσκόλευαν την προσπάθεια εξαγωγής ακριβών συμπερασμάτων<sup>9</sup>.



*Παγκόσμιο χάρτης που παρουσιάστηκε στο συμπόσιο με τίτλο «20 χρόνια προόδου στη Υψομετρία Ραντάρ» για την κλιματική αλλαγή και την άνοδο της στάθμης της θάλασσας.*

Η Αρκτική είναι η περιοχή που βρίσκεται γύρω από το Βόρειο Πόλο, στον αντίποδα της Ανταρκτικής. Περιλαμβάνει βόρεια τμήματα της Αλάσκας του Καναδά, της Σιβηρίας, την Γροιλανδία, την Σπιτσβέργη, διάφορες αρκτικές νήσους, τις ακτές της Χερσονήσου Λαμπραντόρ, καθώς και όλο τον θαλάσσιο χώρο τον λεγόμενο Αρκτικό Ωκεανό. Όλες οι παραπάνω περιοχές καλούνται και αρκτικές Χώρες. Παράλληλα με τους πάγους της Ανταρκτικής, οι πάγοι της Αρκτικής λιώνουν, θέτοντας σε κίνδυνο πολλούς ζωντανούς οργανισμούς που κατοικούν στις ανωτέρω περιοχές. Αν και το λιώσιμο των πάγων στη Γροιλανδία είναι γνωστό για την επικινδυνότητα του, οι μελέτες μέχρι πρόσφατα εστίαζαν κυρίως στην Ανταρκτική. Έτσι, οι νέες έρευνες που διεξάγονται έχουν επισημάνει ότι αν η θερμοκρασία στη Γη ανεβεί κατά 2 °C η Αρκτική θα εξαφανιστεί<sup>10</sup>.

Μια ακόμη μελέτη, αυτή τη φορά στο Λονδίνο, επισημαίνει τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, αναφερόμενη στην Αρκτική. Η αύξηση της θερμοκρασίας έχει οδηγήσει σε μεγάλη απώλεια των θαλάσσιων πάγων της Αρκτικής, ιδιαίτερα τους καλοκαιρινούς μήνες. Έτσι, η μελέτη εστιάζει στο ρυθμό που λιώνουν οι πάγοι, ο οποίος έχει επιταχυνθεί σε τέτοιο βαθμό, ώστε υποστηρίζεται ότι σε δέκα χρόνια δεν θα υπάρχει θαλάσσιος πάγος και στη θέση του θα υπάρχει πλέον μια νέα μεγάλη θάλασσα. Η εν λόγω μελέτη, φαίνεται να σοκάρει, καθώς οι προβλέψεις αφορούν το άμεσο μέλλον του πλανήτη, κάτι που δε είχαμε συνηθίσει ως τώρα, μιας και οι αλλαγές αναφέρονταν ότι θα συμβούν σε κάτι λιγότερο από έναν αιώνα.

Η μελέτη διεξήχθη από επιστήμονες της Ευρωπαϊκής Υπηρεσίας Διαστήματος (ESA) σε συνεργασία με συναδέλφους τους από το Κέντρο Πολικών Παρατηρήσεων του University College του Λονδίνου μελέτησαν δεδομένα που κατέγραψε ο δορυφόρος CryoSat-2. Ο δορυφόρος που εκτοξεύτηκε το 2010, χαρτογραφεί τα επίπεδα των πάγων στις πολικές περιοχές του πλανήτη, με απώτερο σκοπό τη μελέτη του ρυθμού τήξης, ενώ παράλληλα είχαν σταλεί και υποβρύχια για την μελέτη των πάγων. Αναφέρουν λοιπόν, ότι έχουν πλέον μια καθαρή εικόνα των μεταβολών που διαδραματίζονται στις περιοχές του Βόρειου Πόλου από το 2004 μέχρι σήμερα για τους πάγους, και ότι οι απώλειες είναι 50% μεγαλύτερες απ' ό,τι είχαν διαπιστώσει οι μέχρι τώρα προβλέψεις.

Οι μελετητές, αναφέρουν ότι τον τελευταίο χρόνο έχουν λιώσει στην Αρκτική 900 κυβικά χιλιόμετρα πάγων, πολύ περισσότερο δηλαδή απ' όσο γνωρίζαμε έως τώρα. Υποστηρίζουν, ότι η αύξηση της θερμοκρασίας οφείλεται σε αυτή ραγδαία επιδείνωση της κατάστασης και εκτιμούν βάση των τωρινών δεδομένων, ότι σε δέκα χρόνια δεν θα υπάρχει

πλέον θαλάσσιος πάγος στην Αρκτική. Ως επακόλουθο, μία νέα θάλασσα θα εμφανιστεί και αποτελεί πόλο έλξης τόσο για τους αλιείς, όσο και για τις εταιρείες εξόρυξης πετρελαίου και φυσικού αερίου που θα αναζητήσουν εκεί νέες ενεργειακές πηγές (Λαΐνας 2012).

Οι παγετώνες της Γροιλανδίας και της Ανταρκτικής λιώνουν ταχύρρυθμα με συνέπεια να προκαλούν αισθητά την άνοδο της στάθμης της θάλασσας παγκοσμίως, σύμφωνα με τη πολυετή επιστημονική μελέτη της Αμερικάνικης Ένωσης Γεωφυσιολόγων. Η έρευνα διεξάγονταν εδώ και μία 20ετία και σύμφωνα με αυτή, οι παγετώνες στη Γροιλανδία και την Ανταρκτική, απώλεσαν κατά μέσον όρο 475 γιγατόνους από τη μάζα τους ετησίως στη διάρκεια της μελέτης του φαινομένου, ενώ τα παγόβουνα και οι πάγοι των πόλων έχασαν μόλις 402 γιγατόνους ετησίως και κατά μέσον όρο. Έτσι, υπολογίζεται πως η άνοδος της στάθμης των θαλασσών, είναι δυνατό να φθάνει τα 1,3 χιλιοστά το χρόνο, κατά μέσο όρο, ή τα 15 εκατοστά μέχρι το 2050. Υπολογίζεται ακόμη, ότι η άνοδος της στάθμης θα είναι μεγαλύτερη από αυτή που προέβλεπε η έκθεση που δημοσιεύτηκε το 2007 από το Διακυβερνητικό Πάνελ των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή<sup>11</sup>.

Έτσι, οι ειδικοί, αντιλήφθηκαν ότι η τήξη των πάγων της Γροιλανδίας θα παίζει μεγαλύτερο ρόλο από ό,τι εκτιμούσε η έκθεση του ΟΗΕ. Συγκεκριμένα, το λιώσιμο των πάγων της Γροιλανδίας το οποίο γίνεται ταχύτατη πρόοδο, στις αρχές του 2012, έκανε αισθητή την παρουσία του, καθώς σημειώθηκε μια νέα αποκόλληση τεράστιου παγόβουνου, με το μέγεθός του να φτάνει τα 119 τετραγωνικά χιλιόμετρα. Η υπερθέρμανση του πλανήτη, που έχει ως αποτέλεσμα το στρώμα πάγου της Γροιλανδίας να συρρικνώνεται και να λιώνει, ανησυχεί ιδιαίτερα τον επιστημονικό κόσμο. Σύμφωνα με τη NASA, «στη Γροιλανδία εντός του Ιουλίου και από το διάστημα 08/07 έως 12/07, ένα συμπαγές τμήμα του πάγου άρχισε ξαφνικά να λιώνει με τρομερή ταχύτητα. Το ανησυχητικό είναι ότι ενώ είναι λογικό η τήξη κατά την καλοκαιρινή περίοδο να φτάνει το ποσοστό των 40% της επιφάνειας του πάγου, στο εν λόγω συμβάν άγγιξε το 97% σε μια ευρύτερη περιοχή και μάλιστα σε διάστημα μόλις τεσσάρων ημερών». Η NASA, επισήμανε ότι ανάλογο φαινόμενο συνέβη το 1889 και η πιθανότητα εμφάνισης ενός τέτοιου φαινομένου, είναι περίπου μία φορά στα 150 χρόνια. Επιπρόσθετα, τονίζουν την επικινδυνότητα της κατάστασης, λέγοντας ότι η πιο εκτεταμένη τήξη που έχει παρατηρηθεί από δορυφόρους τα τελευταία 30 χρόνια έφτανε το 55%, ενώ παράλληλα εικάζεται, ότι εάν το στρώμα πάγου της Γροιλανδίας έλιωνε ολόκληρο, η στάθμη της θάλασσας θα ανέβαινε περίπου επτά μέτρα (Ρέβη 2012).

<b>Τοποθεσία</b>	<b>Όγκος (km<sup>3</sup>)</b>	<b>Πιθανές θάλασσα άνοδος της στάθμης (m)</b>
Στρώμα πάγου της ανατολικής Ανταρκτικής	26.039.200	64,80
Στρώμα πάγου της δυτικής Ανταρκτικής	3.262.000	8,06
Ανταρκτική Χερσόνησος	227.100	0,46
Γροιλανδία	2.620.000	6,55
Όλα τα άλλα καλύμματα πάγου, τα πεδία πάγο και οι παγετώνες	180.000	0,45
<b>Σύνολο</b>	<b>32.328.300</b>	<b>80,32</b>

*Εκτιμώμενο δυναμικό κατ' ανώτατο όριο της στάθμης της θάλασσας άνοδο από το συνολικό λιώσιμο των σημερινών παγετώνων.*

Τροποποιήθηκε από Williams και Hall (1993)

Πηγή: <http://pubs.usgs.gov/fs/fs2-00/>

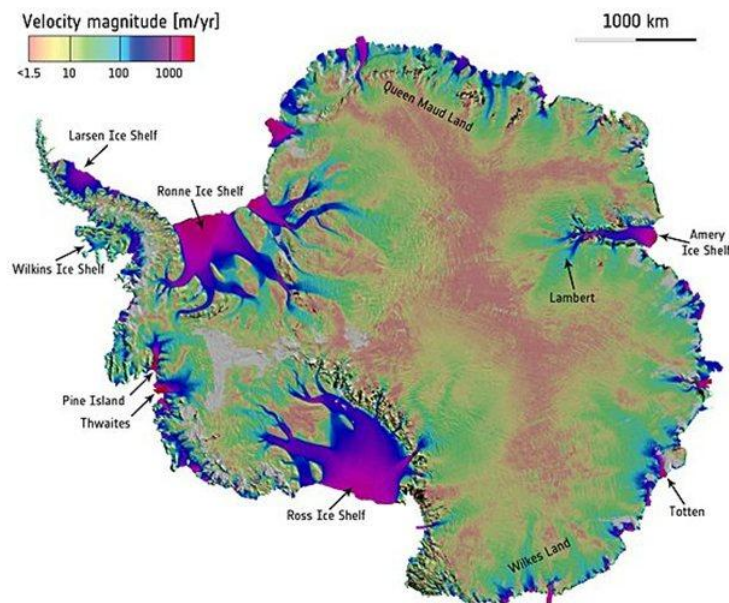
### **3. Ανταρκτική**

Οι αλλαγές στην περιοχή της Γροιλανδίας και ο όγκος των δύο πολικών πάγων στην Ανταρκτική είναι άρρηκτα συνδεδεμένα με τις αλλαγές στο κλίμα του πλανήτη, και οδηγούν ταχύτατα στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας, πράγμα το οποίο είναι πιθανό να επηρεάσει σοβαρά τις πυκνοκατοικημένες παράκτιες περιοχές στη Γη. Η τήξη του τμήματος Δυτικής Ανταρκτικής από το στρώμα πάγου της Ανταρκτικής και μόνο, θα μπορούσε να προκαλέσει μια θάλασσα άνοδος της στάθμης, των περίπου 6 μέτρα. Μετά την τήξη της Ανταρκτικής, εκτιμάται ότι η άνοδος της στάθμης των θαλάσσιων υδάτων, θα είναι περίπου 73m.

Τα αρχεία της δεκαετίας του 1970 της Landsat 1, 2, και 3 Multispectral Scanner (MSS), τα οποία παρουσιάζουν εικόνες της Ανταρκτικής, ήταν η ώθηση για το αμερικανικό U.S. Geological Surve (USGS), σε συνεργασία με τον Scott Polar Research Institute, να προβούν στην ανάλυση των χαρακτηριστικών των παγετώνες στις παράκτιες περιοχές της Ανταρκτικής. Η ανάλυση, αργότερα τροποποιήθηκε ώστε να περιλαμβάνει και την Landsat 4 και 5 MSS,

καθώς και εικόνες από τα τέλη της δεκαετίας του 1990 και του 1980. Επετεύχθη έτσι ο προσδιορισμός των παράκτιων αλλαγών, στην Ανταρκτική για περισσότερα από 30 χρόνια. Η παράκτια αλλαγή ήταν πιο έντονη στη χερσόνησο της Ανταρκτικής κατά τις τελευταίες δεκαετίες, όπου ένα κομμάτι του πάγου Wordie έχει σχεδόν εξαφανιστεί, το βόρειο μέρος της ζωής του πάγου Larsen έχει διαλυθεί, και άλλα κομμάτια πάγου άλλαξαν επίσης. Τέλος, πραγματοποιήθηκε η χαρτογράφηση της Ανταρκτικής, την οποία ανέλαβαν επιστήμονες από την Ιταλία, τη Ρωσία, τη Νορβηγία, τον Καναδά, την Αυστραλία, την Αργεντινή, και τη Γερμανία (Williams & Ferrigno & Foley 2005).

Αμερικανοί επιστήμονες, χαρτογράφησαν της περιοχή της Ανταρκτικής καταγράφοντας το λιώσιμο των πάγων, ως συνέπεια των κλιματικών αλλαγών. Για τη δημιουργία του χάρτη χρησιμοποιήθηκαν δισεκατομμύρια σημεία που είχαν καταγραφεί κατά τη διάρκεια των τελευταίων 15 χρόνων από ευρωπαϊκούς, καναδικούς και ιαπωνικούς δορυφόρους και για τον εντοπισμό της κίνησης των πάγων, εφαρμόστηκε η τεχνική InSAR (Satellite Radar Interferometry) η οποία συγκρίνει λήψεις της ίδιας περιοχής αλλά σε διαφορετικές χρονικές στιγμές. Υποστηρίζεται λοιπόν, ότι οι περιοχές των οποίων οι πάγοι λιώνουν ταχύτερα, είναι εκείνες που βρίσκονται στα δυτικά της Ανταρκτικής (Βένιου 2011).



*Χαρτογράφηση για την κίνηση των πάγων από τα κεντρικά προς τα παράλια της Ανταρκτικής*

Πηγή: <http://www.tovima.gr>

Παρ' όλα αυτά, οι πάγοι της Ανταρκτικής, δεν είναι η πρώτη φορά που λιώνουν. Οι ερευνητές μελέτησαν γεωλογικά δείγματα που εξόρυξαν από το βυθό μιας λίμνης στη βορειοανατολική Σιβηρία, η οποία δημιουργήθηκε πριν από 3,6 εκατ. χρόνια από την πτώση ενός μεγάλου μετεωρίτη που άνοιξε ένα κρατήρα διαμέτρου 18 χλμ. Η αιτία, δεν είναι προσανατολισμένη προς το παρόν, αλλά θεωρείται πιθανό να οφείλεται στην κατάρρευση της παγοκρηπίδας στην άλλη πλευρά του πλανήτη, στη δυτική Ανταρκτική, ενώ εκτιμάται ότι η κλιματική αλλαγή, είναι ικανή να προκαλέσει κάτι ανάλογο στο μέλλον. Ο Martin Meles, επικεφαλής της έρευνας, επιβεβαίωσε ότι οι αρκτικοί πάγοι περιοδικά επεκτείνονται και υποχωρούν κατά τα τελευταία 2,6 εκατ. χρόνια, ανάλογα με την αυξομείωση των θερμοκρασιών της Γης (Κούλογλου 2012).

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

## Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΗΣ ΓΑΙΩΛΑΙΣΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

Γεωδαισία είναι η επιστήμη της Γεωγραφίας, που ασχολείται με παρατηρήσεις, μετρήσεις και υπολογισμούς, που σκοπό έχουν να προσδιορίσουν το σχήμα, το μέγεθος και το πεδίο βαρύτητας της γης, καθώς και τις μεταβολές τους στο χρόνο. Σχήμα της γης, θεωρείται το σχήμα του γεωειδούς, που ορίζεται ως η ισοδυναμική επιφάνεια του γήινου πεδίου βαρύτητας που προσαρμόζεται καλύτερα στη μέση στάθμη των θαλασσών. Επίσης μετρά και απεικονίζει περιοχές της Φυσικής Γήινης Επιφάνειας (Φ.Γ.Ε.) με όλα τα φυσικά και τεχνητά χαρακτηριστικά τους (Αγατζά – Μπαλοδήμου & Μπαλοδήμος 1991)

Όπως παρουσιάσαμε στην εν λόγω εργασία, το μεγαλύτερο περιβαλλοντικό ζήτημα της εποχής μας, είναι η παγκόσμια αλλαγή που συντελείται και η οποία, δεν περιλαμβάνει μόνο την αλλαγή του κλίματος, αλλά και τη μεγάλη κλίμακα των επιπτώσεων που έχουν στο περιβάλλον ο συνεχώς αυξανόμενος παγκόσμιος πληθυσμός και η συνέχιση της οικονομικής ανάπτυξης. Για να προσδιοριστεί η Μ.Σ.Θ., χρειάζονται μακροχρόνιες και συνεχείς παρατηρήσεις της μεταβολής της σχετικά με κάποιο σταθερό σημείο, που βρίσκεται στην στεριά. Η μεταβολή της οφείλεται στην ύπαρξη των παλιρροιών που δημιουργούνται από τις επιδράσεις των ουράνιων σωμάτων και κυριότερα της Σελήνης, καθώς και σε μετακινήσεις του στερεού φλοιού της Γης, υδροστατικές μετακινήσεις που αλλάζουν την στάθμη της θάλασσας, μεταβολές των πολικών πάγων, βαρομετρικές αλλαγές κ.τ.λ..

Η στιγμιαία Μ.Σ.Θ. έχει μεταβολές οι οποίες μπορούν να φτάσουν μέχρι 10m ημερησίως. Αντίθετα οι μεταβολές αυτές μηνιαίως είναι πολύ μικρότερες, δηλαδή της τάξης των μερικών δεκάτων του μέτρου, και ετησίως είναι σχεδόν αμελητέες. Συνήθως, ως Μ.Σ.Θ. λαμβάνεται ο μέσος όρος των ωριαίων υψών κατά την διάρκεια ενός χρόνου. Με τον τρόπο αυτό, λαμβάνονται υπόψη οι παλιρροιακές επιδράσεις του Ήλιου και της Σελήνης. Πάντως, υπάρχουν και ετήσιες αλλαγές που οφείλονται στις μετακινήσεις του φλοιού της Γης, στην τήξη των πάγων κ.τ.λ.. Προκειμένου να προσδιοριστεί η Μ.Σ.Θ. πρέπει να πραγματοποιηθούν κάποιες παρατηρήσεις οι οποίες μπορούν να γίνουν με ειδικά όργανα. Τα όργανα αυτά είναι τα παλιρροιόμετρα και οι παλιρροιογράφοι. Το παλιρροιόμετρο είναι η απλούστερη μορφή



οργάνου για τον προσδιορισμό της Μ.Σ.Θ.. Αποτελείται από ένα διηρημένο πήχη, που τοποθετείται κατακόρυφα, μέσα στη θάλασσα, έτσι ώστε το χαμηλότερο σημείο να βρίσκεται πάντοτε πιο κάτω από τη χαμηλότερη στάθμη που φτάνει η θάλασσα λόγω της παλίρροιας. Ο παλιρροιογράφος είναι ένα όργανο που αποτελείται από ένα καταγραφικό αυτογραφικό μηχανισμό και ένα πλωτήρα, ο οποίος τοποθετείται μέσα σε ειδικό σωλήνα στη θάλασσα για να προστατεύεται από τους κυματισμούς. Τέλος, η Μ.Σ.Θ. σε παγκόσμιο επίπεδο μπορεί να προσδιοριστεί με χρήση δορυφορικής αλτιμετρίας, με την βοήθεια των τεχνητών δορυφόρων.

Δε θα πρέπει λοιπόν, να παραλείψουμε ν' αναφερθούμε στη συμβολή της δορυφορικής αλτιμετρίας, σχετικά με τις κλιματικές μεταβολές. Η δορυφορική αλτιμετρία, μας βοηθά να παρακολουθήσουμε και να μετρήσουμε την κίνηση των πάγων, τις μεταβολές της Μέσης Στάθμης της Θάλασσας, την ταχύτητα των ανέμων, τα ύψη των κυμάτων, τις μεταβολές της θερμοκρασίας και την ωκεάνια κυκλοφορία. Ο γνωστός επιστήμονας Jet Propulsion της NASA, επισήμανε σε διάλεξη του στο παρελθόν ότι «για την άνοδο της στάθμης της θάλασσας δεν μπορούμε να κάνουμε πολλά πράγματα, πέρα από τη μέτρησή της και την απομάκρυνση των ανθρώπινων δραστηριοτήτων από τις ακτές». Ακόμη ανέφερε ότι: «Η NASA δουλεύει την τελευταία 20ετία πάνω στην τεχνική που λέγεται 'Δορυφορική Αλτιμετρία'. Για πρώτη φορά μπορούμε με δορυφόρους να παρατηρήσουμε την αλλαγή του κλίματος της γης. Η τεχνική αυτή δουλεύει στην βασική αρχή των ραντάρ. Υπάρχει ένας δορυφόρος που εκπέμπει ένα σήμα που ανακλάται στην επιφάνεια της θάλασσας και επιστρέφει στον δορυφόρο. Με τον χρόνο μετάδοσης που κάνει το σήμα από τον δορυφόρο μέχρι την επιστροφή του σε αυτόν, υπολογίζεται το ύψος της θάλασσας από το κέντρο μάζας της γης. Με αυτήν την τεχνική μπορούμε να μετρήσουμε πώς ανεβοκαταβαίνει η στάθμη ή τι αλλαγές γίνονται στην επιφάνεια της θάλασσας. Πρόκειται για μια τεχνική που ξεκίνησε ουσιαστικά από τη NASA πριν από 30 χρόνια υλοποιήθηκε πριν από 20 χρόνια σε συνεργασία με τη Γαλλική Διαστημική Υπηρεσία. Έχουμε συλλέξει αρκετά στοιχεία και μπορούμε να δούμε αυτή τη στιγμή τις δομές της θάλασσας σε παγκόσμιο επίπεδο και να δούμε π.χ. τις διαφοροποιήσεις μεταξύ της Ανατολικής και Δυτικής Μεσογείου» Έτσι, τονίζοντας επιταχυνόμενη αύξηση της στάθμης της θάλασσας και την πιθανότητα να διαβρώσει τις ακτές, επισήμανε την επικινδυνότητα της κατάστασης και την ανάγκη επίβλεψης της μέσω των νέων τεχνολογικών και επιστημονικών μέσων<sup>12</sup>.

Μέσω της δορυφορικής αλτιμετρίας, έχουμε τη δυνατότητα να αντλήσουμε πληροφορίες σχετικά με το ύψος των κυμάτων στην περιοχή των μετρήσεων. Αυτό συμβαίνει γιατί το

αλτιμετρικό ραντάρ το μέγεθος και το σχήμα του ανακλώμενου παλμού ραντάρ, η λεγόμενη κυματομορφή του παλμού (pulse waveform), περιέχει επίσης πληροφορίες σχετικά με τα χαρακτηριστικά της επιφάνειας η οποία προκάλεσε την ανάκλαση (pulse echo) του παλμού που εκπέμπεται από το δορυφορικό αλτίμετρο. Η οπισθοσκέδαση (backscatter) του παλμού επηρεάζεται από την τραχύτητα της επιφάνειας της θάλασσας εξαιτίας των επιφανειακών κυματισμών, δεδομένου ότι το αλτίμετρο μετρά πρώτα την κυματική κορυφή και στη συνέχεια την κυματική κοιλάδα των κυμάτων. Συγκεκριμένα, η κυματομορφή του εκάστοτε ανακλώμενου παλμού έχει ένα χαρακτηριστικό σχήμα που μπορεί να περιγραφεί αναλυτικά ενώ η ένταση του παλμού ποικίλλει με την πάροδο του χρόνου επιστροφής του παλμού (Αγαπητός Θ., Αθανασόπουλου Ε., Αλευράς Χ., Γεωργιλιάκης Γ., Γεωργόπουλος Σ., Δημήτριου Δ., Δήμου Μ., Κογεωργος Χ.-Μ., Μέξης, Θ., Μπίρης, Θ., Μπούσιας-Αλεξιάκης, Ε., Νταλούκα, Κ., Πασχαλίδου, Ε., Πουλίδης, Π., Σπύρου, Λ., Στουρνάρας, Β., Τζαρια, Μ.-Α., Τσιλιακου, Ε., Φίλιπας, Δ. Και Δ. Δεληκαράογλου 2011) .

Έτσι, ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Διαστήματος (European Space Agency, ESA) έθεσε στόχο του τα τελευταία χρόνια, την διεύρυνση των επιστημονικών γνώσεων, γύρω από το ζήτημα των αίτιων και των επιπτώσεων των κλιματικών αλλαγών, μέσω μιας σειράς διαστημικών αποστολών και ερευνητικών προγραμμάτων για την ακριβή παρακολούθηση της Γης ως σύστημα. Έτσι, έθεσε σε εφαρμογή το πρόγραμμα «Εξερευνητές Γης» με στόχο την εκτόξευση, αρχικά, έξι δορυφόρων, μεταξύ 2009 και 2013, που έχουν σκοπό να παρέχουν σημαντική συμβολή στην παγκόσμια προσπάθεια για την κατανόηση της λειτουργίας Γης, συνεισφέροντας με αυτόν τον τρόπο στην έρευνα για την υπερθέρμανση του πλανήτη, με τη μέτρηση ορισμένων κρίσιμων κλιματικών παραγόντων, όπως είναι οι μεταβολές στον υδρολογικό κύκλο, στον όγκο και στην έκταση των πάγων στις αρκτικές περιοχές της Γης και στην ατμόσφαιρα. Έτσι, εκτοξεύτηκαν το 2009 οι πρώτοι δύο δορυφόροι των «Εξερευνητών της Γης», οι οποίοι ήταν ο δορυφόρος GOCE (Gravity field and steady-state Ocean Circulation Explorer), για την μελέτη του πεδίου βαρύτητας και ο δορυφόρος SMOS (Soil Moisture and Ocean Salinity), για την μελέτη των αποθεμάτων νερού στον πλανήτη, για την αλμυρότητα των ωκεανών, για την υγρασία του εδάφους, αλλά και για τη βελτίωση της πρόγνωσης καιρού σε εποχιακή κλίμακα και για τα ακραία καιρικά φαινόμενα.

Συγκεκριμένα, οι μετρήσεις του δορυφόρου GOCE συνέδραμαν δυναμικά στη δημιουργία ενός ψηφιακού χάρτη του «γεωειδούς», υψηλής ανάλυσης. Σκοπός του εν λόγω

χάρτη, ήταν να καταγραφούν, οι διακυμάνσεις της βαρύτητας σε όλη την επιφάνεια του πλανήτη και πώς αυτή μεταβάλλεται ανάλογα με το χώρο και το χρόνο. Έτσι, μπορούμε να κατανοήσουμε καλύτερα την κυκλοφορία των νερών των ωκεανών και της ανόδου της στάθμης των θαλασσών, ενώ παράλληλα θα έχουμε και καλύτερη γνώση της κατανομής της μάζας στο εσωτερικό της Γης, ώστε να είναι δυνατό να βοηθηθεί η πρόβλεψη των σεισμών και των ηφαιστειακών εκρήξεων. Η ωκεάνια κυκλοφορία είναι ιδιαίτερη σημαντική στη διαμόρφωση του κλίματος, καθώς μεταφέρει θερμότητα από χαμηλά σε υψηλά γεωγραφικά πλάτη στην επιφάνεια των ωκεανών, ενώ παράλληλα τα ψυχρότερα ρεύματα μεταφέρονται από μεγάλα γεωγραφικά πλάτη σε βαθύτερα νερά, προς τον Ισημερινό.

Κάτι τέτοιο συμβαίνει για παράδειγμα στο ρεύμα του κόλπου του Ατλαντικού, που μεταφέρει τα θερμά επιφανειακά νερά, βόρεια από τον κόλπο του Μεξικού. Έτσι, είναι εφικτό τα παράκτια ύδατα της Ευρώπης να είναι κατά 4°C θερμότερα από τα ύδατα, με αντίστοιχα γεωγραφικά πλάτη στο Βόρειο Ειρηνικό. Οι έρευνες αναφέρουν ότι ρεύμα του Κόλπου θα μπορούσε, κάτω από ακραίες κλιματικές αλλαγές, να καταστραφεί από το λιώσιμο των πάγων της Αρκτικής. Όμως, οι γνώσεις που διαθέτουμε έως σήμερα, που δηλώνουν ότι οι ωκεανοί επηρεάζουν το κλίμα, είναι ανεπαρκείς για να μπορέσει να γίνει μια ακριβής πρόβλεψη της κλιματικής αλλαγής. Γι' αυτό το λόγο και η GOCE, σκοπεύει να αυξήσει τις δυνατότητες των δορυφορικών παρατηρήσεων για την παρακολούθηση, τη διάγνωση και την πρόβλεψη της κλιματικής αλλαγής (Καλαμπόγιας & Καμποσούλη & Μπουμπάκης & Φαχουρίδη & Δεληκαράογλου: 2012).

Ένας ακόμη σημαντικός τρόπος μελέτης των αλλαγών, είναι οι δορυφόροι της αποστολής GRACE (Gravity Recovery and Climate Experiment), αποτελούν δύο γεωδαιτικούς δορυφόρους που έχουν στόχο να χαρτογραφήσουν το πεδίο βαρύτητας της Γης με ακρίβεια, παγκόσμια κάλυψη και διακριτική ικανότητα. Το 2002, όπου ξεκίνησε το πείραμα GRACE, συνέπεσε να υπάρχουν τρεις ισχυρές σεισμικές: ο σεισμός της Σουμάτρας το 2004 που είχε προκαλέσει το μεγάλο τσουνάμι στον Ινδικό ωκεανό, ο σεισμός της Χιλής το 2010 (μεγέθους 8.8) και ο σεισμός μεγέθους 8.9 της Ιαπωνίας τον Μάρτιο του 2011, με το μεγάλο τσουνάμι που ακολούθησε και τον ισχυρό μετασεισμό προξένησε το πυρηνικό ατύχημα στο Fukushima. Καθώς το βαρυτικό πεδίο της Γης δεν είναι στατικό, είναι γνωστό ότι οποιαδήποτε ανακατανομή στη μάζα του πλανήτη θα επιφέρει σημαντικές μεταβολές. Μερικές από αυτές τις μεταβολές, μπορούν να προκληθούν από τις πλημμύρες, το λιώσιμο των πάγων, τους σεισμούς κ.α.,

επομένως κυρίως από τις κλιματικές αλλαγές. Οι δορυφόροι της GRACE επιβεβαίωσαν με τις μετρήσεις τους, αυτές τις μεταβολές, οι οποίες απεδείχθη ότι επηρέασαν την πορεία των δυο δορυφόρων στην τροχιά τους, δίνοντας έτσι στους επιστήμονες τη δυνατότητα να τις καταγράψουν και να τις μελετήσουν "μετρώντας" τις αλλαγές που σημειώνονται στην απόσταση μεταξύ των δυο διαστημικών σκαφών.

Το πρόγραμμα GRACE, σχετίζεται με τη γνώση του γεωειδούς, την οποία επιδιώκει να μας μεταφέρει όσο το δυνατό πληρέστερα. Ο σκοπός της, είναι να χρησιμοποιηθεί ως επιφάνεια αναφοράς των υψομέτρων και να οδηγήσει σε συνδυασμό με μετρήσεις δορυφορικής αλτιμετρίας και επίγεια δεδομένα, σε σημαντική πρόοδο των ωκεανογραφικών, γεωφυσικών και γεωδαιτικών επιστημών εφαρμογών όπως είναι ο εντοπισμός της κίνησης υδάτινων μαζών πάνω και κάτω από την επιφάνεια της Γης και των μεταβολών στη ροή της ωκεάνιας θερμότητας, η μεταβολή της στάθμης της θάλασσας, των μεταβολών των ωκεάνιων ρευμάτων κοντά στην επιφάνεια αλλά και αυτών σε μεγαλύτερα βάθη, της εδαφικής υγρασία, των μεταβολών στη λιθόσφαιρα, της μεταβολής των ποσοτήτων νερού και χιονιού στις ηπείρους και η ισοστατική απόκριση της λιθόσφαιρας.

Κάτι τέτοιο, θα μπορεί να βοηθήσει τις γεωλογικές και κλιματικές μελέτες και οι μετρήσεις του βαρυτικού πεδίου θα μπορούν να οδηγήσουν σε ανακαλύψεις για τη βαρύτητα και τους φυσικούς μηχανισμούς της Γης, που έχουν αντίκτυπο στην κατανόηση των διεργασιών που προκαλούν τα φαινόμενα της κλιματικής αλλαγής. Έτσι, μέσω των δορυφόρων θα είναι δυνατή η παρατήρηση των διάφορων τρόπων μετακίνησης της μάζας στον πλανήτη, της ποσότητας η οποία κινείται, αλλά και το πώς αναδιανέμεται με την πάροδο του χρόνου, ώστε να προβούμε σε συμπεράσματα για πολλά φυσικά φαινόμενα που μας έχουν απασχολήσει, όπως η αραίωση των στρωμάτων του πάγου, η κίνηση του νερού μέσω του υδροφόρου ορίζοντα και η κίνηση των ρευμάτων μάγματος στο εσωτερικό της Γης (Κιτσάκης & Βακαλοπούλου & Δεληκαράογλου: 2011).

Όσον αφορά τον παλιρροιογράφο, αναλυτικότερα, είναι ένα αυτογραφικό παλιρροιομετρικό όργανο όπου καταγράφεται σε συνεχή καμπύλη η μεταβολή του ύψους της επιφάνειας της θάλασσας που προέρχεται από παλίρροια. Το όργανο αυτό αποτελείται από ένα κυλινδρό (τύμπανο) που περιστρέφεται με ωρολογιακό μηχανισμό και ο οποίος φέρει χάρτινη ταινία στην οποία και σημειώνεται αυτόματα από μια γραφίδα οι μεταβολές τους ύψους της επιφάνειας της θάλασσας. Για το σκοπό αυτό τοποθετείται μόνιμα πάνω από ειδικό φρεάτιο

κρηπιδώματος εντός του οποίου κινείται ελεύθερα πλωτήρας που συνδέεται με σύστημα τροχαλίων με την ακίδα του οργάνου αυτού. Στο φρεάτιο η επιφάνεια της θάλασσας είναι η ίδια κάθε φορά με εκείνη εκτός αυτού σε όλα τα στάδια της παλίρροιας. Επιλέγεται το φρεάτιο για προφύλαξη από άλλους παράγοντες όπως ο άνεμος, ο κυματισμός, τα απόνερα διερχόμενου σκάφους κ.λπ (Λεξικό Ηλίου: 359).

Για τις αναγωγές των γεωμετρικών υψομέτρων της στιγμιαίας στάθμης της θάλασσας χρησιμοποιήθηκε η παλιρροιακή συνιστώσα όπως υπολογίστηκε από ένα Μεσογειακό παλιρροιακό μοντέλο, το οποίο ελέγχθηκε για τη συμπεριφορά του, και η συνιστώσα που εκφράζει την αργή μεταβολή (μη αστρονομική) της στάθμης της θάλασσας ως προς τη Μέση Στάθμη, χρησιμοποιώντας πρωτογενείς καταγραφές αρκετών παλιρροιογράφων εγκαταστημένων στην περιοχή των μετρήσεων για την αντίστοιχη χρονική περίοδο και αναλύσεις διαχρονικών δεδομένων τους για την καλύτερη δυνατόν προσέγγιση της Μέσης Στάθμης της θάλασσας.

Οι παλιρροιογράφοι είτε σταθεροποιούνται μέσα στο νερό είτε δένονται σε πλωτήρες. Παίρνουν συνεχόμενες μετρήσεις για 15-20 ημέρες. Το αποτέλεσμα της καταγραφής του εν λόγω οργάνου είναι μια συνεχής καμπύλη, από την οποία εξάγονται στατιστικά στοιχεία παλίρροιας, που χαρακτηρίζονται για την ακρίβεια και συνιστώνται για επιστημονικές έρευνες, μια τυπική μορφή μηχανικού παλιρροιογράφου. Σήμερα υπάρχουν και ψηφιακοί παλιρροιογράφοι οι οποίοι βασίζονται σε δυο κυρίως αρχές: 1) Στη μέτρηση της στάθμης μέσα σε σωλήνα με υπερήχους και την καταγραφή των μετρήσεων σε μνήμες. Η μέθοδος αυτή στη ουσία αντικαθιστά το μηχανικό μέρος της κλασικής μεθόδου. 2) Στον υπολογισμό της στάθμης με μετρήσεις της πίεσης μέσα στο νερό με ηλεκτρονικό πιεσόμετρο. Στην Ελλάδα επίσημος φορέας καταγραφής των παλιρροιών είναι η Υδρογραφική Υπηρεσία Ναυτικού, η οποία διαθέτει πλήρες δίκτυο μηχανικών κυρίως παλιρροιογράφων εγκατεστημένων στα μεγάλα λιμάνια.

Τέλος, την άλλη το παλιρροιόμετρο, είναι ένας απλό τύπος οργάνου μέτρησης της παλίρροιας, ο οποίος αποτελείται από μια μεταλλική ράβδο, η οποία είναι αριθμημένη σε εκατοστόμετρα. Το παλιρροιόμετρο τοποθετείται κατακόρυφα στη θάλασσα και σε τέτοιο βάθος ώστε η μέση στάθμη της θάλασσας να αντιστοιχεί στο μέσο περίπου του οργάνου. Στο άνω άκρο του έχει την ένδειξη μηδέν, το οποίο ορίζει το μηδενικό επίπεδο του σταθμού, που αποτελεί την αφετηρία των μετρήσεων της παλίρροιας. Οι μετρήσεις λαμβάνονται από τον

εκάστοτε αρμόδιο για τις μετρήσεις, ο οποίος ανά συγκεκριμένο χρονικό διάστημα (π.χ κάθε δώρο) μετράει την αυξομείωση της στάθμης της θάλασσας από τον παλιρροϊόμετρο. Τέτοιου τύπου όργανα χαρακτηρίζονται από περιορισμένη αξιοπιστία (Μήλας 2003).

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ**

### **ΤΙ ΜΠΟΡΟΥΜΕ ΝΑ ΚΑΝΟΥΜΕ ΓΙΑ ΝΑ ΣΩΣΟΥΜΕ ΤΟΝ ΠΛΑΝΗΤΗ**

Όπως αναλύσαμε στα παραπάνω κεφάλαια, την ευθύνη για την κλιματική αλλαγή και τις καταστροφικές τις συνέπειες, φέρει κατά κύριο λόγο ο άνθρωπος. Θα πρέπει επομένως, να αναλογιστούμε πώς μπορούμε να συνεισφέρουμε στην αλλαγή αυτής της δύσκολης κατάστασης, που είναι πιθανό σε ορισμένα χρόνια να επιφέρει σημαντικές και καταστροφικές αλλαγές στον πλανήτη και τη ζωή που υπάρχει σε αυτόν. Αν και πολλές φορές λησμονούμε ότι η συνδρομή όλων μας, μπορεί να ενισχύσει το έργο των διεθνών οργανισμών και των κρατών – μελών για διέξοδο από την κλιματική αλλαγή, η πραγματικότητα είναι ότι κάτι τέτοιο είναι εφικτό και μάλιστα αναγκαίο. Μερικά απλές κινήσεις του καθενός από εμάς, θα μπορούσαν να συνεισφέρουν στην καλύτερη και υγιεινότερη ζωή του πλανήτη, αλλά τη δική μας.

Έτσι, η λιγότερη χρήση ιδιωτικών οχημάτων, εξυπηρετώντας τον εαυτό μας με τη χρήση των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς, του ποδηλάτου ή ακόμα και με το περπάτημα, θα ήταν μία καλή αρχή, ώστε να συνεισφέρουμε στη μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος και της μόλυνση της ατμόσφαιρας. Η εξοικονόμηση του νερού, χωρίς δηλαδή να αφήνουμε βρύσες να τρέχουν, ή ελέγχοντας για διαρροές, είναι ένας ακόμη τρόπος συνεισφοράς, καθώς δε θα πρέπει

σε καμία περίπτωση να λησμονούμε πόσο πολύτιμο είναι το νερό. Επίσης, η λιγότερη χρήση ηλεκτρικών συσκευών (η τηλεόραση, ο υπολογιστής, κτλ.), ενώ παράλληλα η απενεργοποίηση τους και όχι η μεταφορά τους σε κατάσταση αναμονής, είναι μία ακόμη πρόταση που μπορούμε όλοι ν' ακολουθήσουμε. Αντικαθιστώντας τον ηλεκτρικό θερμοσίφωνα με ηλιακό και τις κοινές λάμπες, με λαμπτήρες χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης, οι οποίες έχουν μέσο χρόνο ζωής 10 φορές περισσότερο, θα μπορούσαμε να επιτύχουμε μία σπουδαία αλλαγή στον πλανήτη, αλλά και τη ζωή μας, καθώς παράλληλα θα εξοικονομούσαμε χρήματα και οι ίδιοι.

Πέρα από τις μικρές πράξεις που όλοι μπορούμε ν' ακολουθήσουμε, ώστε να συνεισφέρουμε στη βελτίωση του περιβάλλοντος, η NASA μέσα από μια νέα μελέτη των ερευνητών της, αποφάσισε να μας υποδείξει 14 τρόπους μείωσης της αέριας ρύπανσης και οι οποίοι, μπορούν να επιβραδύνουν την κλιματική αλλαγή, να μειώσουν τις επιπτώσεις στην υγεία και να αυξήσουν την γεωργική παραγωγή (Shindell 2012).

Η έρευνα, με επικεφαλής τον Drew Shindell του Goddard Institute for Space Studies (GISS) της NASA, στη Νέα Υόρκη, πιστεύει αυτά τα μέτρα θα μπορούσαν να επιβραδύνουν την υπερθέρμανση του πλανήτη, μέχρι το 2050. Υποστηρίζει ότι όλες οι περιοχές του κόσμου θα επωφεληθούν και θα διαπιστώσουν ότι θα υπάρχει καλύτερη υγεία και γεωργικά οφέλη από τη μείωση των αερίων εκπομπών.

Έτσι, η μελέτη εστίασε σε 14 μέτρα με το μεγαλύτερο όφελος για το κλίμα. Όλα τα μέτρα, θα περιόριζαν την απελευθέρωση είτε μαύρου άνθρακα ή μεθανίου, ρύπους που επιτείνουν την κλιματική αλλαγή και βλάπτουν την ανθρώπινη υγεία ή την υγεία φυτών, είτε το σχηματισμό του όζοντος. Ο μαύρος άνθρακας, είναι ένα προϊόν της καύσης των ορυκτών καυσίμων και της βιομάζας, που μπορεί να επιδεινώσει μια σειρά από αναπνευστικές και καρδιαγγειακές νόσους. Το μεθάνιο, είναι μία άχρωμη και εύφλεκτη ουσία και είναι ένα ισχυρό αέριο του θερμοκηπίου, καθώς και μια σημαντική προϋπόθεση για το όζον σε επίπεδο εδάφους.

Ενώ το διοξείδιο του άνθρακα είναι η κύρια κινητήρια δύναμη της υπερθέρμανσης του πλανήτη σε μακροπρόθεσμη βάση, περιορίζοντας το μαύρο άνθρακα και το μεθάνιο, θα υπάρχουν άμεσα αποτελέσματα, διότι οι δύο αυτές ουσίες, κυκλοφορούν στην ατμόσφαιρα πιο γρήγορα. Ο Shindell και η ομάδα του κατέληξαν στο συμπέρασμα, ότι τα εν λόγω μέτρα ελέγχου θα παρέχουν τη μέγιστη προστασία κατά της υπερθέρμανσης του πλανήτη, όπως η Ρωσία, το Τατζικιστάν και το Κιργιστάν, χώρες δηλαδή, με μεγάλες περιοχές κάλυψης χιονιού ή πάγου. Από την άλλη επισήμανε, ότι το Ιράν, το Πακιστάν και την Ιορδανία θα βιώσουν την πιο

βελτίωση της γεωργικής παραγωγής, ενώ η Νότια Ασία και η περιοχή Σαχέλ της Αφρικής, θα παρουσιάσουν ευεργετικές αλλαγές. Στις χώρες της Νότιας Ασίας από την Ινδία, το Μπαγκλαντές και το Νεπάλ θα μειωθούν οι πρόωροι θάνατοι. Η μελέτη εκτιμά ότι σε παγκόσμιο επίπεδο 700.000 έως 4,7 εκατομμύρια πρόωροι θάνατοι, θα μπορούσαν να αποφευχθούν κάθε χρόνο.

Ο μαύρος άνθρακας και το μεθάνιο έχουν πολλές πηγές. Η μείωση των εκπομπών, θα απαιτούσε ότι οι κοινωνίες κάνουν πολλαπλές αναβαθμίσεις των υποδομών. Για το μεθάνιο, οι βασικές στρατηγικές κατά τους επιστήμονες της NASA, είναι η σύλληψη του αερίου που διαφεύγει από τα ορυχεία άνθρακα, πετρελαίου και εγκαταστάσεων φυσικού αερίου, καθώς και η μείωση των διαρροών από αγωγούς μεγάλων αποστάσεων, η πρόληψη των εκπομπών από χώρους υγειονομικής ταφής της πόλης, η ενημέρωση για τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων και ο περιορισμός των εκπομπών από κοπριά στα αγροκτήματα. Για μαύρο άνθρακα, οι στρατηγικές που αναλύονται, περιλαμβάνουν την εγκατάσταση φίλτρων στα ντιζελοκίνητα οχήματα, την αναβάθμιση εστιών και λεβήτων σε καθαρότερες μορφές καύσης, την αναβάθμιση εγκαταστάσεων οπτανθρακοποίησης και την απαγόρευση των γεωργικών καύσεων.

Οι επιστήμονες χρησιμοποίησαν τα υπολογιστικά μοντέλα που αναπτύχθηκαν στο GISS και το Ινστιτούτο Max Planck Μετεωρολογίας στη Γερμανία, για να μοντελοποιήσουν την επίδραση των μειώσεων των εκπομπών. Τα μοντέλα έδειξαν ότι οι εκτεταμένες οφέλεις από τη μείωση της παραγωγής μεθανίου, είναι ομοιόμορφα κατανεμημένες σε όλη την ατμόσφαιρα. Ο μαύρος άνθρακας φεύγει έξω από την ατμόσφαιρα μετά από μερικές ημέρες, ώστε τα οφέλη να είναι ισχυρότερα σε ορισμένες περιοχές, ειδικά σε αυτές με μεγάλες ποσότητες χιονιού και πάγου. Ο Shindell επισήμανε ότι «Η προστασία της δημόσιας υγείας και των προμηθειών τροφίμων, μπορεί να υπερισχύουν την αποφυγή της αλλαγής του κλίματος στις περισσότερες χώρες, αλλά γνωρίζοντας ότι τα μέτρα αυτά μπορούν και να μετριάσουν την κλιματική αλλαγή, ίσως παρακινηθούν οι πολιτικές δυνάμεις και θέσουν τα μέτρα σε εφαρμογή».



## ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Είναι πλέον γενικά αποδεκτό ότι το κλίμα αλλάζει σε παγκόσμια κλίμακα. Οι παράγοντες που αναφέρθηκαν στην παρούσα εργασία, όπως η υπερθέρμανση του πλανήτη, το λιώσιμο των πάγων, η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, η όξινη βροχή και η ρύπανση του περιβάλλοντος, συντελούν σε αυτή την αλλαγή. Έτσι, εξαιτίας της κλιματικής αλλαγής η στάθμη της θάλασσας αυξάνεται, οι παγετώνες λιώνουν και η τυπολογία των ατμοσφαιρικών κατακρημισμάτων αλλάζει. Ως συνέπεια όλων αυτών, παρατηρούνται ακραία και εντονότερα καιρικά φαινόμενα, μείωση του ατμοσφαιρικού όζοντος, αλλαγές στο οικοσύστημα λόγω της απώλειας της βιοποικιλότητας, αλλαγές στα υδρολογικά συστήματα, υποβάθμιση του εδάφους και αστικοποίηση.

Οι ανθρώπινες δραστηριότητες, κυρίως αυτές που έγκεινται στην καύση ορυκτών καυσίμων, έχουν προκαλέσει αύξηση των ποσοτήτων διοξειδίου του άνθρακα και άλλων αερίων, προξενώντας έτσι το «φαινόμενο του θερμοκηπίου». Τα αέρια αυτά απορροφούν την υπέρυθη ακτινοβολία που εκπέμπεται από τη Γη, αντί να της επιτραπεί η ελεύθερη διαφυγή στο διάστημα και έτσι, παγιδεύεται επιπρόσθετη θερμότητα στα χαμηλότερα ατμοσφαιρικά στρώματα.

Εφόσον λοιπόν, έχει διαπιστωθεί από επιστήμονες, ότι η κλιματική αλλαγή οφείλεται κατά κύριο λόγο στην ανθρώπινη δραστηριότητα και όχι σε φυσικά φαινόμενα, θα πρέπει ν' αναζητηθούν τρόποι για την αντιμετώπιση του φαινομένου. Οι αρμόδιοι οργανισμοί και όλες οι χώρες – κράτη, θα πρέπει να εφεύρουν τους κατάλληλους τρόπους, ώστε να πραγματοποιηθεί η

όσο το δυνατό μικρότερη ρύπανση του πλανήτη και η υπερθέρμανση του. Εάν το κλίμα, στην προσπάθεια του διατηρεί τη ζωή στον πλανήτη, συνεχώς μολύνεται και καταστρέφεται, είναι βέβαιο ότι πολύ σύντομα δε θα μπορεί να μπορεί να υπερασπιστεί τη βιωσιμότητα της Γης.

Η ατομική, αλλά και η συλλογική προσπάθεια, είναι σε θέση να δώσει ξανά ζωή στον πλανήτη μας και ν' αποφύγει τις καταστροφικές συνέπειες που προετοιμάζονται να συμβούν εδώ και δεκαετίες, όπως η κάλυψη πολλών περιοχών από νερό. Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, αποτελεί ίσως το μεγαλύτερο πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής, αν σκεφτούμε πόσες ζωές είναι πιθανό να κινδυνέψουν από ακραία καιρικά φαινόμενα –όπως πλημμύρες κτλ., και να αναγκαστούν να μετοικήσουν σε άλλες περιοχές, προκειμένου να επιβιώσουν. Η κλιματική αλλαγή, παρά τις διαφωνίες πολλών, είναι γεγονός και θέτει σε κίνδυνο τη ζωή όλων των έμβιων όντων, ενώ απειλεί μερικά από αυτά με εξαφάνιση. Η ανάγκη για λήψη μέτρων, επομένως, είναι αναγκαία.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- British Antarctic Survey (χ.χ.) «Weather In The Antarctic».  
<http://www.antarctica.ac.uk/met/jds/weather/weather.htm> (πρόσβαση 15-11-2012).
- Hugo, A. (2007) «Regional changes in Arctic and Antarctic sea ice». *Global Outlook for Ice and Snow*. [http://www.grida.no/graphicslib/detail/regional-changes-in-arctic-and-antarctic-sea-ice\\_15da](http://www.grida.no/graphicslib/detail/regional-changes-in-arctic-and-antarctic-sea-ice_15da) (πρόσβαση 15-11-2012).
- International Institute of Refrigeration (IRR) (2007) *Τρύπα του όζοντος και παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου*, Newsletter No 29, 1-2007.
- Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC (2001) “Third Assessment Report - Climate Change 2001”, *Third Assessment Report* ,  
[http://www.grida.no/publications/other/ipcc\\_tar/?src=/climate/ipcc\\_tar/wg1/007.htm](http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg1/007.htm)  
(πρόσβαση 15-11-2012).
- POORE, R.Z., & WILLIAMS, R.S., & JR., & TRACEY, C., (2000) *Sea level and climate: U.S. Geological Survey Fact Sheet*
- RIGNOT, E. & CASASSA, G.& GOGINENI, P. & KRABILL, W. & RIVERA, A. & THOMAS, R. (2004) “Accelerated ice discharge from the Antarctic Peninsula following the collapse of Larsen B ice shelf”, *Geophysical Research Letters*, vol. 31: L18401.
- SHINDELL, D. (2012) «Simultaneously Mitigating Near-Term Climate Change and Improving Human Health and Food Security». *Science*, 335:183
- SHEPHERD, A. & WINGHAM, D. (2007) "Recent Sea-Level Contributions of the Antarctic and Greenland Ice Sheets" *Science*, 315:1529–1532.
- United Nations (1992) “United Nations Framework Convention On Climate Change”, *United Nations*, άρ.1:§3.
- Williams, Jr., & Ferrigno, R.S., & Foley, J.G. (2005) *Coastal-change and glaciological maps of Antarctica: U.S. Geological Survey Fact Sheet*
- WWF Ελλάς (χ.χ.) «Κλιματική αλλαγή: όλα όσα θα θέλατε να ξέρετε».  
<http://climate.wwf.gr/images/pdf/climateprint.pdf> (πρόσβαση 15-11-2012).

- Αγαπητός Θ., Αθανασόπουλου Ε., Αλευράς Χ., Γεωργιάκης Γ., Γεωργόπουλος Σ., Δημήτριου Δ., Δήμου Μ., Κογεωργος Χ.-Μ., Μέξης, Θ., Μπίρης, Θ., Μπούσιας-Αλεξιάκης, Ε., Νταλούκα, Κ., Πασχαλίδου, Ε., Πουλίδης, Π., Σπύρου, Λ., Στουρνάρας, Β., Τζαρια, Μ.-Α., Τσιλιακου, Ε., Φίλιπας, Δ. Και Δ. Δεληκαράογλου (2011) «Δορυφόροι αλτιμετρίας εντοπίζουν "Hotspots" για την πιθανή εκμετάλλευση της κυματικής ενέργειας» *ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ Δείγματα & Παραδείγματα*, 2. Απρίλιος. [http://users.ntua.gr/ddeli/GSE/2\\_GSE\\_SatAlt.html](http://users.ntua.gr/ddeli/GSE/2_GSE_SatAlt.html) (πρόσβαση 04-12-2012).
- Αγατζά – Μπαλοδήμου, Α. Μ. & Μπαλοδήμος, Δ.Δ (1991) *Εισαγωγή στη Γεωδαισία*. Αθήνα: ΣΑΤΜ.
- Βένιου, Ε. (2011) «Χαρτογραφήθηκε η «μετανάστευση» των πάγων της Ανταρκτικής» *Το Βήμα*. Αύγουστος. <http://www.tovima.gr/> (πρόσβαση 15-11-2012).
- Βικιπαιδεία (2012) «Κλίμα», <http://el.wikipedia.org>, (πρόσβαση 15-11-2012).
- ΒΛΟΝΤΑΚΗΣ, Γ. (2009) *Κλιματικές αλλαγές έχουν παρουσιαστεί και άλλες φορές στην ιστορία της γής, όμως φαίνεται πως αυτή τη φορά η κύρια –αν όχι αποκλειστική- αιτία είναι οι δραστηριότητες του ανθρώπινου είδους*, Ηράκλειο: Ημερίδα «Κλίμα και Ενέργεια- Πράσινες απαντήσεις στην κλιματική κρίση».
- Γεωδίφης (2010) «Γιατί ανεβαίνει η στάθμη της θάλασσας;» <http://www.geodifhs.com/4/post/2010/03/28.html>, (πρόσβαση 15-11-2012).
- Καλαμπόγιας, Ν. & Καμποσούλη, Μ. & Μπουμπάκης, Γ. & Φαχουρίδη Σ.& Δεληκαράογλου, Δ. (2012) « Χαρτογραφώντας το πεδίο βαρύτητας της Γης ... σε High Definition: Η δορυφορική αποστολή GOCE» *ΓΕΩΔΑΙΣΙΑ Δείγματα & Παραδείγματα*, 8. Μάρτιος/Απρίλιος. [http://users.ntua.gr/ddeli/GSE/8\\_issue\\_GSE.html](http://users.ntua.gr/ddeli/GSE/8_issue_GSE.html) (πρόσβαση 04-12-2012).
- Κιτσάκης, Δ. & Βακαλοπούλου, Μ. & Δεληκαράογλου, Δ. (2011) «Χαρτογραφώντας το πεδίο βαρύτητας της Γης ... σε High Definition: Η δορυφορική αποστολή GRACE» *ΓΕΩΔΑΙΣΙΑ: Δείγματα & Παραδείγματα*, 7. Οκτώβριος/Νοεμβριος. [http://users.ntua.gr/ddeli/GSE/7\\_issue\\_GSE.html](http://users.ntua.gr/ddeli/GSE/7_issue_GSE.html) (πρόσβαση 04-12-2012)
- Κούλογλου, Σ. (2012) «Οι επιπτώσεις του λιώσιμου των πάγων» *Tnxs. Μάρτιος*. [tnxs.gr/node/87778](http://tnxs.gr/node/87778) (πρόσβαση 20-11-2012).
- Κούλογλου, Σ. (2012) «Οι πάγοι της Ανταρκτικής είχαν λιώσει πολλές φορές στο παρελθόν» *Tnxs. Ιούνιος*. [tnxs.gr/node/98355](http://tnxs.gr/node/98355) (πρόσβαση 20-11-2012).

- Λαΐνας, Θ. (2012) «Μελέτη - σοκ για την Αρκτική», *Το Βήμα*, Αύγουστος. <http://www.tovima.gr/> (πρόσβαση 15-11-2012).
- Μήλας, Π. (2003) *Ανάλυση δεδομένων παλιρροιογράφων εργαστηρίου*, Τεχν. Εκθεση Εργαστήριο Ανώτερης Γεωδαισίας Ε.Μ.Π.,.
- Συλλογικό έργο (χ.χ) *Νεώτερον Εγκυκλοπαιδικόν Λεξικόν Ηλίου* - τόμος 15<sup>ος</sup>, Αθήνα: Εγκυκλοπαιδική Επιθεώρησις 'Ηλιος
- ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΙΟΥ, Μ. & ΚΑΡΑΦΕΡΗ, Π. & ΜΑΝΤΑΦΟΥΝΗΣ, Α. (2008) *Κλιματικές αλλαγές – ακραία καιρικά φαινόμενα*, Ναύπλιο: Συνέδριο ΠΕΕΚΠΕ 12-14/12.
- Ρέβη, Ε. (2012) «Με πρωτοφανή ταχύτητα λιώνουν οι πάγοι στη Γροιλανδία» *Πρώτο Θέμα*, Ιούλιος. <http://www.protothema.gr> (πρόσβαση 17-11-2012).
- Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (2012) «Κλιματική Αλλαγή», [www.minenv.gr/4/41/g4123.html](http://www.minenv.gr/4/41/g4123.html), (πρόσβαση 15-11-2012).

## ΠΗΓΕΣ:

1,2,10: <http://el.wikipedia.org>

3: <http://www.cie.org.cy>

4,5,6,7: <http://www.moi.gov.cy>

8: <http://www.otherside.gr>

9: <http://www.weather-experts.net>

11: <http://sguide.gr/>

12: <http://www.haniotika-nea.gr>